UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES DE AULAS N°1 Y N°2 DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

BACH. BRYAN ALEJANDRO CRUZ JIMENEZ.

BACH. MARVIN MARTIN RIOS RENGIFO.

PUCALLPA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Les dedico a mis padres, Alejandro y Martha personas importantes en mi vida profesional y por su amor incondicional a pesar de las adversidades.

A mi hermana, Martha Lisset por ser un gran ejemplo de dedicación, perseverancia académica y por hacer de este camino uno con mucha alegría.

Bryan

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad, amor y misericordia.

A mi madre Luz Teófila, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su gran amor.

A mi padre Alfredo, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis familiares, a mis hermanos Henry y Krol y mi hermana Melissa por ser el ejemplos de hermanos y de los cuales aprendí aciertos y de momentos difíciles; a mi Abuelita Luisa por el amor incondicional hacia mí; y apoyo incondicional durante mis años de estudios y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

Marvin

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Norman Lecca Lavado, por brindarnos su asesoramiento en nuestra investigación.

A los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por sus enseñanzas en las aulas de la Universidad Nacional de Ucayali.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA **2**

AGRADECIMIENTO **4**

ÍNDICE DE TABLAS **12**

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES **15**

RESUMEN **17**

ABSTRACT **18**

INTRODUCCIÓN **19**

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **22**

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 22

1.1.1 Problema General 22

1.1.2 Problema Específico 22

1.2. OBJETIVOS 22

1.2.1. Objetivo General 22

1.2.2. Objetivos Específicos 23

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 23

1.4. LIMITACIONES Y ALCANCES 24

1.5. HIPÓTESIS 24

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL 24

1.5.1.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 25

1.6. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES 25

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE 25

1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE 25

1.6.3. VARIABLE INTERVENIENTE 25

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO **26**

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN 26

2.1.1. Internacionales 26
2.1.2. Nacionales 27
2.2. BASES TEÓRICAS 28
2.2.1. Definiciones básicos de sismología 28
2.2.2. Intensidad y magnitud de los terremotos 31
2.2.3. Efectos de sismos en edificios 34
2.2.4. Definiciones a la vulnerabilidad sísmica 34
2.2.5. Geodinámica del Perú 35
2.2.6. Zonificación sísmica del territorio peruano 36
2.2.7. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones 38
2.2.8. La estructuración sismorresistente 41
2.2.9. Fallas más comunes en edificaciones 42
2.2.10. Historia de las normas sísmicas peruanas de 1970, 1977 y 1997. 43
2.2.11. Sismicidad en Callería – Ucayali 46
2.3. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD 47
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 78
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS 80
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 80
3.1.1. Tipo y nivel de investigación. 80
3.1.1.1. Tipo de investigación 80
3.1.1.2. Nivel de investigación 80
3.1.2. Diseño de la investigación 81
3.1.3. Materiales y equipos. 82
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA 83
3.2.1. Población 83
3.2.2. Muestra 83
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS 84

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS 85
3.4.1. Procedimiento y presentación de datos 85
3.4.2. Mecanismos para el análisis e interpretación de resultados 85
CAPÍTULO IV: RESULTADOS 87
4.1. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA 87
4.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA 88
4.3. ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS 89
4.4. MODELAMIENTO EN PROGRAMA ETABS 2016 90
4.5. MÉTODO ITALIANO DE BENEDETTI Y PETRINI 92
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS 99
5.1 DISCUSIÓN 99
5.2.1. Formulación de cuadro de valores de indicadores 101
5.2.2. Supuestos de la Prueba de Hipótesis 101
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 109
7.1. CONCLUSIONES 109
7.2. RECOMENDACIONES 111
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS 112
MATRIZ DE CONSISTENCIA 116
ANEXOS 118
ANEXO A: Método Italiano de Benedetti y Petrini 119
A-01: Organización del sistema resistente 120
A-02: Calidad del sistema resistente 123
A-03: Resistencia convencional 125
A-04: Posición del edificio y cimentación 126
A-05: Diafragma horizontal (entrepisos) 128
A-06: Configuración en planta 129

A-07: Configuración en elevación 136
A-08: Separación máxima entre líneas resistentes 142
A-09: Tipo de cubierta.....143
A-10: Elementos no estructurales 146
A-11: Estado de conservación 146
ANEXO B: Ensayo de Esclerometría.....149
B-01: Pabellón de aulas N°01–Muestra1–Columna1–Primer nivel.....156
B-02: Pabellón de aulas N°01–Muestra2–Columna2–Primer nivel.....157
B-03: Pabellón de aulas N°01–Muestra3–Viga1–Primer nivel.....158
B-04: Pabellón de aulas N°01–Muestra4–Columna1–Segundo nivel 159
B-05: Pabellón de aulas N°01–Muestra5–Columna2–Segundo nivel 160
B-06: Pabellón de aulas N°01–Muestra6–Viga1–Segundo nivel 161
B-07: Pabellón de aulas N°01–Muestra7–Columna1– Tercer nivel.....162
B-08: Pabellón de aulas N°01–Muestra8–Columna2–Tercer nivel.....163
B-09: Pabellón de aulas N°01–Muestra9–Viga1–Tercer nivel.....164
B-10: Pabellón de aulas N°02–Muestra1–Columna1–Primer nivel.....165
B-11: Pabellón de aulas N°02–Muestra2–Columna2–Primer nivel.....166
B-12: Pabellón de aulas N°02–Muestra3–Viga1–Primer nivel.....167
B-13: Pabellón de aulas N°02–Muestra4–Columna1–Segundo nivel 168
B-14: Pabellón de aulas N°02–Muestra5–Columna2–Segundo nivel 169
B-15: Pabellón de aulas N°02–Muestra6–Viga1–Segundo nivel 170
B-16: Pabellón de aulas N°02–Muestra7–Columna1–Tercer nivel.....171
B-17: Pabellón de aulas N°02–Muestra8–Columna2–Tercer nivel.....172
B-18: Pabellón de aulas N°02–Muestra9–Viga1–Tercer nivel.....173
ANEXO C: Ensayo de Resistencia a la compresión de prismas de albañilería 175
ANEXO D: Estudio de Suelos.....177

ANEXO E: Metrado de cargas 231
E-01: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°01-Módulo I 232
E-02: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°01-Módulo II 238
E-03: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°02-Módulo I 244
E-04: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°02-Módulo II 250
E-05: Metrado de cargas del Módulo I propuesto 256
E-06: Metrado de cargas del Módulo II propuesto 262
ANEXO F: Diseño sismorresistente E.030-1977 267
ANEXO G: Diseño sismorresistente E.030-2019 292
ANEXO H: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones 318
H-01: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°01-Módulo I 319
H-02: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°01-Módulo II 321
H-03: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°02-Módulo I 323
H-04: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°02-Módulo II 325
H-05: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Módulo I propuesto 327
H-06: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Módulo II propuesto 331
ANEXO I: Verificación de la Regularidad estructural 335
I-01: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°01-Módulo I 336
I-02: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°01-Módulo II 345

I-03: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°02-Módulo I 354
I-04: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°02-Módulo II 363
ANEXO J: PROPUESTA 372
6.1. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES 373
6.2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS DE DISEÑO 375
6.3. CARGAS DE GRAVEDAD 375
6.4. REQUISITOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO 378
6.5. DISEÑO ESTRUCTURAL 378
6.6. ANÁLISIS SÍSMICO 379
6.7. ESPECTRO DE RESPUESTA 380
6.8. ANÁLISIS DINÁMICO 381
6.9. MODELAMIENTO SÍSMICO DEL MÓDULO I PROPUESTO. 383
6.9.1 Modos de vibración del Módulo I propuesto 385
6.9.2 Desplazamientos relativos de entrepiso (drift) del Módulo I propuesto 386
6.9.3 Peso estructural del Módulo I propuesto 387
6.9.4 Verificación de irregularidades del Módulo I propuesto 387
6.9.4.1 Irregularidades estructurales en altura 387
6.9.4.2 Irregularidades estructurales en planta 392
6.10 MODELAMIENTO SÍSMICO DEL MÓDULO II PROPUESTO. 398
6.10.1 Modos de Vibración del Módulo II propuesto 400
6.10.2 Desplazamientos relativos de entrepiso (drift) del Módulo II propuesto. 400
6.10.3 Peso estructural del Módulo II propuesto 401
6.10.4 Verificación de irregularidades del Módulo II propuesto. 401

6.10.4.1 Irregularidades estructurales en altura 401
6.10.4.2 Irregularidades estructurales en planta.....406
6.10.5 Cortante Dinámica del Módulo II propuesto. 409
6.11 DISEÑO ESTRUCTURAL.....411
6.11.1 Vigas 411
6.11.2 Losas 418
6.11.3 Columnas.....426
6.11.4 Muros de concreto (Placas).....431
ANEXO K: Panel Fotográfico.....438
ANEXO L: Planos 462

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación entre el coeficiente de reducción R y el factor de ductilidad Rd. 45
Tabla 2. Comparación de límite de distorsión de entrepiso entre la E.030-97 y la N-77. 45
Tabla 3. Comparación con lo exigido por la Norma Peruana de Estructuras. 49
Tabla 4. Escala de vulnerabilidad Benedetti-Petrini para edificaciones de albañilería. 50
Tabla 5. Puntaje de clases y pesos utilizados para estructuras de hormigón armado. 52
Tabla 6. Valorización de parámetros. 53
Tabla 7. Criterio de Categorización de la Vulnerabilidad Sísmica. 53
Tabla 8. Clases asignadas según tipología y número de niveles. 57
Tabla 9.Límite para desplazamiento lateral de entrepiso. 63
Tabla 10. Factores de zona (Z).....64
Tabla 11. Factores de importancia (U).....65
Tabla 12. Parámetros de sitio (S, Tp y TL). 66
Tabla 13. Parámetros de sitio (S, Tp y TL). 66
Tabla 14. Sistemas Estructurales. 67
Tabla 15. Valores de C1. 75
Tabla 16. Valores del coeficiente de momentos "m" y dimensión crítica "a".....76
Tabla 17. Resultado de la Resistencia a la compresión del concreto.....88
Tabla 18. Resultado de la Resistencia a la compresión de prismas de albañilería. 89
Tabla 19. Desplazamiento del Pabellón de aulas N°01 – Módulo I. 90
Tabla 20. Desplazamiento del Pabellón de aulas N°01 – Módulo II. 91
Tabla 21. Desplazamiento del Pabellón de aulas N°02 – Módulo I. 91
Tabla 22. Desplazamiento del Pabellón de aulas N°02 – Módulo II. 91
Tabla 23. Índice de vulnerabilidad para estructuras de albañilería del Pabellón de Aulas N°02.....93
Tabla 24. Índice de vulnerabilidad para estructuras de albañilería del Pabellón de Aulas N°01.....94

Tabla 25. Índice de vulnerabilidad para estructuras de Concreto Armado del Pabellón de Aulas N° 01. 95
Tabla 26. Índice de vulnerabilidad para estructuras de Concreto Armado del Pabellón de Aulas N° 02. 96
Tabla 27. Modos de vibración del Módulo I propuesto. 386
Tabla 28. Desplazamientos relativos (drift) y total del Módulo I propuesto. 386
Tabla 29. Peso estructural del Módulo I propuesto. 387
Tabla 30. Comprobación de irregularidad en Piso blando del Módulo I propuesto. 387
Tabla 31. Comprobación de irregularidad Extrema de Rigidez del Módulo I propuesto. 388
Tabla 32. Comprobación de irregularidad de Masa y Peso del Módulo I propuesto. 389
Tabla 33. Comprobación de irregularidad Geométrica Vertical del Módulo I propuesto. 391
Tabla 34. Comprobación de irregularidad Torsional del Módulo I propuesto. 392
Tabla 35. Comprobación de irregularidad Torsional Externa del Módulo I propuesto. 393
Tabla 36. Cortante Dinámica del Módulo I propuesto. 396
Tabla 37. Verificación de la fuerza cortante del primer piso del Módulo I propuesto. 396
Tabla 38. Factores de escala del Módulo I propuesto. 397
Tabla 39. Comprobación de la cortante dinámica del Módulo I propuesto. 398
Tabla 40. Modos de vibración del Módulo II propuesto. 400
Tabla 41. Desplazamientos relativos (drift) y total del Módulo II propuesto. 400
Tabla 42. Peso estructural del Módulo II propuesto. 401
Tabla 43. Comprobación de irregularidad en Piso blando del Módulo II propuesto. 401
Tabla 44. Comprobación de irregularidad Extrema de Rigidez del Módulo II propuesto. 402
Tabla 45. Comprobación de irregularidad de Masa y Peso del Módulo II propuesto. 403

Tabla 46. Comprobación de irregularidad Geométrica Vertical del Módulo II propuesto. 404
Tabla 47. Comprobación de irregularidad Torsional del Módulo II propuesto. 406
Tabla 48. Comprobación de irregularidad Torsional Extrema del Módulo II propuesto. 407
Tabla 49. Cortante Dinámica del Módulo II propuesto. 409
Tabla 50. Verificación de la fuerza cortante del primer piso del Módulo II propuesto. 409
Tabla 51. Factores de escala del Módulo II propuesto. 410
Tabla 52. Comprobación de la cortante dinámica del Módulo II propuesto. 411

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Relación geométrica entre foco y sitio. 30
Ilustración 2. Efecto de las fuerzas laterales en las edificaciones. 34
Ilustración 3. Zonas de amenaza sísmica en Perú. 38
Ilustración 4. Esquema de columna típica. 57
Ilustración 5. Esquema de Falsa simetría. 62
Ilustración 6. Irregularidad en Planta. 62
Ilustración 7. Definición de espectro de amplificación del suelo. 69
Ilustración 8. Esquema de alturas de la columna total y columna corta. 71
Ilustración 9. Arquitectura existente de la Universidad Nacional de Ucayali. 84
Ilustración 10.*Propiedades del concreto.* 374
Ilustración 11.*Propiedades de Albañilería.* 375
Ilustración 12.*Incidencias de las cargas de gravedad.* 377
Ilustración 13.*Versión del Programa Etabs 2016 16.2.1.* 379
Ilustración 14.*Espectro de respuesta en direcciones horizontes.* 380
Ilustración 15. *Espectro de respuesta en dirección vertical.* 381
Ilustración 16. *Combinación cuadrática completa (CQC) en la dirección* ***x.*** 382
Ilustración 17. *Combinación cuadrática completa (CQC) en la dirección* ***y****.* 383
Ilustración 18. *Vista del modelo estructural del Módulo I (IZQUIERDO). Los elementos no estructurales fueron ingresados como cargas permanentes.* 384
Ilustración 19. *Vista de la planta del 1er Nivel del Módulo I de 03 Pisos (IZQUIERDO).* 384
Ilustración 20. *Vista lateral del Módulo I de 03 Pisos (Izquierdo).* 385
Ilustración 21. *Vista isométrica para verificación de irregularidad geométrica vertical en Módulo I propuesto.* 390
Ilustración 22. *Dimensiones en planta en Módulo I propuesto.* 390
Ilustración 23. *Vista de discontinuidad en elementos resistentes.* 391
Ilustración 24. *No se observa desalineamiento vertical (Regular) en Módulo I propuesto.* 392
Ilustración 25. *Vista isométrica de esquinas entrantes.* 394
Ilustración 26. *No se observan esquinas entrantes (Regular) en Módulo I propuesto.* 394

Ilustración 27. *Diafragmas con discontinuidades abruptas.* 395
Ilustración 28. *Diafragmas con aberturas.* 395
Ilustración 29.*No se observan discontinuidad abrupta en los diafragmas ni aberturas en el diafragma.* 396
Ilustración 30. *Valores para U2 y U3 escalados en Módulo I propuesto.* 397
Ilustración 31. *Vista del modelo estructural del Módulo II (DERECHO). Los elementos no estructurales fueron ingresados como cargas permanentes.* 398
Ilustración 32. *Vista de la planta del 1er Nivel del Módulo II de 03 Pisos (DERECHO).*.....399
Ilustración 33. *Vista lateral del Módulo II de 03 Pisos (Derecho).* 399
Ilustración 34.*Vista isométrica para verificación de irregularidad geométrica vertical.* 404
Ilustración 35.*Dimensiones en planta en Módulo II propuesto.* 404
Ilustración 36. *Vista de discontinuidad en elementos resistentes.* 405
Ilustración 37. *No se observa desalineamiento vertical (Regular) en Módulo II propuesto.*.....406
Ilustración 38. *Vista isométrica de esquinas entrantes.* 407
Ilustración 39. No se observan esquinas entrantes (Regular) en Módulo II propuesto.....408
Ilustración 40. *Diafragmas con discontinuidades abruptas.* 408
Ilustración 41. *Diafragmas con aberturas.* 408
Ilustración 42. *No se observan discontinuidad abrupta en los diafragmas ni aberturas en el diafragma.* 409
Ilustración 43. *Valores para U2 y U3 escalados en Módulo II propuesto.* 410

RESUMEN

La Universidad Nacional de Ucayali del distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, está ubicada en una zona de media sismicidad y sobre un suelo de baja resistencia, los dos Pabellones de Aulas son antiguos alrededor de 23 años. Es el motivo por el cual se planteó el objetivo de determinar la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N°01 y N°02, con el fin de contribuir y fomentar acciones ante un evento sísmico de manera que no ponga en riesgo las vidas humanas y reducir las pérdidas materiales después de un sismo severo.

Por esta razón se aplicó el modelo italiano de Benedetti y Petrini, dicho método calcula un índice de vulnerabilidad en función de las características de la estructura que tienen mayor incidencia en su comportamiento sísmico. La información recolectada en la etapa de campo permitió analizar y ponderar los parámetros vinculados con componentes, no estructurales y estructurales, que son parte importante en el comportamiento sísmico de cada Pabellón de Aulas. Los resultados obtenidos reflejan que ambos Pabellones de Aulas en la tipología de Albañilería tienen vulnerabilidad sísmica alta, mientras que la evaluación en la tipología de concreto armado del Pabellón de Aulas N°01 y N°02 tienen vulnerabilidad sísmica alta; por lo que ante un sismo severo los Pabellones de Aulas N° 01 y N° 02 de la Universidad Nacional de Ucayali sufrirán fallas de columna corta, piso blando, sus tabiques colapsarán y todo esto llevará al posible colapso de ambos Pabellones de Aulas.

Palabras claves: Índice de vulnerabilidad, Vulnerabilidad sísmica, comportamiento estructural, características de la estructura.

ABSTRACT

The National University of Ucayali in the district of Callería, province of Coronel Portillo, department of Ucayali, is located in an area of medium seismicity and on a low resistance floor, the blocks of Classrooms are mostly old around 23 years. That is why the objective of determining the seismic vulnerability of said blocks of classrooms N ° 01 and N ° 02 was proposed, in order to contribute and promote actions before a seismic event in a way that does not endanger human lives and reduce the material losses after a severe earthquake.

For this reason the Italian model of Benedetti and Petrini was applied, this method calculates a vulnerability index based on the characteristics of the structure that have the greatest incidence in its seismic behavior. The information collected in the field stage allowed us to analyze and weigh the parameters related to components, non-structural and structural, which are an important part in the seismic behavior of each Classroom block. The obtained results reflect that both Classrooms of the Classrooms of Masonry have high seismic vulnerability, while the evaluation in the type of reinforced concrete of the blocks of Classrooms No. 01 and No. 02 have high seismic vulnerability; so that before a severe earthquake the blocks of Classrooms No. 01 and No. 02 of the National University of Ucayali will suffer failures of short column, soft floor, their partitions will collapse and all this will lead to the possible collapse of both blocks of Classrooms.

Keywords: structure characteristics, Seismic vulnerability, structural behavior, vulnerability index.

INTRODUCCIÓN

Ante la alta sismicidad del país se generaron actualizaciones del Reglamento Nacional que intentan cumplir la filosofía y principios del diseño sismorresistente de evitar pérdidas de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad.

En 1970 se publica el Reglamento Nacional de Construcciones que al transcurso de los años se publicaba hasta que en 1977 se difunde las normas de diseño sismorresistente, donde se muestra por primera vez, un mapa de zonificación sísmica del Perú, mapa que ha servido de base para el actual RNE- E.030 - 2019.

Teniendo presente las actualizaciones del Reglamento Nacional todavía se cometen errores de construcción, diseño, etc; que aumentan la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones, todo por no aplicar correctamente el Reglamento y sobre todo en edificaciones como Pabellones de Aulas, que hacen más propenso en poner en peligro la vida de muchas personas.

Para determinar la vulnerabilidad sísmica se empleó el método del Índice de Vulnerabilidad sísmica propuesto por Benedetti y Petrini, relacionándolo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, esta metodología nos presenta once parámetros que más influyen en el comportamiento sísmico para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de Aulas.

Se eligió dicha metodología por estar sustentado por datos reales que provienen de la evaluación y análisis de daños por terremotos, también se aplica en estudios a nivel urbano y rural, se tiene antecedentes por haberse aplicado en varias ciudades de América y Europa con fructíferos resultados, a la vez de ser adaptable completamente con el Reglamento Nacional de Edificaciones.

El Informe se encamina a la determinación de ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali ante un sismo moderado?

Se planteó como hipótesis que la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de aulas de la Universidad Nacional de Ucayali del distrito de Callería es de nivel alto, debido a sus inadecuadas características geométricas, constructivas y estructurales.

La investigación se justifica en la necesidad de determinar el índice de vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de aulas de la Universidad Nacional de Ucayali del distrito de Callería, ya que su infraestructura actualmente presenta posibles fallas estructurales y no estructurales; además que tiene una antigüedad de 23 años. Por tal motivo se proyecta una edificación que cumpla con todo los requisitos de las normas E.030 - 2019, E.060, E.070, por lo cual se garantiza que la estructura no colapse antes sismos moderados, pudiendo experimentar daños reparables dentro de los límites permisibles., buscando su mejoramiento funcional y alargando su vida útil, en beneficio de los estudiantes, docentes y del personal que allí labora.

La investigación se llevó a cabo en la Universidad Nacional de Ucayali ubicada en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali; durante los meses de setiembre del año 2017 a Julio de 2019.

Según el RNE- E.030, la Región Ucayali se encuentra en la zona sísmica 02 (zona de media sismicidad), en tal sentido se planteó como objetivo general de la presente investigación, evaluar la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de aulas de La Universidad Nacional de Ucayali del distrito de Callería. Planteando para ello el siguiente objetivo específico: Comprobar si la antigüedad de los pabellones de aulas y la evolución de la NTE. E.030 *Diseño Sismorresistente*, aumentan los niveles de vulnerabilidad sísmica ante un sismo moderado.

Otro de los objetivos específicos del presente trabajo de investigación, fue analizar si la inadecuada configuración estructural y los problemas en la etapa constructiva, aumentan los niveles de vulnerabilidad sísmica.

Y el último de los objetivos específicos del presente trabajo de investigación, fue determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de los pabellones de aulas N°01 y

N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, mediante el método del Índice de Vulnerabilidad que permita identificar los aspectos técnicos.

L a investigación viene estructurada de la siguiente manera:

Capítulo I: Planteamiento del Problema; el presente capítulo se describe el Plan de Investigación realizado en el Proyecto, como la formulación del problema, objetivos generales y específicos.

Capítulo II: Marco Teórico; se muestra investigaciones sobre el tema, con sus conclusiones más importantes; en subcapítulos se describe las bases teóricas, asimismo las definiciones términos básicos o mediciones.

Capítulo III: Materiales y Métodos; se describe paso a paso los materiales y equipos, diseño metodológico, diseño de investigación, la población y la muestra, los procedimientos, técnicas e instrumentos usados para la recolección y tratamiento de datos.

Capítulo IV: Análisis y Discusión de Resultados, se evalúa, explica y discute los resultados, también se plantean propuestas para mejorar el comportamiento estructural de ambos Pabellones de Aulas.

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones obtenidas en el desarrollo de la presente tesis.

Finalmente se presenta; la bibliografía y los anexos necesarios.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1 Problema General

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali ante un sismo moderado?

1.1.2 Problema Específico

¿La antigüedad de los Pabellones de Aulas aumentan los niveles de vulnerabilidad sísmica ante un sismo moderado?

¿Los problemas en la etapa constructiva y la calidad de los materiales utilizados en los Pabellones de Aulas de la Universidad Nacional de Ucayali, aumentan los niveles de vulnerabilidad sísmica?

¿El método del Índice de Vulnerabilidad será el adecuado para medir el grado vulnerabilidad de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Evaluar la Vulnerabilidad Sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, con la finalidad de contribuir y fomentar acciones ante un evento sísmico de manera que no ponga en riesgo las vidas humanas y reducir las pérdidas materiales.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los sistemas estructurales utilizados en los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Identificar los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto (f'c) y la resistencia a la compresión axial de las unidades de albañilería (f'm), utilizadas en los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali.
- Evaluar si el método del índice de vulnerabilidad es el adecuado para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El Perú al estar ubicado del cinturón circumpacífico, una de las zonas sísmicas más activas del planeta, se ve constantemente afectada por la actividad sísmica provocada por la subducción de la plaza de nazca y la placa sudamericana.

Las tendencias actuales en ingeniería sísmica acogen la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica en lugares con gran concurrencia de personas. Es allí donde existen grandes riesgos de pérdidas humanas y materiales.

La ciudad de Pucallpa se encuentra ubicado en el departamento de Ucayali en la selva del Perú, y por su localización por la norma peruana actual Sismorresistente NTE.E.030-2019 se atribuye una clasificación de zona 2, presentando esta zona aceleraciones (0.25g).

La infraestructura universitaria es una de las prioridades más importantes dentro de la Universidad Nacional de Ucayali, por su comportamiento frente a un evento sísmico o cualquier otro fenómeno de la naturaleza que depende la vida y seguridad de muchos estudiantes, profesores, entre otros, cuya formación académica depende el crecimiento de la región y del país. Para sumar la importancia, deriva también en caso de desastres naturales como inundaciones, incendios, vientos

acérrimos, dando como resultado muchas personas damnificadas, y que estos establecimientos educativos servirán de albergues provisionales a la población local.

La disminución del índice es clave, ya que se reduciría el costo de las vidas humanas y las herramientas que ejercen en los desastres no causados por el hombre, sino que se alcanza un desarrollo sostenible en el Perú de esta manera.

1.4. LIMITACIONES Y ALCANCES

- La investigación está limitada a la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali.
- El periodo de tiempo de recolección de la información comprende tiempo necesario para dar la cobertura al estudio.
- Los gastos derivados de esta investigación serán asumidos en lo posible por los tesistas.
- Fuentes de datos para esta investigación (Planos), estarán limitados debido a la antigüedad de los pabellones analizados por los tesistas.
- Los ensayos destructivos y no destructivos para la investigación, estarán limitados por la autorización de la Universidad Nacional de Ucayali.

1.5. HIPÓTESIS

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, permitirá conocer que el grado de vulnerabilidad es alta, bajo condiciones probables de sismo.

1.5.1.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

• Reconociendo los sistemas estructurales y realizando el análisis sísmico, los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, no cumplen con lo estipulado en NTE. E.030 “Diseño Sismorresistente”.

• Identificando los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto y la resistencia a la compresión axial de las unidades de albañilería, se determina que los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali no cumplen con los requisitos normativos vigentes.

• El método del índice de vulnerabilidad para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones de aulas N°01 y N°02, es adecuada para determinar el grado de la vulnerabilidad sísmica de una manera rápida y aproximada a la realidad.

1.6. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES

1.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica.

Indicadores: Escalas, índices, coeficientes.

1.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Grado de vulnerabilidad.

Indicadores: Rangos de vulnerabilidad (Baja, media y alta).

1.6.3. VARIABLE INTERVENIENTE

La metodología a utilizar para la Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacionales

- Se desarrolló un estudio de investigación a cargo de (Maldonado Rondón, Chio Cho, & Gómez Araujo, 2007) el cual presentaron un modelo rápido y sencillo de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería a escala regional. Se concluyó que el modelo propuesto muestra sencillez y viabilidad en su aplicación, por lo cual es ideal su uso en estudios a gran escala. Otra conclusión a la que llegaron los expertos fue que los parámetros más relevantes para determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones son: el sistema estructural, la calidad del sistema resistente, la posición de la cimentación, el tipo de suelo y pendiente del terreno, el tipo de diafragma horizontal, la configuración en planta y elevación, la distancia máxima entre muros, el tipo de cubierta y el estado de conservación de la edificación.

- Alvayay (2013) desarrolló un estudio sobre: evaluación de la vulnerabilidad sísmica del casco urbano de la ciudad de Valdivia, obteniendo como resultado que la vulnerabilidad de las estructuras de hormigón armado y de albañilería confinada de la ciudad es moderada. Dichas estructuras en general poseen una buena configuración estructural y características geométricas. Como resultado del estudio se concluye que en las tipologías estructurales evaluadas, la vulnerabilidad ronda en valores medios de 0,44 para estructuras de hormigón armado y 0,55 para albañilería confinada cuyos valores no se consideran elevados.

2.1.2. Nacionales

- Vizconde (2004) evaluó la vulnerabilidad sísmica de la clínica San Miguel en Piura, llegando a las siguientes conclusiones: El Diseño Sísmico de la Clínica San Miguel no es satisfactorio, pues no cumple con los objetivos de un nivel de Ocupación Inmediata, requerido para este tipo de edificaciones. La mayoría de los muros o tabiques de albañilería no reforzada, al no haber sido diseñados para soportar cargas de sismo, fallan por corte para un sismo máximo esperado. El edificio en su conjunto tiene una buena resistencia al sismo, debido a la falla solo de algunas vigas y muros de albañilería, pero estos al fisurarse y agrietarse podría perder su capacidad de corte y no trabajar, dejando las cargas a ser soportadas por los elementos de los pórticos (columnas y vigas). Por tanto no es seguro para un nivel de Ocupación Inmediata.

- Marín (2014) en su investigación referente a: 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, llegó a las siguientes conclusiones: Los pabellones 1 y 2 de la Institución Educativa Estatal Ramón Castilla y Marquesado, tienen vulnerabilidad sísmica alta y media respectivamente; a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, elevada rigidez de la columna corta, inestabilidad de sus tabiques y su regular a mal estado de conservación. Las características geométricas, constructivas y estructurales que más influyeron en la vulnerabilidad sísmica de los pabellones evaluados fueron: desplazamientos relativos de entrepiso, falla de columna corta, calidad del tipo de mampostería, calidad de líneas resistentes y uso de la normativa antisísmica.

- Mosqueira (2012) en su estudio sobre riesgo sísmico en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería de la UNC llegó a las siguientes conclusiones: La Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, tiene vulnerabilidad sísmica alta, a causa de su comportamiento sísmico inadecuado. Los desplazamientos laterales que se producirán en las

edificaciones de la Facultad de Ingeniería ante un sismo severo son mayores a la junta sísmica existente. Las vigas y columnas tienen un comportamiento aceptable ante cargas muertas y vivas (cargas de servicio), pero inadecuado ante cargas sísmicas, pudiendo llevarlas al colapso. La falla típica que podría producirse ante un evento sísmico severo en las edificaciones de la Facultad de Ingeniería es: la falla de columna corta, debido a la falta o inadecuada junta de construcción entre tabique -pórtico, ubicación de vanos y a la elevada rigidez que tendrían que soportar frente al sismo, pues en algunos casos tendría que soportar hasta 670 veces más fuerza sísmica que soportaría la columna larga.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Definiciones básicos de sismología

Los siguientes conceptos son los más frecuentes en sismología.

- **Terremoto:** “Vibración de la corteza terrestre inducidas por el paso de las ondas sísmicas provenientes de un lugar o zona donde han ocurrido movimientos súbitos de la corteza terrestre” (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Sismología:** “Es la ciencia y estudio de los sismos, sus causas, efectos y fenómenos asociados” (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Sismicidad:** Es la frecuencia de ocurrencia de sismos por unidad de área en una región dada. A menudo esta definición es empleada inadecuadamente, por lo que se define en forma más general como "la actividad sísmica de una región dada", esta última definición implica que la sismicidad se refiere a la cantidad de energía liberada en un área en particular (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Amenaza sísmica:** “Es el valor esperado de futuras acciones sísmicas en el sitio de interés y se cuantifica en términos de una aceleración horizontal

del terreno esperada, que tiene una probabilidad de excedencia dada en un lapso de tiempo predeterminado" (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Microzonificación sísmica:** División de una región o de un área urbana en zonas más pequeñas, que presentan un cierto grado de similitud en la forma como se ven afectadas por los movimientos sísmicos, dadas las características de los estratos de suelo subyacente (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Fallas geológicas:** "Ruptura, o zona de ruptura, en la roca de la corteza terrestre cuyos lados han tenido movimientos paralelos al plano de ruptura" (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Ondas sísmicas:** "Son vibraciones que se propagan a través de la corteza terrestre causadas por la repentina liberación de energía en el foco" (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Acelerograma:** "Descripción en el tiempo de las aceleraciones a que estuvo sometido el terreno durante la ocurrencia de un sismo real" (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Sismograma:** "Es un registro de movimiento sísmico y mide la magnitud de los sismos" (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Aceleración pico del suelo:** "Es la aceleración máxima de un punto en la superficie alcanzada durante un sismo, expresada como fracción de la gravedad" (Goytia y Villanueva, 2001, p.13).

- **Licuación:** "Respuesta de los suelos sometidos a vibraciones, en la cual estos se comportan como un fluido denso y no como una masa de suelo húmeda" (Goytia y Villanueva, 2001, p.14).

- **Epicentro:** "Punto que se encuentra en la superficie de la tierra inmediatamente por encima del foco" (Goytia y Villanueva, 2001, p.14).

- **Hipocentro:** “Foco sísmico o fuente, es el punto o grupo de puntos subterráneos desde donde se origina el sismo” (Goytia y Villanueva, 2001, p.14).

- **Distancia epicentral (D):** “Es la distancia horizontal desde un punto en la superficie al epicentro” (Goytia y Villanueva, 2001, p.14).

  Ver la Ilustración 1

- **Distancia focal (R):** “Es la distancia de un punto en la superficie al foco, hipocentro o fuente” (Goytia y Villanueva, 2001, p.14).

  Ver la Ilustración 1

- **Profundidad focal (H):** “Es la distancia entre el foco y epicentro” (Goytia y Villanueva, 2001, p.14).

  Ver la Ilustración1

- **Sismo de diseño:** “Es la caracterización de los movimientos sísmicos en un sitio dado que deben utilizarse en la realización del diseño sismorresistente” (Goytia y Villanueva, 2001, p.14).

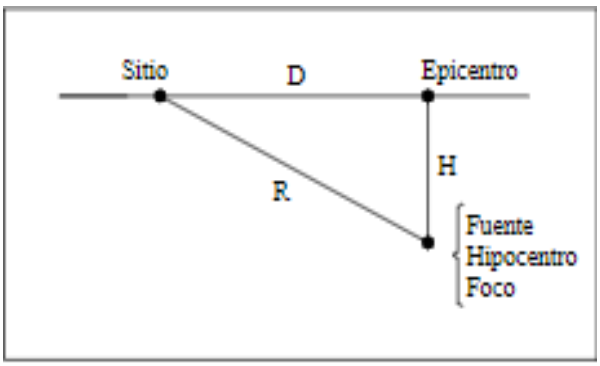


Ilustración 1. *Relación geométrica entre foco y sitio.*
Fuente: (Goytia y Villanueva Inca, 2001, p14).

2.2.2. Intensidad y magnitud de los terremotos

Desde que la sismología alcanzó un carácter plenamente científico, los sismólogos intentan establecer criterios lo más precisos posibles para determinar la importancia de los terremotos. En la actualidad, se utilizan para ello dos parámetros: uno objetivo, la magnitud, y otro más subjetivo, la intensidad (Marín, 2014, p.25).

Mediante la magnitud de un sismo se intenta determinar la cantidad de energía liberada en un foco. Se calcula midiendo en el sismograma correspondiente la amplitud máxima que alcanzan ciertas ondas sísmicas en un determinado tipo de sismógrafo. La magnitud es, pues, el parámetro más objetivo para conocer la violencia intrínseca de un terremoto. La escala de magnitudes más usada en la actualidad fue establecida por el sismólogo estadounidense Ch. F. Richter y comprende diez grados, del O al 9, donde cada grado es diez veces superior al precedente (Marín, 2014, p.25).

El concepto intensidad de un sismo es mucho más subjetivo que el de magnitud, pues se basa en la apreciación de los efectos producidos por el mismo en la superficie, sobre edificaciones, etc. La intensidad máxima de un terremoto, en el epicentro y que decrece a medida que aumenta su distancia, depende en primer lugar de la magnitud del mismo, es decir, de su violencia intrínseca, y en segundo lugar, de la profundidad donde se encuentra el foco; es más intenso cuanto más superficial sea el hipocentro. Para conocer las intensidades sísmicas se utilizan varias escalas, como la de Mercalli modificada, que comprende doce grados de intensidades (Marín, 2014, p.26).

- **Grado I.** “Movimiento sísmico imperceptible para la gran mayoría de personas y únicamente percibido por los sismógrafos. Los pájaros y otros animales pueden manifestar un cierto desasosiego. Instrumental” (Marín, 2014, p.26).

- **Grado II.** “Movimiento percibido por ciertas personas, especialmente las que se encuentran en ambientes apacibles, echadas o recostadas y en los pisos superiores de los edificios. Muy débil” (Marín, 2014, p.26).

- **Grado III.** “Sacudidas detectadas por muchas personas en el interior de las casas, aunque, en ocasiones, no las reconocen como un sismo, sino como debido al paso de camiones. Pueden llegar a percibirse la duración y la dirección del movimiento. Ligero” (Marín, 2014, p.26).

- **Grado IV.** Sacudida percibida por la mayoría de las personas en el interior de los edificios y por algunas que circulan por las calles. Oscilación de objetos colgantes, crujidos de paredes, tintineo de cristales y vajillas. Ligeras oscilaciones de algunos coches parados. Moderado (Marín, 2014, p.26).

- **Grado V.** Sacudida percibida prácticamente por toda la población afectada, estimándose perfectamente la dirección y duración del fenómeno; las personas que duermen pueden despertarse. Caída de objetos en equilibrio, oscilación de puertas, movimiento de objetos colgados de las paredes, parada o puesta en marcha de los relojes de péndulo. Algo fuerte (Marín, 2014, p.26).

- **Grado VI.** Lo sienten todas las personas, las cuales tienden a abandonar los edificios, las que se hallan en movimiento pueden sufrir ciertas vacilaciones al desplazarse. Rotura de cristales, vajillas, platos, caída de estanterías, cuadros y objetos colgados de las paredes, oscilación de muebles pesados, resquebrajamiento de tabiques, enlucidos y muros de poca calidad. Suenan espontáneamente las campanas de las iglesias. Fuerte (Marín, 2014, p.26).

- **Grado VII.** Se hace difícil permanecer de pie durante las fases principales de sacudidas con esta intensidad; perceptibles en automóviles en movimiento; rotura de muebles, aleros y tejados débiles; desprendimiento de enlucidos de yeso, cal y piedra, cornisas y adornos arquitectónicos. Los daños en edificios bien proyectados y construidos son escasos, pero

pueden ser considerables en construcciones de deficiente calidad. Se producen olas en la superficie de los estanques y se enturbian las aguas. Tañido general de campanas. Muy fuerte (Marín, 2014, p.27).

- **Grado VIII.** Perturbaciones notables en la conducción de automóviles, frecuente pérdida del control; caída de tabiques, monumentos, torres, depósitos elevados, etc.; las casas de madera se mueven sobre sus cimientos y pueden caer; rupturas de cercas deterioradas, cambios de caudal o nivel en manantiales y pozos, desprendimientos de terrenos con grandes pendientes. Destructivo (Marín, 2014, p.27).

- **Grado IX.** Pánico general entre la población. Rotura de conducciones subterráneas, agrietamiento del suelo, destrucción de puentes, deformaciones en los rieles de los ferrocarriles. En zonas aluviales, expulsión de arenas y fangos. Serios daños en edificaciones y cimientos; derrumbamiento total de muros de no muy buena calidad. Ruinoso. Destructivo (Marín, 2014, p.27).

- **Grado X.** Destrucción de la mayor parte de estructuras de mampostería y de madera, incluso en sus cimientos; graves daños en presas, muros de contención, etc.; graves derrumbamientos y desplazamientos de terrenos. Algunos edificios bien construidos experimentan daños de construcción; desbordamiento de agua en canales, lagos, ríos, etc. Desastroso Destructivo (Marín, 2014, p.27).

- **Grado XI.** “Prácticamente no queda en pie ninguna estructura de mampostería. Las conducciones subterráneas quedan fuera de servicio. Graves daños en edificios, incluso de buena calidad. Muy desastroso” Destructivo (Marín, 2014, p.27).

- **Grado XII.** Desaparición prácticamente total de todo rastro de construcción humana. Grandes desplazamientos de tierras, proyección de objetos hacia lo alto, formación de grandes fallas, notables deformaciones en el terreno. Se producen grandes cambios en la topografía de las zonas afectadas. Catastrófico Destructivo (Marín, 2014, p.27).

2.2.3. Efectos de sismos en edificios

Cuando tiembla, las edificaciones responden a las aceleraciones transmitidas desde el suelo, a través de los cimientos de la estructura. La inercia del edificio causa la deformación de la estructura, lo cual produce la concentración de esfuerzos en los muros débiles o en las juntas de la estructura resultando en daños o en el colapso total. El nivel de daño que presente la estructura dependerá de la amplitud y de la duración del sismo, pero las condiciones locales son inclusive más importantes; por ejemplo los temblores en sedimentos suaves son más graves y prolongados cuando se comparan con los temblores experimentados en sitios de roca dura. Los efectos de los sismos son mayores en las edificaciones de varios pisos, las cuales tienden a temblar por más tiempo que las edificaciones de uno o pocos pisos, lo cual las hace más susceptibles al daño (Marín, 2014, p.28).

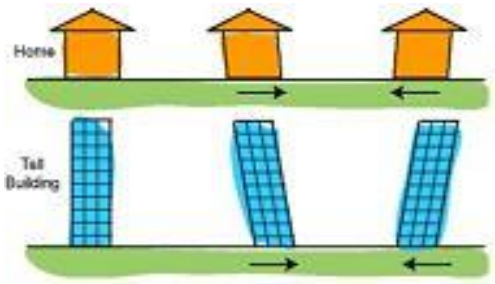


Ilustración 2. *Efecto de las fuerzas laterales en las edificaciones.*
Fuente: (Marín, 2014, p28).

2.2.4. Definiciones a la vulnerabilidad sísmica

Para prevenir, mitigar o eliminar el impacto de un posible fenómeno destructor (como un sismo) es necesario establecer los conceptos fundamentales implicados como son peligro, amenaza, vulnerabilidad y riesgo. En 1979 la UNDRO con el fin de establecer una uniformidad en la comprensión de estos conceptos propuso su definición, las cuales han sido aceptados mundialmente (Marín, 2014, p.28).

a) Peligro

"Es la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente dañino con una cierta intensidad, en un periodo de tiempo y en un sitio determinado" (Marín, 2014, p.28).

b) Vulnerabilidad

"Grado de pérdida de un elemento, resultante de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada, expresada en una escala desde cero (sin daño) hasta uno (colapso total) en cualquier escala proporcional a esta" (Bustamante, Castro y Marquez 2014, p.29).

c) Riesgo específico

"Es la probabilidad esperada de pérdidas, debidas a la ocurrencia de un fenómeno natural, expresado como una función de la amenaza o peligro y la vulnerabilidad" (Marín, 2014, p.29).

d) Elementos de riesgo

"Definidos como la población, las edificaciones, las obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, la infraestructura, entre otros, susceptibles a ser afectados por un fenómeno natural" (Marín, 2014, p.29).

e) Riesgo total

"Es el grado de pérdidas debidas a un fenómeno natural, como una función de riesgo específico y el valor de los elementos en riesgo" (Marín, 2014, p.29).

2.2.5. Geodinámica del Perú

"El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto está expuesto a este peligro, que

trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales” (Marín, 2014, p.29).

La interacción de la placa de Nazca y la Sudamericana, es el principal proceso tectónico que define la geodinámica del Perú. Este proceso es conocido como subducción, el mismo que produjo el levantamiento y arrugamiento del margen continental durante un periodo orogénico muy complejo hasta formar una superficie topográfica muy accidentada y cuyo resultado final fue la formación de una cadena montañosa que se extiende, de Norte a Sur, a lo largo de todo el borde Oeste de Sudamérica, desde Venezuela hasta la Tierra del Fuego en Chile, siendo conocida como "*La Cordillera de los Andes*". Esta cordillera fuertemente deformada, comprende un conjunto de diversas estructuras, tales como montañas, volcanes, anticlinales, sinclinales, mesetas y otras que se encuentran emplazados entre la línea de fosa peruano - chilena y el llano amazónico (Marín, 2014, p.29).

La formación de la Cordillera Andina fue acompañada por una sucesión de periodos de subsidencias y levantamientos relacionados con regímenes tectónicos de extensión y compresión que produjeron consecuentemente el acortamiento y engrosamiento de la corteza. Según Megard (1978), Dalmayrac et al (1981) y Sebrier et al (1985), todo el proceso geodinámico que ha soportado el Perú se ha desarrollado en dos periodos claramente identificados por los diferentes acontecimientos geológicos que en ellos ocurrieron: el Paleozoico y el Triásico – Pleistoceno (Marín, 2014, p.30).

2.2.6. Zonificación sísmica del territorio peruano

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Ilustración 3. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo N° 1 contiene el listado

de las provincias y distritos que corresponden a cada zona (Manrique y Palomino, 2011, p.32).

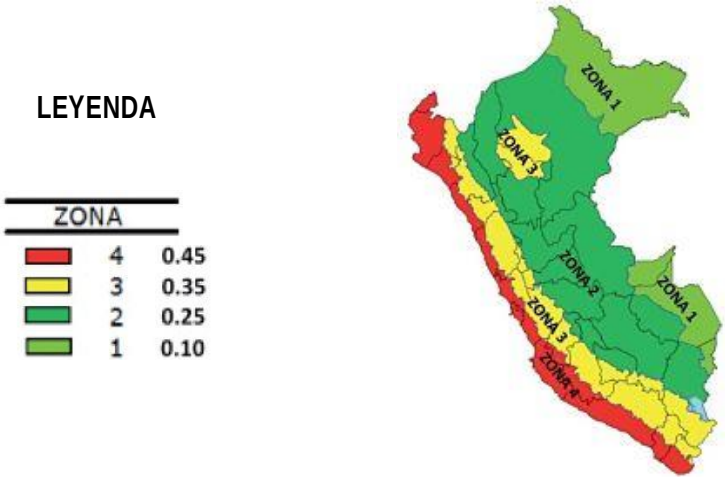


Ilustración 3. *Zonas de amenaza sísmica en Perú.*
Fuente: (Manrique y Palomino, 2011, p.32).

2.2.7. Vulnerabilidad sísmica de edificaciones

Es el grado de susceptibilidad de un grupo de edificaciones, a sufrir daños parciales o totales, representados en bienes materiales y en vidas humanas, que pueden ocasionar la pérdida de la funcionalidad, por la ocurrencia de movimientos sísmicos de intensidad y magnitud dadas, en un periodo de tiempo y sitio determinado (Garcés, 2017, p.21).

Es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su comportamiento que puede entenderse como la predisposición intrínseca de un elemento o de un grupo de elementos a ser afectado o ser susceptible a sufrir daño ante la ocurrencia de un evento sísmico determinado (Marín, 2014, p.31).

a) Causas de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones

Un grupo de edificación, es vulnerable por las siguientes condiciones:

- **Vulnerabilidad por origen**

  "Es el grado de susceptibilidad o predisposición de las estructuras físicas, socioeconómicas y medioambientales, constituidas y construidas sin

ningún tipo de control ni planificación, que pueden sufrir daño o pérdida a causa de un fenómeno natural" (Marín, 2014, p.31).

- **Vulnerabilidad progresiva.**

  "Es el grado de susceptibilidad o predisposición de las estructuras físicas, socioeconómicas y medioambientales, en gran parte transformadas sin ningún tipo de control ni planificación, que pueden sufrir daño o pérdida a causa de un fenómeno natural" (Marín, 2014, p.31).

b) Componentes de la vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad puede ser física o funcional, la primera está relacionada con la capacidad que tiene la edificación para comportarse adecuadamente frente a la acción sísmica durante su vida útil y que puede afectar los elementos estructurales que componen el sistema de soporte del edificio (*vulnerabilidad estructural*), al igual que los elementos no estructurales, tales como los componentes arquitectónicos, divisiones, instalaciones, equipos, etc. (Marín, 2014, p.31).

La falla de los elementos no estructurales puede causar la inhabilitación del edificio para su buen funcionamiento o para su ocupación temporal (*vulnerabilidad no estructural*). La segunda está relacionada con la capacidad de la edificación de seguir prestando el servicio para el que fue diseñada o construida (Marín, 2014, p.31).

- **Vulnerabilidad física**

  "Es el grado de susceptibilidad o predisposición de los elementos estructurales y no estructurales a sufrir daño o pérdida, puede ser de tipo estructural o no estructural" (Marín, 2014, p.32).

  a) Vulnerabilidad estructural

  Está asociada a la susceptibilidad de los elementos estructurales de sufrir daño debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico estructural. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o

componentes que forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y es el que tradicionalmente ha merecido la atención prioritaria de los investigadores (Marín, 2014, p.32).

b) Vulnerabilidad no estructural

Está asociada a la susceptibilidad de los elementos o componentes no estructurales de sufrir daño debido a un sismo, lo que se ha llamado *daño sísmico no estructural*. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que no forman parte integrante del sistema resistente o estructura de la edificación y que pueden clasificarse en componentes arquitectónicos (puertas, ventanas, parapetos, etc.) y componentes electromecánicos (ductos, canalizaciones, conexiones, equipos, etc.) que cumplen funciones importantes dentro de las instalaciones de la edificación (Marín, 2014, p.32).

Los elementos no estructurales pueden llegar a convertirse en elementos potencialmente peligrosos cuando no se encuentran ligados o amarrados adecuadamente al resto de la edificación, introduciendo cambios en la estructuración y en los mecanismos de transmisión de cargas, que pueden propiciar su falla (Marín, 2014, p.32).

- **Vulnerabilidad funcional**

  Se define como la susceptibilidad de la edificación para seguir prestando el servicio para el que fue construida. Este es un aspecto de máxima importancia en edificaciones cuya función es vital, como es el caso de las edificaciones indispensables (hospitales, clínicas y centros de salud, etc.). Aunque las edificaciones desarrollen un buen desempeño estructural frente a las solicitaciones sísmicas, se puede presentar un colapso funcional, que puede ser más grave que una falla en los elementos de la propia estructura (Marín, 2014, p.32).

2.2.8. La estructuración sismorresistente

En un diseño sísmico la estructuración es una de las partes más importante: “puesto que no se puede lograr que un edificio mal estructurado se comporte satisfactoriamente ante un sismo” teniendo muy en cuenta que existen muchas edificaciones del pasado que han soportado satisfactoriamente sismos de gran intensidad debido a su excelente configuración arquitectónica y estructuración, como las siguientes construcciones que datan de épocas pasadas: El Partenón de Atenas, El Panteón, Santa Sofía (Estambul), etc (Martel, 2004, p.10).

La configuración de la estructura queda definida en buena parte por el proyecto arquitectónico, haciendo necesaria la interacción entre el proyectista arquitectónico y el proyectista estructural, debido a que la configuración en zonas sísmicas tiende a edificios regulares y robustos, por ello se deben conjugar las necesidades arquitectónicas, y estructurales para lograr proyectos funcionales, seguros y estéticamente atractivos (Martel, 2004, p.10).

En muchos casos hay requisitos mínimos para estructurar adecuadamente:

- La edificación debe poseer una configuración de elementos estructurales, los cuales le den resistencia y rigidez a las cargas laterales en cualquier dirección a la que estaría sujeta la estructura, lo cual se logra con sistemas resistentes en dos direcciones ortogonales (Martel, 2004, p.10).

- “La configuración de los elementos estructurales debe permitir un flujo regular, continuo y eficiente de las fuerzas sísmicas, desde el punto donde se generan (los puntos donde existe fuerza de inercia) hasta el terreno” (Martel, 2004, p.10).

- “Deben evitarse las amplificaciones vibraciones, solicitaciones concentradas, vibraciones torsionales las que no son producidas por una mala configuración y en las que se crean irregularidades de masa, rigideces en planta o en elevación” (Martel, 2004, p.10).

- “Los sistemas estructurales deben disponer de redundancia y capacidad de deformación inelástica y así disipar la energía introducida por sismos de gran intensidad evitando las fallas frágiles locales y globales” (Martel, 2004, p.10).

2.2.9. Fallas más comunes en edificaciones

- **Columna Corta:** Este tipo de falla se debe a concentraciones de esfuerzos en puntos críticos, en forma principal en las columnas. Esta falla se ha observado en los diferentes sismos ocurridos en nuestro país: 1971, 1980, 1996, afectado en su gran mayoría a centros educativos debido a que, en su configuración arquitectónica, se contempla entre el pasadizo y las aulas unas ventanas altas, diseñadas para dar privacidad y generar una ventilación cruzada, quedando atrapadas columnas cortas en este eje; considerándose las columnas cortas un problema constructivo más que estructural, debido a que los parapetos o deberían entrar en contacto con los elementos estructurales (Martel, 2004, p.11).

- **Piso Blando: “**Este tipo de falla es debido a la menor rigidez del piso con respecto a los pisos superiores provocando así la falla por corte en los elementos resistentes” (Martel, 2004, p.10).

- **Reducción brusca en planta: “**Este tipo de falla se origina por la irregularidad geométrica vertical, debido a una discontinuidad de las dimensiones de la estructura resistente a cargas verticales” (Martel, 2004, p.11).

- **Excentricidad y torsión:** Este tipo de falla es debido a que el centro de rigideces, eje en torno al cual tiende a rotar el edificio, y el centro de mas donde para la fuerza sísmica horizontal, no coinciden y están separados por la excentricidad, resultando un momento torsor en planta, que provoca vibraciones en el modo torsional y pueden causar daños y fallas en el extremo flexible del edificio (Martel, 2004, p.11).

2.2.10. Historia de las normas sísmicas peruanas de 1970, 1977 y 1997.

Esta información tiene como finalidad conocer la evolución de los criterios de diseño sismorresistente en edificaciones de las normas publicadas en los años 1970, 1977 y 1997.

“En 1970 se publica el Reglamento Nacional de Construcciones, incluyendo en el capítulo IV, las exigencias para *seguridad contra el efecto destructivo de los sismos”* (Marín, 2014, p.33).

Para la determinación de la fuerza sísmica lateral se usaba la expresión:

$$H = UKCP \qquad \textit{(Ecuación 1)}$$

Donde:

H = Fuerza sísmica lateral.

U = Coeficiente sísmico según la regionalización y uso de la Edificación.

K = Tipo de estructura (sistema estructural).

C = Factor que determina el porcentaje de la carga permanente más una parte de la carga viva (función del periodo de la estructura).

P = Peso de la edificación.

“No existía un factor de amplificación de la fuerza, debido a tener un suelo blando o duro. Se indicaba que el profesional autor del proyecto determinaría el aumento de los coeficientes sísmicos que se pudiera requerir según la naturaleza del terreno” (Marín, 2014, p.33).

“En 1977 se aprueba la incorporación de la Norma Básica de Diseño Sismorresistente al Reglamento Nacional de Construcciones, la cual reemplaza a la anterior” (Marín, 2014, p.33).

En esta nueva norma el cálculo de la cortante total en la base se obtiene de:

$$H = \frac{ZUSCP}{R_d} \qquad \textit{(Ecuación 2)}$$

Donde:

H = Fuerza cortante sísmica basal.

Z = Factor debido a la zona.

U = Factor debido al uso de la edificación.

S = Factor debido al tipo de suelo.

C = Coeficiente sísmico.

P = Peso de la edificación.

EN 1997 se cumple 20 años se haberse cambiado la Norma Sísmica de 1977, por el motivo del sismo de Nazca ocurrido en 1996, donde se observó colegios nuevos seriamente dañados.

“En este sismo de Nazca se comprobó que las deformaciones laterales de los edificios eran mayores que los resultados que se obtenían con los coeficientes de la Norma Sísmica de 1977” (Marín, 2014, p.34).

Se decidió cambiar la norma donde el nivel de fuerzas no sufrió cambios grandes, sólo ligeros ajustes, pero se varió en forma importante los coeficientes para que se obtengan deformaciones laterales mayores.

Con la nueva Norma 1997 los desplazamientos de la estructura a diseñar serán aproximadamente 2,5 veces mayores.

Para esto se cambian los coeficientes de la expresión general, (H=USCZP/R), cambiando los valores de R, ahora multiplicados por 2.5, de modo que cuando se calcule las deformaciones laterales se obtengan valores mucho mayores.

La N-77 clasifica las estructuras por tipo, por sus características según el material usado y el sistema de estructuración para resistir las fuerzas sísmicas. Para cada tipo se le asigna un *Rd* el cual se define como un factor de ductilidad. La NTE-E.030-97 las clasifica como sistemas estructurales, según los materiales usados, asignado un *R* el cual se define como el coeficiente de reducción. Se muestra en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. *Comparación entre el coeficiente de reducción R y el factor de ductilidad Rd.*

Sistema estructural	NTE-E.030-97 Coeficiente de reducción R	N-77 Factor de ductilidad Rd
Pórticos de acero	10	6.0
Pórticos de concreto armado	10	5.0
Sistema dual	10	4.0
Muros de concreto armado	7.5	3.0
Albañilería armada o confinada	6.0	2.5
Construcciones de madera	7.0	1.5

Fuente: (Martel, 2004, p.35).

Una de las medidas más representativas de la respuesta de un sistema estructural de una edificación diseñada para soportar sismos, que son en pocas palabras las cargas laterales, es la medida del desplazamiento relativo de entrepiso, este es usado por la mayoría de las normas de diseño sismorresistente del mundo. En la Tabla 2 se muestra la comparación de límites distorsión de entrepiso.

Tabla 2. Comparación de límite de distorsión de entrepiso entre la E.030-97 y la N-77.

NORMA	NTE-E.030-97	N-77	Comparación flexibilidad

MATERIAL PREDOMINANTE	$\Delta_1/_{he_1}$	$\Delta_1/_{he_1}$	$\left(\frac{\Delta_{77}}{\Delta_{97}} - 1\right).100$
Concreto armado	0.007	0.010	43%
Acero	0.010	0.015	50%
Albañilería	0.005	0.010	100%
Madera	0.010	0.015	50%

Fuente: (Martel, 2004, p.35).

De la Tabla 2, muestra el alto grado de flexibilidad de la N-77 frente a la N-97 es más rigurosa con las limitaciones de los desplazamientos al reducir los rangos establecidos en la N-77.

En las construcciones de albañilería la N-97 reduce el desplazamiento permitido en 100%, esto es debido al material de construcción y el tipo de falla que se presenta en ellas (las estructuras construidas con este material son unas de las más comunes en nuestro medio).

2.2.11. Sismicidad en Callería – Ucayali

Recientes eventos sísmicos con epicentros en zonas de selva, han producido procesos de licuación de suelos en las zonas de Bagua y Pucallpa, lo cual demuestra que los sismos de magnitudes moderadas (~7,0 Mw) —ocurridos a profundidades intermedias, pueden generar efectos secundarios importantes.

La placa de Nazca se introduce debajo de la cordillera de manera casi horizontal y por acción de fuerzas internas se fractura y genera sismos, con mayor frecuencia por debajo de la ciudad de Pucallpa. Estos eventos producen frecuentemente en superficie procesos de licuación de suelos.

Nunca fue origen de terremotos, aunque si recibió movimientos sísmicos que alcanzaron a los 5.9 grados en la Escala de Richter. Además de este terremoto, ocurrió otro con una intensidad de IV en la escala de Mercalli y

5.8 en la de Richter, cuyo epicentro se ubicó en Puerto Inca, a 25 km al suroeste de Pucallpa y en el 2011 se reportó un sismo de 7.0 en la ciudad de Contamana al norte de Pucallpa.

"En el 04/05/2017 se reportó un sismo con una intensidad de III-IV en la escala de Mercalli y 5.7 en la de Richter, con una profundidad de 169 kilómetro en la ciudad" (Instituto Geofísico del Perú, 2017)

2.3. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD

Se realizó un análisis entre la norma técnica E.030-2016 del Reglamento Nacional de Edificaciones y los 11 parámetros involucrados en el método del índice de vulnerabilidad, para evaluar la calidad estructural de las edificaciones de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02. Con la finalidad de establecer si éstos 11 parámetros eran suficientes para realizar dicha evaluación en estas edificaciones. Se observa que casi en su totalidad, el método del índice de Vulnerabilidad satisface las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) vigente.

De acuerdo a los objetivos planteados para la investigación, la hipótesis a demostrar y de acuerdo a la información encontrada; se decidió aplicar la *Metodología del Índice de Vulnerabilidad*.

Este método fue propuesto por un grupo de investigadores italianos en 1982, que fue desarrollada a partir de la información de daño en edificios provocados por terremotos desde 1976. A partir de esta información se elaboró una gran base de datos con el índice de vulnerabilidad de cada edificio y el daño sufrido por terremotos de determinada intensidad.

Algunas razones complementarias que se tuvieron en cuenta para la elección de la metodología del Índice de Vulnerabilidad, aplicada a la Universidad Nacional de Ucayali del distrito de Callería fueron:

- "Está fundamentado en datos reales que provienen del análisis y evaluación de daños por terremotos" (Marín, 2014, p.45).

- “Se puede aplicar en estudios a nivel urbano y rural” (Marín, 2014, p.45).
- “Se tiene la experiencia de haberse aplicado en diferentes ciudades de Italia con buenos resultados y como consecuencia se adoptó oficialmente por un organismo gubernamental de protección civil” (Marín, 2014, p.45).
- “Se ha aplicado en España en los sismos de Almería en 1993 y 1994 (Yepes, 1994) y Murcia en 1999” (Marín, 2014, p.46).
- “La metodología se ha aplicado en países como Chile, Ecuador, Perú, Venezuela y Colombia con muy buenos resultados” (Marín, 2014, p.46).
- En general se ha aplicado en diversos trabajos como los de Angeletti *et al*, 1988; Benedetti *et al*, 1988; Caicedo, 1993; Barbat *et al*, 1996; Grimaz, 1994; Yépez, 1996; Mena, 1997a; el proyecto europeo SERGISAL, 1998; Mena *et al, 1999,* entre otros (Marín, 2014, p.46).
- La metodología se desarrolló para las tipologías de mampostería no reforzada y hormigón armado, poniendo un especial interés en las primeras debido a que son las construcciones con mayor porcentaje en Italia y en general en muchas partes del mundo. De esta forma, se hará una revisión de la metodología del índice de vulnerabilidad para cada tipología.
- La metodología italiana propuesta por Benedetti y Petrini es adaptable a la Norma Peruana de Estructuras, tal y como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Comparación con lo exigido por la Norma Peruana de Estructuras.

COMPONENTE PROPUESTO POR LA NORMA PERUANA DE ESTRUCTURA	PARÁMETRO ANÁLOGO DEL Iv: (una vez efectuadas las adaptaciones)
ASPECTOS GEOMÉTRICOS	
Irregularidad en planta de la edificación.	6. Configuración en planta.
Cantidad de muros en las dos direcciones	8. Separación máxima entre muros
Irregularidad en altura.	7. Configuración en elevación.
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	
Calidad de las juntas de pega en mortero.	2. Calidad del sistema resistente.
Tipo y disposición de las unidades de mampostería.	2. Calidad del sistema resistente.
Calidad de las juntas de los materiales.	2. Calidad del sistema resistente.
ASPECTOS ESTRUCTURALES	
Muros confinados y reforzados.	1. Organización del sistema resistente.
Detalle de columnas y vigas de confinamiento.	3. Resistencia convencional
Vigas de amarre o corona.	9. Tipo de cubierta.
Características de las aberturas.	----------
Diafragma rígido.	5. Diafragmas horizontales.
Amarre de cubiertas.	9. Tipo de cubierta.
Cimentación.	----------
Suelos.	3. Resistencia convencional.
Entorno o topografía.	4. Posición del edificio y cimentación.

Fuente: (Castro P., 2011)

Índice de vulnerabilidad para construcciones de albañilería

De acuerdo con la escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini, el índice de vulnerabilidad para edificaciones de albañilería se obtiene mediante una suma ponderada de los valores numéricos que expresan la “calidad sísmica” de cada uno de los parámetros estructurales y no estructurales que, se considera, juegan un papel muy importante en el comportamiento sísmico de las estructuras de mampostería. A cada parámetro se le atribuye, durante las visitas técnicas (inspecciones), k una de las cuatro

clases A, B, C y D. La calificación "A" es óptima con un valor numérico Ki=0. Mientras que la "D" es la más desfavorable con un valor numérico Ki=45, tal y conforme se observa en la Tabla 4 (Castro Ortega, 2015)

Tabla 4. *Escala de vulnerabilidad Benedetti-Petrini para edificaciones de albañilería.*

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi
1	Organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00
2	Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50
4	Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75
5	Diafragma horizontal.	0	5	15	45	1.00
6	Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50
7	Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00
8	Distancia entre muros.	0	5	25	45	0.25
9	Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00
10	Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00

Fuente: (Poma Cossio, 2017)

Por otra parte, cada parámetro es afectado por un coeficiente de peso "Wi", que varía entre 0.25 y 1.5. Este coeficiente trata de enfatizar su importancia relativa en el resultado final.

Finalmente para obtener el grado de vulnerabilidad se obtendrá dividiendo el valor obtenido entre 382.50 siendo este valor el máximo valor obtenido en estado crítico.

Finalmente, el índice de vulnerabilidad “Iv” de cada edificación se define por la siguiente expresión:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} K_i . W_i \qquad \textit{(Ecuación 3)}$$

Índice de vulnerabilidad para construcciones de concreto armado

Para este caso se asigna solo tres calificaciones a diferencia de las cuatro propuestas para los edificios de albañilería, siendo 11 parámetros que calificados con su valor máximo se obtiene un índice de 94%. La Tabla 5 muestra los 11 parámetros considerados en la calificación de las estructuras de hormigón armado, los valores corresponden a los coeficientes de calificación posible Ki de acuerdo a la condición de la calidad (A=bueno, B=regular, C=malo) y a los factores de peso Wi asignados a cada parámetro. Los factores Ki y Wi se obtuvieron de una manera subjetiva basados en la experiencia de los investigadores y de los datos reales obtenidos en cada evento sísmico. Finalmente el índice de vulnerabilidad global de cada edificio se evaluó utilizando la ecuación 4:

$$I_v = 100. \frac{\left(\sum_{i=1}^{11} Ki.Wi\right)+1}{34} \qquad \textit{(Ecuación 4)}$$

Tabla 5. *Puntaje de clases y pesos utilizados para estructuras de hormigón armado.*

N°	Descripción del Parámetro	Descripción del sub Parámetro	Clase (Ki)			Peso
			A	B	C	Wi
1	Organización del sistema resistente	Calidad de líneas resistentes	0	1	2	2.00
		Configuración en planta de las líneas resistentes.	0	1	2	2.00
2	Calidad del sistema resistente	Calidad de la Ejecución.	0	1	2	1.00
3	Resistencia convencional	Uso de normativa antisísmica (según año)	-1	0	1	0.50
		Momento de inercia y módulo de sección en columnas.	-1	0	1	0.30
		Número de pisos de la edificación	-1	0	1	0.20
4	Posición del edificio y cimentación.	Condiciones y pendiente del terreno.	0	1	2	1.00
5	Diafragma horizontal (entrepisos)	Según deformabilidad y conexión con los elementos resistentes.	0	1	2	1.00
6	Configuración en planta	Falsa Simetría	0	1	2	0.20
		Esquinas entrantes	0	1	2	0.40
		Torsión	0	1	2	0.40
7	Configuración en elevación	Columna corta	0	1	3	0.60
		Irregularidad de Rigidez – Piso Blando.	0	1	3	0.60
		Irregularidad vertical en masa	0	1	3	0.40
		Discontinuidad en los sistemas resistentes	0	1	3	0.40
8	Separación entre líneas resistentes	Distancia máxima entre líneas resistentes.	0	1	2	1.00
9	Tipo de cubierta	Estado de conservación	0	1	2	0.60
		Conexión con la estructura	0	1	2	0.40
10	Elementos no estructurales	Estabilidad de los tabiques	0	1	2	1.00
11	Estado de conservación	Estado actual de la estructura	0	1	2	2.00

Fuente: (Alvayay Barrientos, Valor de los parámetros que contribuyen al índice de vulnerabilidad Iv de los edificios de Hormigón armado (Benedetti y Petrini, 1984), 2014)

Se aprecia la valorización de parámetro a nivel de tipologías en la Tabla 6 y por último se apoyó en la Tabla 7 y se determinó el grado de vulnerabilidad sísmica para cada edificio.

Tabla 6. *Valorización de parámetros.*

Clase	Estado
A	Óptimo
B	Aceptable
C	Moderado
D	Estado crítico

Fuente: (Poma Cossio, 2017)

Tabla 7. *Criterio de Categorización de la Vulnerabilidad Sísmica.*

Vulnerabilidad	Porcentaje (%)
Baja	0 – 15
Media	15 – 35
Alta	35 - 94

Fuente: (Poma Cossio, 2017)

A continuación se describe de manera concisa y detallada el proceso realizado en la evaluación de cada parámetro y sub parámetro.

A. Organización del sistema resistente

Albañilería

Se evaluó el grado de organización de los elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre las paredes ortogonales con tal de asegurar el comportamiento en "cajón" de la estructura. Además se hace un especial énfasis en el uso de la norma E-070 para la construcción de la edificación. (Castro Ortega, 2015)

A: Edificaciones de albañilería que cumplan con la norma E-070.

B: Edificación que no cumple con al menos un requisito de la norma E-

070.

C: Edificación que presenta vigas y columnas que confinan solo parcialmente los muros portantes debido a deficiencias en el proceso constructivo.

D: Edificación sin vigas y columnas de confinamiento o autoconstrucción sin ningún tipo de orientación técnica. Paredes ortogonales deficientemente conectadas.

Concreto Armado

Con este parámetro se evaluó la presencia y la eficiencia de la conexión entre columnas y vigas, con tal de asegurar el comportamiento de la estructura, dicha organización de elementos estructurales, se asemejen a una estructura ortogonal cerrada.

Posteriormente se analizó los sub parámetros, los cuales fueron calificados dentro de una de las tres clases: A: bueno, B: regular, C: malo.

- **Calidad de líneas resistentes:** Se evaluó el estado actual en el que se encuentran los las vigas y columnas. Para ello se realizó una inspección visual de cada pabellón de aulas.

- **Configuración en planta de las líneas resistentes:** Se evaluó la perpendicularidad entre vigas y columnas entre sus diferentes direcciones o si los elementos resistentes de la estructura se encuentran dispersas en cualquier dirección de la planta.

B. Calidad del sistema resistente

Albañilería

Este parámetro se basa en las recomendaciones y requisitos mínimos brindados en el R.N.E Norma E-070 Albañilería. (Poma Cossio, 2017)

A: El resistente del edificio presenta las siguientes dos características:

- Norma E-070 (art.5) *Unidad de albañilería.*
- Norma E-070 (art.10) *Especificaciones generales* 10.2.
  En albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedaran completamente llenas de mortero de las juntas de mortero será como mínimo 10mm y máximo 15mm.

B: El sistema resistente del edificio no presenta una de las características de la clase A.

C: El sistema resistente del edificio no presenta dos de las características de la clase A.

D: Las Edificaciones tienen muros construidos con ladrillo pandereta.

Concreto Armado

En edificios de concreto armado se evalúa de una forma similar la calidad del sistema resistente, considerando además características como la mano de obra o la calidad de ejecución. (Castro Ortega, 2015)

A: Año de construcción mayor a 1997, buenos materiales y proceso constructivo adecuado.

B: Año de construcción menor a 1997, buenos materiales y proceso constructivo adecuado.

C: Año de construcción menor a 1997 con materiales y proceso constructivo deficiente.

C. Resistencia convencional

En este parámetro se evaluó la fiabilidad de la resistencia que puede presentar el edificio frente a cargas horizontales para ambas tipologías. Aquí se consideró tres sub parámetros de gran relevancia. (Marín Marín, 2014)

- **Uso de normativa antisísmica:** Se estimó el año de construcción y si ha sufrido modificaciones en el tiempo. De esta forma se aprecia si fue diseñada o modificada bajo alguna normativa sismorresistente. Se calificó el siguiente sub parámetro dentro de una de las tres clases: A: bueno, B: regular, C: malo, dependiendo del año en que fue construida y de la normativa que utilizaron.

- **Momento de inercia y módulo de sección en columnas:** Para el análisis de columnas se evaluó el momento de inercia y el módulo de sección en cada dirección, esto nos permitió determinar en qué dirección la sección es más resistente a momento flexionante causado por sismo; pues a mayor momento de inercia o módulo de sección, menor esfuerzo flexionante actuante y menor deformación.

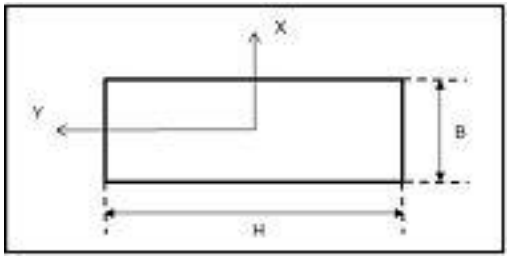


Ilustración 4. *Esquema de columna típica.*

$$Ixx = \frac{B.H^3}{12} \qquad Iyy = \frac{H.B^3}{12} \qquad Zx = \frac{B.H^2}{6} \qquad Zy = \frac{H.B^2}{6}$$

(Ecuación 5)

Donde:

I xx = Momento de inercia en la dirección x.

I yy = Momento de inercia en la dirección y.

Z x = Módulo de sección en la dirección x.

Z y = Módulo de sección en la dirección y.

B = Base de la columna.

H = Altura de la columna.

- **Número de pisos de la edificación:** Este sub parámetro se aplicó según la materialidad de la estructura. Ver la Tabla 8.

Tabla 8. Clases asignadas según tipología y número de niveles.

Tipología	N° Plantas	Clase
Albañilería	Bajo (1 a 2)	A
	Medio (3 a 5)	B
	Alto (6 o más)	C
Hormigón	Bajo (1 a 3)	A

	Medio (4 a 6)	B
	Alto (7 o más)	C

Fuente: (Alvayay Barrientos, 2013)

D. Posición del edificio y cimentación

Con este parámetro se evaluó, hasta donde es posible por medio de una simple inspección visual, la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Para ello se tuvo en cuenta algunos aspectos, tales como: la consistencia y la pendiente del terreno, la eventual ubicación de la cimentación a diferente cota, la presencia de empuje no equilibrado debido a un terraplén, presencia de humedad, sales, etc. (Castro Ortega, 2015)

Albañilería

La asignación de este parámetro dentro de una de las cuatro clases, se realizó en base a las condiciones.

A: Edificación cimentada sobre suelo rígido, no presenta pendiente pronunciada, sin presencia de humedad ni sales.

B: Edificación cimentada sobre suelo intermedio y flexible, no presenta pendiente pronunciada, sin presencia de humedad y sales.

C: Edificación cimentada sobre suelo intermedio y flexible, con presencia de humedad, sales y pendiente pronunciada.

D: Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica. Presencia de sales, humedad y pendiente pronunciada. Estado de conservación deteriorado.

Concreto Armado

La asignación de este parámetro dentro de una de las tres clases, se realizó en base a las condiciones.

- Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030.
- Edificación cimentada sobre suelo intermedio o flexible, según la norma de diseño sismorresistente E-030. Presencia de sales y humedad.
- Edificación cimentada sin proyecto aprobado ni asesoría técnica, y presencia de sales, humedad y pendiente pronunciada.

E. Diafragma horizontal (entrepisos)

La calidad de los diafragmas en edificaciones de concreto armado tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Que el diafragma funcione como tal, permitirá que la fuerza sísmica se distribuya en cada nivel proporciona a los elementos resistentes. (Castro Ortega, 2015)

Albañilería:

La asignación de este parámetro dentro de una de las cuatro clases es:

a) Edificaciones con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

- Ausencia de planos de nivel.
- La deformabilidad del diafragma es despreciable. (ideal de concreto armado).
- La conexión entre el diafragma y el muro es eficaz.

b) Edificación que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

c) Edificación que no cumple con dos de las condiciones de la clase A.

d) Edificación que no cumple con ninguna de las condiciones de la clase A.

Concreto Armado:

a) Edificio con diafragmas que satisfacen las siguientes condiciones:

- Ausencia de planos de nivel.
- La deformabilidad del diafragma es despreciable. (ideal de concreto armado).
- La conexión entre el diafragma y el sistema resistente es eficaz.

b) Edificio que no cumple con una de las condiciones de la clase A.

c) Edificación Edificio cuyos diafragmas no cumplen con dos de las condiciones de la clase A.

F. Configuración en planta

El comportamiento sísmico de un edificio depende en parte de la forma en planta del mismo. (Castro Ortega, 2015)

Para ello se evaluó los siguientes sub parámetros tanto para estructura de albañilería y de concreto armado:

- **Falsa simetría:** Edificios que poseen una configuración en apariencia sencilla, regular y simetría, pero debido a la distribución de la estructura o la masa, es asimétrica. (Carpio Utrilla, 2013)

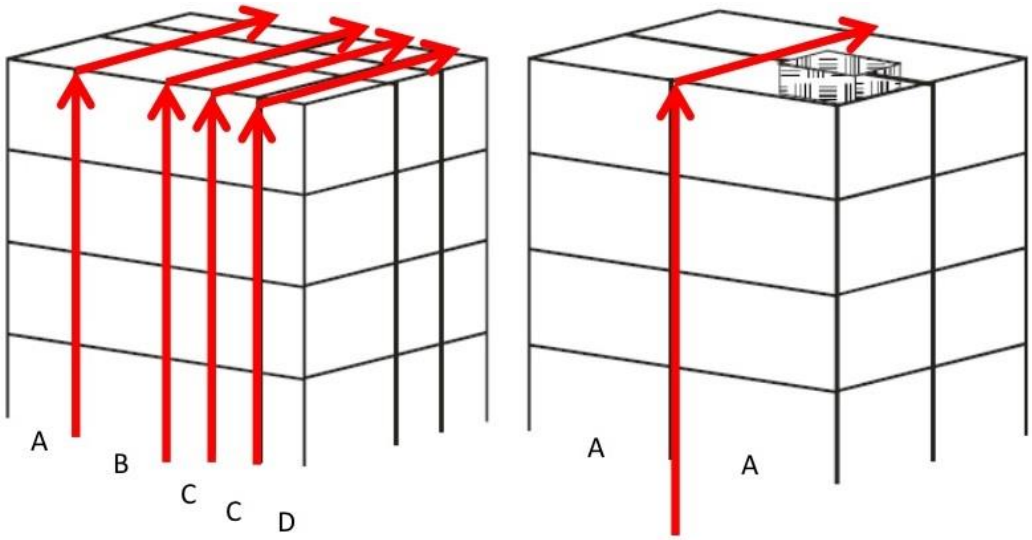


Ilustración 5. *Esquema de Falsa simetría.*
Fuente: (Carpio Utrilla, 2013)

- **Esquinas entrantes:** La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta. (Tabla N°9 RNE- E.030, 2016).

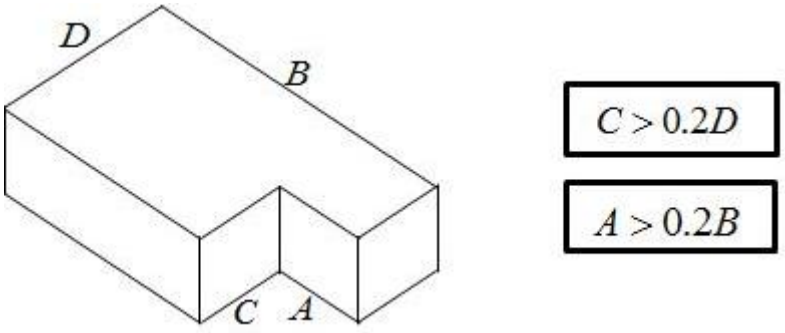


Ilustración 6. *Irregularidad en Planta.*
Fuente: (Marín Marín, 2014)

- **Torsión:** Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla 9.

Tabla 9.Límite para desplazamiento lateral de entrepiso.

Límites para desplazamiento lateral de entrepiso Estos límites no son aplicables a naves industriales	
Material predominante	(Di/hei)
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

Fuente: Tabla N° 11 del RNE – E.030 (2016).

La evaluación de los desplazamientos laterales de entrepiso se realizó mediante un análisis dinámico espectral, para ello se usó el programa ETABS 2016.

En el RNE- E.030, 2016, se establece la ecuación para calcular la pseudo aceleración sísmica, la cual nos permite simular un sismo a través de un espectro de pseudo aceleración (numeral 4.6 - RNE- E.030, 2016).

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} . g \qquad \textit{(Ecuación 6)}$$

Donde:

Z = Factor de zona.

U = Factor de uso.

S = Factor de suelo.

C = Factor de amplificación sísmica.

R = Factor de reducción por ductilidad.

g = Aceleración de la gravedad.

Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

Tabla 10. Factores de zona (Z)

Zona	Z
3	0.4
2	0.3
1	0.15

Fuente: Tabla N°1 del RNE – E.030 (2016).

El factor de uso e importancia (U) está definido de acuerdo a la categoría de la edificación propuesta en el RNE- E.030, 2016.

Tabla 11. Factores de importancia (U).

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	1.5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1.3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1.0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: Tabla N° 5 RNE- E.030 de Diseño Sismorresistente (2016).

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

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

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos Tp y TL dados en la Tabla 12 y la Tabla 13.

Tabla 12.*Parámetros de sitio (S, Tp y TL).*

FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO / ZONA	So	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Tabla N° 3 RNE - E.030 de Diseño Sismorresistente (2016).

Tabla 13. Parámetros de sitio (S, Tp y TL).

PERÍODOS "T0" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	So	S1	S2	S3
TP (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Tabla N° 4 RNE- E.030 de Diseño Sismorresistente (2016).

El Coeficiente Básico de Reducción de las fuerzas Sísmicas (Ro) se selecciona según el sistema estructural y los materiales usados en la edificación.

Tabla 14.*Sistemas Estructurales.*

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

Fuente: Tabla N° 7 RNE- E.030 de Diseño Sismorresistente (2016).

(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

Para construcciones de tierra debe remitirse a la Norma E.080 *Adobe* del RNE. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos S3, ni se permite en suelos S4.

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones (numeral 2.5 - RNE- E.030, 2016):

T < TP $\quad C = 2.5$

Tp < T < TL $\quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ *(Ecuación 7)*

T > TL $\quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

Donde:

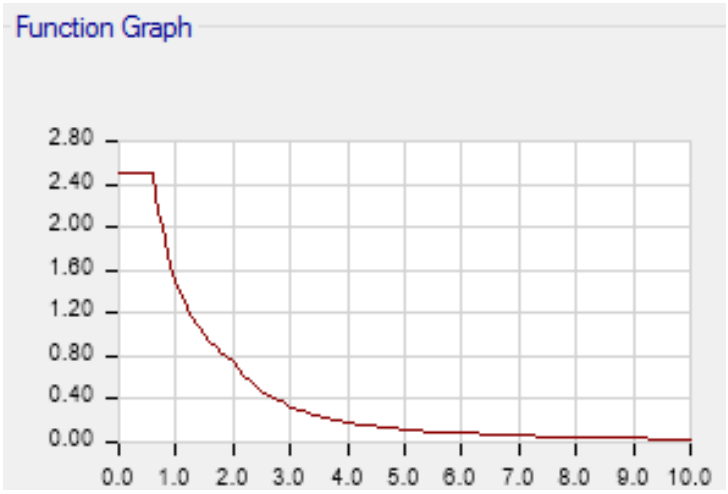
Tp = Período que define la plataforma del factor C.

TL = Período que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

T = Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.

Finalmente mediante los parámetros anteriormente definidos, se trazó la función de espectro de amplificación del suelo para los Pabellones de Aulas N° 01 y N° 02 de la Universidad Nacional de Ucayali, como se muestra en la Ilustración 7.

Ilustración 7. *Definición de espectro de amplificación del suelo.*



Fuente: Etabs 2016.

G. Configuración en elevación

Para la evaluación de este parámetro se analizaron los siguientes sub parámetros. Clasificándolos dentro de una de las tres clases: A: bueno, B: regular, C: malo. (Marín Marín, 2014)

- **Columna corta:** Se determinó la rigidez de la columna total (KcT) y de la columna corta (Kcc) para ello se usó la Ecuación 8. Ver la Ilustración 8.

$$Kx_{CT} = \frac{12.E.I_{XX}}{L_{CT}^{\ 3}} \qquad Ky_{CT} = \frac{12.E.I_{yy}}{L_{CT}^{\ 3}}$$

$$Kx_{CC} = \frac{12.E.I_{XX}}{L_{CC}^{\ 3}} \qquad Ky_{CC} = \frac{12.E.I_{yy}}{L_{CC}^{\ 3}}$$

(San Bartolomé A.; 1998: 219) *(Ecuación 8)*

Donde:

KXCT = Rigidez de la columna total en la dirección x.

KYCT = Rigidez de la columna total en la dirección y.

KXCC = Rigidez de la columna corta en la dirección x.

KYCC = Rigidez de la columna corta en la dirección y.

E = Módulo de elasticidad del concreto.

lxx =Momento de inercia en la dirección x.

lyy =Momento de inercia en la dirección y.

LCT = Longitud de la columna total.

LCC = Longitud de la columna corta.

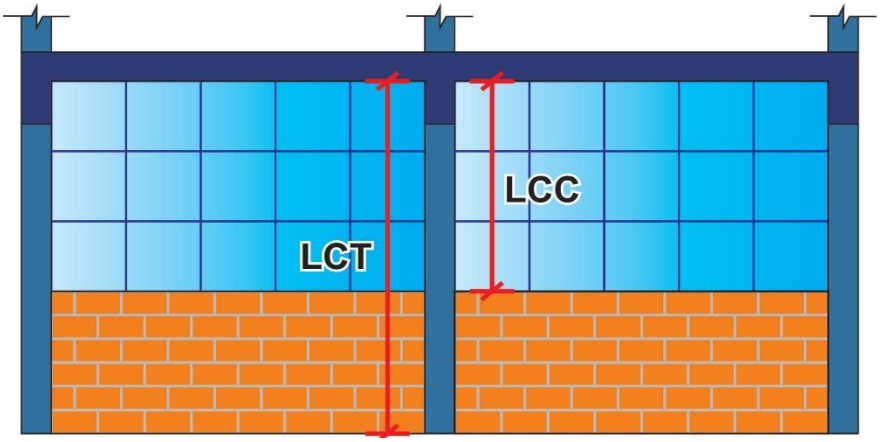


Ilustración 8. *Esquema de alturas de la columna total y columna corta.*
Fuente: Elaboración propia

Para evaluar el efecto de los vanos en las columnas se determinó la rigidez de la columna con su longitud total y la rigidez de la columna acortada por los vanos, llamada la columna corta.

- **Irregularidad de Rigidez – Piso Blando:** Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1.4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1.25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. (Tabla N°8. RNE- E.030, 2016).

- **Irregularidad vertical en masa o peso:** Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos. (Tabla N°8. RNE- E.030, 2016).

- **Discontinuidad en los sistemas resistentes:** Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento. (Tabla N°8. RNE- E.030, 2016).

H. Separación máxima entre líneas resistentes

Albañilería:

Para el caso de edificaciones de albañilería, con este parámetro se tiene en cuenta la presencia de muros maestros intersectados por muros transversales ubicados a distancias excesivas entre ellos. Se reporta el factor L/S, donde "L" es el espaciamiento de los muros transversales y "S" el espesor del muro maestro, evaluando siempre el caso más desfavorable. Este parámetro indica que al aumentar el espaciamiento máximo, producto de la eliminación de muros internos secundarios, se altera la vulnerabilidad sísmica del edificio. Este es un típico efecto de las ampliaciones y remodelaciones arquitectónicas que se realizan en las construcciones existentes, generalmente como consecuencia del cambio de uso de ciertos pisos en las edificaciones. Debido a que no se cuenta con la información suficiente para calcular este parámetro, se recurre a datos estadísticos obtenidos, en donde se utiliza una relación entre el área construida en planta y el factor L/S. (Castro Ortega, 2015)

A: Edificio con $L/S < 15$

B: Edificio con $15 \leq L/S < 18$

C: Edificio con $18 \leq L/S < 25$

D: Edificio con $L/S \geq 25$

Concreto Armado

Para el caso de edificios de Concreto Armado, se tendrá en cuenta la separación entre los apoyos laterales de una viga. Según el RNE- E.060, 2014 (artículo 10.4), la separación no debe exceder de 50 veces el menor ancho b del ala o cara en compresión.

En tal sentido la asignación de este parámetro, dentro de una de las tres clases, se realizó en base a lo estipulado en el RNE- E.060, 2014 y el año de construcción:

- Año de construcción mayor a 1997 y cumplimiento de las RNE- E.060, 2014 (artículo 10.4).
- Año de construcción menor a 1997 y cumplimiento de las RNE- E.060, 2014 (artículo 10.4).
- No cumple con los requisitos mínimos del RNE- E.060, 2014 (artículo 10.4).

I. Tipo de cubierta

Albañilería

Para las edificaciones de albañilería se tiene en cuenta la capacidad de la cubierta para resistir fuerzas sísmicas. (Castro Ortega, 2015)

A: Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas.

B: Cubierta inestable con material liviano y en buenas condiciones.

C: Cubierta inestable de material liviano en malas condiciones.

D: Cubierta inestable en malas condiciones y con desnivel.

Concreto Armado

Se tiene en cuenta con este parámetro la capacidad del techo para resistir fuerzas sísmicas, se evaluó dos categorías, la primera es el estado de conservación, y la segunda es la conexión con la estructura. (Marín Marín, 2014)

- **Estado de conservación:** Para calificar este sub parámetro en una de las tres clases se evaluó: el tipo de cubierta, materiales utilizados en su construcción, y el estado de conservación de los mismos.

- **Conexión con la estructura:** Se observó que la cubierta se encuentre correctamente conectada al sistema resistente de la estructura, de tal manera que garantice un comportamiento adecuado ante un eventual sismo.

  Para la evaluación de este sub parámetro dentro de una de las tres clases se realizó una inspección visual en las cubiertas de ambos pabellones de aulas.

J. Elementos no estructurales

En este parámetro se evaluó la estabilidad de los tabiques, basándonos en la comparación de momento actuante debido a cargas perpendiculares al plano del muro, y el momento resistente paralelo al plano del muro. Para dicho cálculo se empleó la metodología propuesta en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE - E.070, 2014. El momento flector distribuido por unidad de longitud (Ms, en Kg-m/m), producido por la carga sísmica w, se calculará mediante la siguiente ecuación (artículo 29.7 RNE - E.070, 2014). (Marín Marín, 2014)

$$Ms = m.\omega.a^2 \qquad \textit{(Ecuación 9)}$$

Donde:

m = Coeficiente de momento (Tabla 16).

a = Dimensión crítica del paño de albañilería en metros.

w = La carga por metro cuadrado de muro.

La magnitud de la carga (w, en kN/m2) para un metro cuadrado de muro se calculará mediante la siguiente Ecuación 10 (artículo 29.6 RNE- E.070, 2014):

$$w = 0{,}8.\ Z.\ U.\ C1.y.t \qquad \textit{(Ecuación 10)}$$

Donde:

Z = Factor de zona.

U = Factor de importancia.

C1 = Coeficiente sísmico.

t = espesor bruto del muro en metros.

y = peso volumétrico de la albañilería (Para ladrillo macizo: 18KN/m3)

El coeficiente sísmico ese determinó según lo propuesto en el RNE-E.030, 2016; como se muestra en la Tabla 15.

Tabla 15. Valores de C1.

Condición	C1
- Elementos que al fallar puedan precipitarse fuera de la edificación y cuya falla entrañe peligro para personas u otras estructuras.	3.0
- Muros y tabiques dentro de una edificación.	2.0
- Tanques sobre la azotea, casa de máquinas, pérgolas, parapetos en la azotea.	3.0
- Equipos rígidos conectados rígidamente al piso.	1.5

Fuente: Tabla N° 12 RNE- E.030 de Diseño Sismorresistente (2016).

El coeficiente de momento y la dimensión crítica del paño de albañilería en metros se determinó en función del número de bordes arriostrados como se muestra en la Tabla 16.

Tabla 16. Valores del coeficiente de momentos "m" y dimensión crítica "a".

Valores del coeficiente de momentos “m” y dimensión crítica “a”									
Caso 1. Muro con cuatro bordes arriostrados									
a = Menor Dimensión									
b/a =	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	∞	
m =	0.0479	0.0627	0.0755	0.0862	0.0948	0.1017	0.118	0.125	
Caso 2. Muro con tres bordes arriostrados									
a = Longitud del borde libre									
b/a =	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.5	2.0	∞
m =	0.060	0.074	0.0755	0.087	0.097	0.106	0.128	0.132	0.133
Caso 3. Muro arriostrado solo en sus bordes horizontales									
a = Altura del muro									
m = 0.125									
Caso 4. Muro en voladizo									
a = Altura del muro									
m = 0.5									

Fuente: Tabla N° 12 del RNE- E.070 (2006).

Para determinar el momento resistente a tracción por flexión del muro (M r) se utilizó la siguiente ecuación (Tarque y Mosqueira 2005):

$$Mr = 16.7 \, . \, t^2 \qquad \textit{(Ecuación 11)}$$

Donde:

Mr =Momento resistente a tracción por flexión en KN-m/m.

t = Espesor bruto del muro en metros.

Finalmente se comparó el valor de la Ecuación 9 y la Ecuación 11, luego para asignar este parámetro se escogió una se las siguientes categorías:

- Si, Ms ≤ Mr (Estable)
- Si, Ms = Mr (Parcialmente estable)
- Si, Ms ≥ Mr (Inestable)

K. Estado de conservación

Albañilería:

En este parámetro, se califica de manera visual la presencia de desperfectos internos de la estructura, así como posibles irregularidades debido a fallas en el proceso constructivo, así como también la antigüedad de las edificaciones, el detalle para cada tipología se presenta a continuación. (Castro Ortega, 2015)

A: Muros en buena condición, sin fisuras visibles.

B: Muros en buena condición pero con pequeñas fisuras, menores a dos (02) milímetros.

C: Edificación que no presenta fisuras pero en mal estado de conservación; o muros con fisuras de tamaño medio de dos (02) a tres (03) milímetros.

D: Muros con fuerte deterioro en sus componentes.

Concreto Armado:

Este parámetro tiene en cuenta el estado de conservación en que se encuentre la edificación. Se calificó su vulnerabilidad de acuerdo a los siguientes criterios. (Marín Marín, 2014)

- Edificación en buen estado: Es decir, la estructura, la unidad de construcción y el aspecto físico demuestran calidad, resistencia y conservación.

- Edificación en regular estado: Es decir, la estructura, la unidad de construcción y el aspecto físico demuestran que han sufrido deterioro en cuanto a la calidad, resistencia y conservación.

- Edificación en mal estado: Es decir, cuando la estructura y unidad arquitectónica han entrado en un proceso de deterioro, además los materiales con los que fue construido se encuentran en un estado ruinoso.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Albañilería o mampostería:** "Material estructural compuesto por *unidades de albañilería* asentadas con mortero o por *unidades de albañilería* apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido" (Marín, 2014, p.36).

- **Carga muerta:** "Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo" (Marín, 2014, p.36).

- **Carga viva:** "Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación" (Marín, 2014, p.37).

- **Colapso:** "Pérdida total o parcial de la estructura, no es posible la reparación" (Marín, 2014, p.37).

- **Concreto:** "Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos" (Marín, 2014, p.37).

- **Diafragma:** “Elemento resistente horizontal (generalmente pisos y techos) que actúan transfiriendo fuerzas laterales entre elementos resistentes verticales“(Marín, 2014, p.37).

- **Ductilidad:** Propiedad de ciertos materiales (sobre todo el acero) para fallar sólo cuando se presente una considerable deformación inelástica que consiste en que el material no regresa a su forma original después de la deformación.

- **Grieta: “**Son aberturas longitudinales que afectan a todo el espesor de un elemento constructivo, estructural o de cerramiento” (Broto, 2006, p.104)

- **Índice de vulnerabilidad:** Valor que ayuda a evaluar la falta de seguridad en los edificios ante fuerzas sísmicas. (Castro Ortega, 2015)

- **Módulo de elasticidad: “**Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material” (Marín, 2014, p.38).

- **Mortero: “**Material empleado para adherir horizontal y verticalmente a las unidades de albañilería” (Marín, 2014, p.38).

- **Tabique: “**Muro no portante de carga vertical utilizado para subdividir ambientes o como cierre perimetral” (Marín, 2014, p.38).

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo y nivel de investigación.

3.1.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo a los tipos de datos analizados, la investigación es aplicada y de acuerdo a los datos será Mixta (Cuantitativa y cualitativa), ya que se requerirá de una medición numérica, el uso de la estadística y se recogerán datos en lenguaje natural o datos cualitativos (palabras).

3.1.1.2. Nivel de investigación

Descriptiva, porque a través de la información obtenida se va a identificar, describir, clasificar elementos y estructuras para caracterizar una realidad.

Experimental, para determinar las características de fallas de los pabellones aulas N°01 y N°02, se realizará ensayo no destructivo (Esclerometría), el estudio de mecánica de suelos y el ensayo de la Resistencia a la compresión axial de la albañilería.

Analítica, la información que se obtiene del modelamiento y procesamiento de datos serán analizados mediante sus correspondientes variables.

Explicativa, una vez obtenido los resultados del análisis se procederán a explicar por qué ocurren los resultados esperados.

Aplicativa, los conocimientos que se obtienen a partir del método del Índice de Vulnerabilidad de los pabellones de aulas N°01 y N°02, el ensayo del concreto endurecido combinados con los datos obtenidos del

modelamiento para obtener los elementos resistentes de la Unidad considerada para el análisis.

Estrategias para demostrar la hipótesis:

- Recolección y análisis de datos bibliográficos para evaluación de la vulnerabilidad símica en edificaciones.
- Identificar las características de los elementos estructurales mediante ensayos.
- Conocer las características del suelo de las áreas estudiadas.
- Realizar el análisis sísmico de los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, utilizando ETABS V.16.2.1.
- Evaluar la vulnerabilidad sísmica con el método italiano de Benedetti y Petrini.
- Conclusiones y recomendaciones.

3.1.2. Diseño de la investigación

- Investigación bibliográfica sobre la evaluación de la vulnerabilidad de las estructuras de hormigón armado y de albañilería confinada.
- Análisis, indagación y valoración de documentos existentes, tal como datos de Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, especificaciones técnicas y planos.
- Trabajo de campo: Inspección visual para el diagnóstico de las características geométricas, constructivas y estructurales.
- Modelo matemático de diseño de la investigación:

O ----------> M1 ----------> O1 ----------> M2

Donde:

O = Objeto de estudio o unidad de análisis.

M1 = Medición de la variable independiente.

O1 = Observación relevante.

M2 = Resultados.

- Obtener los valores de Resistencia a la compresión del concreto (f'c) de los elementos estructurales (columnas y vigas) mediantes el ensayo no destructivo (Esclerometría).
- Obtener el valor de la capacidad portante (qadm) del área evaluada.
- Obtener el valor de f'm (Resistencia de la albañilería a la compresión axial) de las unidades de albañilería utilizadas en los muros principales de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02.
- Realizar el análisis sísmico de la edificaciones según con los requisitos de la NTE. E030 en el programa de cálculo conocido como Etabs V.16.2.1.
- Integrar los resultados obtenidos en el estudio para hacer un análisis dentro del contexto global de dicho pabellón y, eventualmente, identificar si el nivel de vulnerabilidad, está correlacionado con la edad, tipología y el modelo estructural.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Elaboración del informe final.

3.1.3. Materiales y equipos.

- *Cámara fotográfica*: Modelo LUMIX DMC – SZ9, cámara delgada y compacta con zoom óptico 10x, capaz de alcanzar hasta los 20 x,

aproximadamente 16 megapíxeles, pantalla LCD de 7,5 cm (3,0 ") TFT pantalla LCD (460K puntos), imágenes formato JPEG(DCF/Exif2.3).

- *Wincha*: De cinco metros marca Stander, hoja de fibra de vidrio de alta resistencia, con doble sistema de medición (cm/pulg), no corrosiva y resistente a la descoloración.

- *Esclerómetro*: Modelo # 35-1480, se evaluó la resistencia a la compresión del concreto de los elementos estructurales (vigas y columnas), para lo cual se utilizó ensayos in situ de esclerometría, estos ensayos fueron realizados en los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 materias de nuestro estudio.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población de estudio estuvo constituida por 25 Edificaciones como son los Pabellones Administrativos, Pabellones de Aulas y todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre que también conforman la Universidad Nacional de Ucayali. Los pabellones de aulas tienen características comunes, en su mayoría son edificaciones de tres niveles con un sistema estructural aporticado y de un sistema de Albañilería Confinada, con columnas y vigas rectangulares.

3.2.2. Muestra

La selección de la muestra se determinó usando un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, y está constituido por los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, por ser una Unidad de dimensión considerable.

En la Ilustración 9 se muestran los pabellones de aulas que han sido materia de evaluación en la presente investigación, el Pabellón de Aulas achurado

con verde se ha denominado Pabellón de Aulas N° 01 y el Pabellón de Aulas N°02 achurado con azul se ha denominado Pabellón de Aulas N°02.

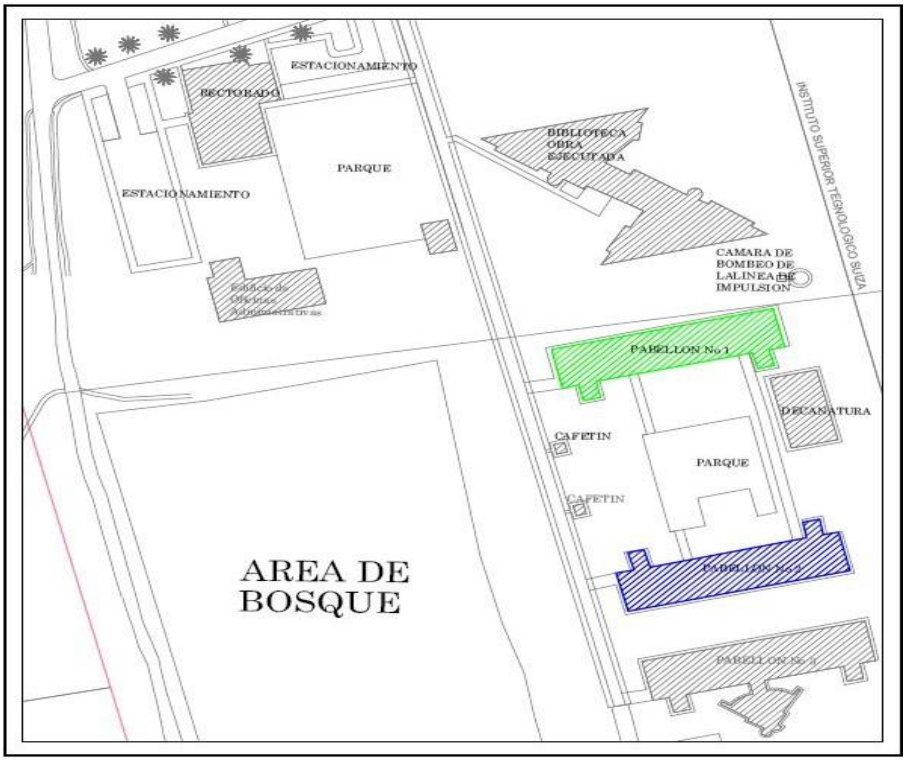


Ilustración 9. *Arquitectura existente de la Universidad Nacional de Ucayali.*

Fuente: Elaboración propia.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Fuentes primarias:** Información recopilada de las visitas a los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali y datos obtenidos de los ensayos de laboratorios que permitirán registrar mayor variedad de características externas e internas de las edificaciones.

- **Fuentes secundarias:** Reglamento Nacional de edificaciones (NTE.020, NTE.030, NTE.060 y NTE.070), material electrónico, tesis, normas técnicas peruanas, planos y libros.

- **Instrumento:** Para los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali los instrumentos son:

- Características geométricas de los elementos estructurales.
- Resistencia a la compresión del concreto.
- Resistencia de la albañilería a la compresión axial.
- Ensayo para determinar los números de rebote del concreto endurecidos (Esclerometría).
- Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.
- Estudio de Suelos.

3.4. TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos se procesaron de la siguiente manera:

Modelar en Software de ETABS 2016 V16.2.1.

Los resultados se plasmaron en tablas con la herramienta informática MS Excel.

3.4.1. Procedimiento y presentación de datos

Los datos se procesarán de la siguiente manera:

- Visita de campo,
- Ensayos en Laboratorios.
- Análisis sísmico con el Programa ETABS V.16.2.1,
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica con el método italiano de Benedetti y Petrini.
- Evaluación de los resultados obtenidos.
- Alternativas de solución.

3.4.2. Mecanismos para el análisis e interpretación de resultados

Los datos son interpretados en:

- Tablas
- Prueba de hipótesis.

Se realiza el procedimiento y posteriormente la presentación de los datos recolectados, se recurrirá a las *normas* del Reglamento Nacional de Edificaciones, para realizar un análisis e interpretación clara y obtener preciso de los datos estudiados.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

El objetivo del presente ensayo es evaluar la resistencia a la compresión del concreto para lo cual se realizó un conjunto de pruebas en diferentes estructuras de cada nivel.

Las variables que intervienen en este ensayo son dos: la primera es la relativa a la perpendicularidad del esclerómetro con la superficie a ensayar, y la segunda está en función con el valor leído en el esclerómetro.

Para la correcta evaluación de las estructuras existentes, se procedió a ensayar los elementos estructurales de columnas y vigas de los pabellones de aulas N°01 y N°02, los puntos de ensayos fueron identificados y enumerados.

Una vez obtenido los resultados leídas del esclerómetro se aplicó el factor de reducción debido a la antigüedad del concreto (23 años), teniendo un margen de -26.6% de error.

Tabla 17. *Resultado de la Resistencia a la compresión del concreto.*

Estructura	Pabellón	Identificación	N° rebote promedio	f'c del ensayo
Columna N°01	01	P1M1	30	171.76
Columna N°02	01	P1M2	31	186.44
Viga N°01	01	P1M3	29	162.21
Columna N°01	01	P1M4	31	186.44
Columna N°02	01	P1M5	32	193.78
Viga N°01	01	P1M6	30	171.76
Columna N°01	01	P1M7	32	186.44
Columna N°02	01	P1M8	32	193.78
Viga N°01	01	P1M9	31	186.44
Columna N°01	02	P1M1	31	186.44
Columna N°02	02	P1M2	29	162.21
Viga N°01	02	P1M3	30	171.76
Columna N°01	02	P1M4	32	193.78
Columna N°02	02	P1M5	30	171.76
Viga N°01	02	P1M6	31	186.44
Columna N°01	02	P1M7	29	162.21
Columna N°02	02	P1M8	30	171.76
Viga N°01	02	P1M9	30	171.76

Fuente: Elaboración propia

Según los ensayos de esclerometría realizados en los Pabellones de aulas N°01 y N°02, la resistencia promedio especificada a la compresión del concreto (f'c) es 175.06 Kg/cm2 en vigas y 180.56 Kg/cm2 en columnas, se ha utilizado 175 Kg/cm2 para el análisis sísmico de la edificación.

4.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Las muestras de pilas de ladrillos tubulares con mortero: 1:4, obtenidas de los pabellones de aulas N°02 y N°02 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 18. *Resultado de la Resistencia a la compresión de prismas de albañilería.*

Elemento Estructural	Resistencia, Kg	f'm, Kg/cm2
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4	5,280	18.2
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4	6,200	20.6
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4	4,490	17.8
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4	3,920	15.2
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4	4,700	18.0

Fuente: Elaboración propia

4.3. ENSAYO DE MECÁNICA DE SUELOS

Según análisis de la cimentación, las muestras inalteradas, como de corte directo y consolidación, ha permitido establecer las propiedades físico-mecánicas del material y determinar su capacidad de soporte y estimar su asentamiento. El modelo empleado para desarrollar este capítulo se ha construido siguiendo los siguientes criterios:

- El estrato de fundación está constituido por limos y arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta (CL, CH, ML, MH) y se halla húmedo en el lugar.
- Dada la naturaleza del suelo a cimentar, las magnitudes máximas probables de cargas a ser transmitidas y el tipo de fundación, se recomienda emplear fundamentos superficiales estructuralmente continuos y apoyar la infraestructura sobre el potente estrato de origen aluvialtropical, fluvial antiguo, identificado como limos y arcillas inorgánicas (ML), que se distingue porque su plasticidad varía entre baja a media.

De este modo nos permitió obtener parámetros de diseño sismoresistente, en las normas de diseño se especifican las cargas sísmicas del área donde se construirá la estructura.

El coeficiente de diseño sísmico a ser usado en el diseño sísmico pseudo-estático se determina en base a la zona, condición del suelo e importancia de la estructura. Si la estructura es flexible, la carga sísmica se modifica tomando en

cuenta su periodo fundamental. De acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E.030 – 2016 – Diseño Sismoresistente (modificado mediante D.S. N° 003-2016-VIVIENDA) las características del suelo de cimentación son:

Zona sísmica = Zona 2
Factor de zona = 0.25
Periodo de vibración del suelo (TP) = 0.6 seg.
Periodo de vibración del suelo (TL) = 2.0 seg
Factor suelo = 1.20

4.4. MODELAMIENTO EN PROGRAMA ETABS 2016

Se realizó su modelamiento por módulos de cada pabellón de aulas con la ayuda del programa ETABS 2016 para obtener sus desplazamientos en la dirección **x** como en la dirección **y,** según los parámetros de la Norma técnica E.030 – 2016 Diseño Sismorresistente.

A). Pabellón de aulas N°01 – Módulo I

Tabla 19. *Desplazamiento del Pabellón de aulas N°01 – Módulo I.*

Story	Load Case/combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
Primer piso	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02354	Pórticos	No cumple
Primer piso	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00798	Albañilería	No cumple
Segundo piso	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01656	Pórticos	No cumple
Segundo piso	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00673	Albañilería	No cumple
Tercer piso	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00962	Pórticos	No cumple
Tercer piso	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00409	Albañilería	OK

Fuente: Elaboración propia

B). Pabellón de aulas N°01 – Módulo II

Tabla 20. *Desplazamiento del Pabellón de aulas N°01 – Módulo II.*

Story	Load Case/combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
Primer piso	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02344	Pórticos	No cumple
Primer piso	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00495	Albañilería	OK
Segundo piso	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01649	Pórticos	No cumple
Segundo piso	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00421	Albañilería	OK
Tercer piso	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00958	Pórticos	No cumple
Tercer piso	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00266	Albañilería	OK

Fuente: Elaboración propia

C). Pabellón de aulas N°02 – Módulo I

Tabla 21. *Desplazamiento del Pabellón de aulas N°02 – Módulo I.*

Story	Load Case/combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
Primer piso	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02346	Pórticos	No cumple
Primer piso	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00608	Albañilería	No cumple
Segundo piso	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01632	Pórticos	No cumple
Segundo piso	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00512	Albañilería	No cumple
Tercer piso	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00931	Pórticos	No cumple
Tercer piso	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00329	Albañilería	OK

Fuente: Elaboración propia

D). Pabellón de aulas N°02 – Módulo II

Tabla 22. *Desplazamiento del Pabellón de aulas N°02 – Módulo II.*

Story	Load Case/combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
Primer piso	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02325	Pórticos	No cumple
Primer piso	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00778	Albañilería	No cumple
Segundo piso	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01640	Pórticos	No cumple
Segundo piso	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00655	Albañilería	No cumple
Tercer piso	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00945	Pórticos	No cumple
Tercer piso	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00413	Albañilería	OK

Fuente: Elaboración propia

4.5. MÉTODO ITALIANO DE BENEDETTI Y PETRINI

La investigación presenta resultados que fueron obtenidos por métodos cualitativos, dichos resultados pueden ser afirmados o rectificados en la instancia que se realicen posteriores investigaciones con un mayor grado de detalle.

Para el análisis estructural se analizó en dos módulos, dividido por una junta de sísmica, cada módulo conforman de siete espacios tanto aulas como pasadizos. Y para algunos parámetros de la metodología se analizó en conjunto.

A continuación se detalla los resultados de cada uno de los sub parámetros, dicho índice de vulnerabilidad final para cada Pabellón de Aulas por tipología, se determinó mediante la calificación de los sub parámetros evaluados y presentados en el anexo A, los cuales fueron afectados por un factor de peso Wi, para posteriormente aplicar la Ecuación 3 y Ecuación 4 obteniendo el índice de vulnerabilidad global de cada Pabellón de Aulas (Tablas 23, 24, 25 y 26).

Tabla 23. *Índice de vulnerabilidad para estructuras de albañilería del Pabellón de Aulas N°02*

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00	5.00
2	Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25	11.25
3	Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50	67.50
4	Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75	3.75
5	Diafragma horizontal.	0	5	15	45	1.00	-
6	Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50	22.50
7	Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00	45.00
8	Distancia entre muros.	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00	-
10	Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00	-
						$\sum Wi * Ki$	177.50
						Iv(%)	46.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. *Índice de vulnerabilidad para estructuras de albañilería del Pabellón de Aulas N°01*

i	Parámetro	Ki*A	Ki*B	Ki*C	Ki*D	Wi	Ki*Wi
1	Organización del sistema resistente.	0	5	20	45	1.00	5.00
2	Calidad del sistema resistente.	0	5	25	45	0.25	11.25
3	Resistencia convencional.	0	5	25	45	1.50	67.50
4	Posición del edificio y cimentación.	0	5	25	45	0.75	3.75
5	Diafragma horizontal.	0	5	15	45	1.00	-
6	Configuración en planta.	0	5	25	45	0.50	22.50
7	Configuración en elevación.	0	5	25	45	1.00	45.00
8	Distancia entre muros.	0	5	25	45	0.25	11.25
9	Tipo de cubierta.	0	15	25	45	1.00	-
10	Elementos no estructurales.	0	0	25	45	0.25	11.25
11	Estado de conservación.	0	5	25	45	1.00	-
						$\sum Wi * Ki$	177.50
						Iv(%)	46.41

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. *Índice de vulnerabilidad para estructuras de Concreto Armado del Pabellón de Aulas N° 01.*

N°	Descripción del Parámetro	Descripción del sub Parámetro	Clase (Ki)			Peso	Total
			A	B	C	Wi	
1	Organización del sistema resistente	Calidad de líneas resistentes	0	1	2	2.00	-
		Configuración en planta de las líneas resistentes.	0	1	2	2.00	-
2	Calidad del sistema resistente	Calidad de la Ejecución.	0	1	2	1.00	2.00
3	Resistencia convencional	Uso de normativa antisísmica (según año)	-1	0	1	0.30	0.30
		Momento de inercia y módulo de sección en columnas.	-1	0	1	0.50	-
		Número de pisos de la edificación	-1	0	1	0.20	-0.20
4	Posición del edificio y cimentación.	Condiciones y pendiente del terreno.	0	1	2	1.00	-
5	Diafragma horizontal (entrepisos)	Según deformabilidad y conexión con los elementos resistentes.	0	1	2	1.00	-
6	Configuración en planta	Falsa simetría	0	1	2	0.20	0.40
		Esquinas entrantes	0	1	2	0.40	-
		Torsión	0	1	2	0.40	-
7	Configuración en elevación	Columna corta	0	1	3	0.60	1.80
		Irregularidad de Rigidez – Piso Blando.	0	1	3	0.60	1.80
		Irregularidad vertical en masa	0	1	3	0.40	-
		Discontinuidad en los sistemas resistentes	0	1	3	0.40	-
8	Separación entre líneas resistentes	Distancia máxima entre líneas resistentes.	0	1	2	1.00	1.00
9	Tipo de cubierta	Estado de conservación	0	1	2	0.40	0.80
		Conexión con la estructura	0	1	2	0.60	-
10	Elementos no estructurales	Estabilidad de los tabiques	0	1	2	1.00	2.00
11	Estado de conservación	Estado actual de la estructura	0	1	2	2.00	2.00
						$\sum Wi * Ki$	11.90
						Iv (%)	37.94

Tabla 26. *Índice de vulnerabilidad para estructuras de Concreto Armado del Pabellón de Aulas N° 02.*

N°	Descripción del Parámetro	Descripción del sub Parámetro	Clase (Ki)			Peso	Total
			A	B	C	Wi	
1	Organización del sistema resistente	Calidad de líneas resistentes	0	1	2	2.00	-
		Configuración en planta de las líneas resistentes.	0	1	2	2.00	-
2	Calidad del sistema resistente	Calidad de la Ejecución.	0	1	2	1.00	2.00
3	Resistencia convencional	Uso de normativa antisísmica (según año)	-1	0	1	0.30	0.30
		Momento de inercia y módulo de sección en columnas.	-1	0	1	0.50	-
		Número de pisos de la edificación	-1	0	1	0.20	-0.20
4	Posición del edificio y cimentación.	Condiciones y pendiente del terreno.	0	1	2	1.00	-
5	Diafragma horizontal (entrepisos)	Según deformabilidad y conexión con los elementos resistentes.	0	1	2	1.00	-
6	Configuración en planta	Falsa simetría	0	1	2	0.20	0.40
		Esquinas entrantes	0	1	2	0.40	-
		Torsión	0	1	2	0.40	-
7	Configuración en elevación	Columna corta	0	1	3	0.60	1.80
		Irregularidad de Rigidez – Piso Blando.	0	1	3	0.60	1.80
		Irregularidad vertical en masa	0	1	3	0.40	-
		Discontinuidad en los sistemas resistentes	0	1	3	0.40	-
8	Separación entre líneas resistentes	Distancia máxima entre líneas resistentes.	0	1	2	1.00	1.00
9	Tipo de cubierta	Estado de conservación	0	1	2	0.40	0.80
		Conexión con la estructura	0	1	2	0.60	-
10	Elementos no estructurales	Estabilidad de los tabiques	0	1	2	1.00	2.00
11	Estado de conservación	Estado actual de la estructura	0	1	2	2.00	2.00
						$\sum Wi * Ki$	11.90
						Iv (%)	37.94

En la Tabla 23 y Tabla 24, se aprecia que el Pabellones de Aulas N° 01 y N°02 tienen un índice de vulnerabilidad sísmica alto para la dirección de tipología de albañilería, debido a la mala calidad de su mampostería, configuración en planta, configuración en elevación, distancia entre muros, uso de normativa antisísmica demasiado antigua, desplazamientos relativos de entrepiso que superan lo establecido en el RNE E.030-2016 y existiendo irregularidad torsional y torsión extrema, falla de columna corta, piso blando e inestabilidad de tabiques. Todos estos parámetros en conjunto hacen que los pabellones de aulas puedan colapsar en caso de un evento sísmico severo.

En la Tabla 25 y Tabla 26, se aprecia que el Pabellón de Aulas N°01 tiene un índice de vulnerabilidad sísmica alto, debido a la mala calidad de la ejecución, falsa simetría, sus desplazamientos relativos de entrepiso superan lo establecido en el RNE E.030-2016, elevada rigidez que tendría que soportar la columna corta frente a un sismo, irregularidad en rigidez – piso blando, inestabilidad de tabiques y regular estado de conservación de la estructura. Todos estos sub parámetros en conjunto hacen que la estructura tenga vulnerabilidad sísmica alto ante un evento sísmico severo.

En las Tablas se aprecian que los Pabellones de Aulas tienen índice de vulnerabilidad sísmica alto, debido a la calidad de la Ejecución, falsa simetría, sus desplazamientos relativos de entrepiso superan lo establecido en el RNE E.030-2016, elevada rigidez que tendría que soportar la columna corta frente a un sismo, irregularidad en rigidez – piso blando, inestabilidad de tabiques y regular estado de conservación de la estructura. Todos estos sub parámetros en conjunto hacen que la estructura tenga vulnerabilidad sísmica alto ante un evento sísmico severo.

De los resultados mostrados en las Tablas 23, 24, 25 y 26 podemos afirmar que los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, ante un sismo severo (0.4g) sufrirán fallas iniciales en las columnas, produciéndose una falla frágil de columna corta, se dañará las plantas de los Pabellones de Aulas, sus tabiques colapsarán, se producirán desplazamientos relativos de entrepiso, quedando los Pabellones de aulas cercanos al colapso.

Los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, al tener vulnerabilidad sísmica alta en la tipología de albañilería, y en la tipología de concreto armado, no cumplen con la filosofía ni los principios de diseño sismorresistente propuestos en el Reglamento Nacional de Edificaciones RNE - E.030 - 2016, por consiguiente: sus edificaciones colapsaran provocando pérdida de vidas humanas, no habrá continuidad de los servicios y los daños a la propiedad serán irreparables.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN

Luego de haber evaluado la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, podemos discutir nuestros resultados con otras investigaciones similares, como las Maldonado Rondón, Chio Cho, & Gómez Araujo, 2007, con quien se obtuvo resultados parecidos, el cual presentaron un modelo rápido y sencillo de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mampostería a escala regional. Se concluyó que el modelo propuesto muestra sencillez y viabilidad en su aplicación, por lo cual es ideal su uso en estudios a gran escala. Otra conclusión a la que llegaron los expertos fue que los parámetros más relevantes para determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones son: el sistema estructural, la calidad del sistema resistente, la posición de la cimentación, el tipo de suelo y pendiente del terreno, el tipo de diafragma horizontal, la configuración en planta y elevación, la distancia máxima entre muros, el tipo de cubierta y el estado de conservación de la edificación.

Otra investigación con la cual podemos comparar resultados es la desarrollada por Alvayay (2013), en la cual se obtuvieron resultados diferentes a los de la presente investigación: Las estructuras de hormigón armado y de albañilería confinada de la ciudad de Valdivia poseen en general una buena configuración estructural y características geométricas. Esto se debe a que las estructuras de la ciudad de Valdivia poseen buenos criterios de estructuración; a diferencia de los pabellones de la I.E.E. Ramón Castilla y Marquesado, los cuales fueron construidos en décadas en que los códigos de construcción no consideraban de manera decidida la protección contra terremotos.

Una investigación peruana con la cual podemos discutir resultados, es la desarrollada por Mosqueira (2012), con quien se obtuvo resultados muy semejantes: Los pabellones lA, lB, 1 C de la Facultad de Ingeniería de la UNC tienen vulnerabilidad sísmica alta, por lo que ante un sismo severo se producirán

fallas de columna corta, sus tabiques colapsarán debido a la falta de elementos de arriostre, llevando esto al posible colapso de las edificaciones. Los resultados de ambas investigaciones tienen semejanza debido a que las edificaciones se construyeron en décadas donde no se consideraban criterios de sismo resistencia, así como al deterioro que han sufrido en el tiempo.

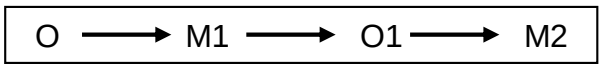
De los resultados obtenidos, la hipótesis no queda demostrada en su totalidad, debido a que el pabellón 1 de la Institución Educativa Estatal Ramón Castilla y Marquesado del distrito de Jaén - Cajamarca, tiene vulnerabilidad sísmica alta; mientras que el pabellón 2 tiene vulnerabilidad sísmica media.

Otra investigación peruana con la cual podemos discutir resultados, es la desarrollada por Marín (2014), con quien se obtuvo resultados muy semejantes: Los pabellones 1 y 2 de la Institución Educativa Estatal Ramón y Marquesado tienen vulnerabilidad sísmica alta y media respectivamente, a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, elevada rigidez de la columna corta, inestabilidad de sus tabiques y su regular a mal estado de conservación llevando esto al posible colapso de las edificaciones. Los resultados de ambas investigaciones tienen semejanza debido a que las edificaciones se construyeron en décadas donde no se consideraban criterios de sismo resistencia, así como al deterioro que han sufrido en el tiempo.

f) PRUEBA DE HIPÓTESIS

5.2.1. Formulación de cuadro de valores de indicadores

La contrastación de la hipótesis se representa mediante la siguiente metodología:



Donde:

O = Objetivo de estudio o unidad de análisis
M1 = Medición de la variable independiente
O1 = Observación relevante
M2 = Resultados.

5.2.2. Supuestos de la Prueba de Hipótesis

1. Para la prueba de hipótesis realizamos 5 pasos y seleccionamos las muestras de vigas y columnas para el ensayo de resistencia a compresión del concreto (Esclerometría).
2. La hipótesis nula (HO) es una afirmación que no se rechaza a menos que los datos muestrales proporcionen evidencia convincente de que es falsa. El planteamiento de la hipótesis nula siempre contiene un signo de igualdad con respecto al valor especificado del parámetro, mientras que la hipótesis alternativa (H1) es cualquier hipótesis que difiera de la hipótesis nula (HO) y nunca contiene un signo de igualdad con respecto al valor especificado del parámetro.
3. Se utilizó un 95% de nivel de confiabilidad y el 5% de significancia para los valores de esclerometría.
4. Se acepta la hipótesis nula (H_O) si el estadístico de prueba (V_t) es menor al valor crítico (V_C) para el nivel de significancia escogido, de lo contrario se acepta la hipótesis alterna (H_1).

DATOS DEL PABELLÓN DE AULAS N°01

MUESTRA	f'c (kg/cm2)
1	171.76
2	186.44
3	162.21
4	186.44
5	193.78
6	171.76
7	186.44
8	193.78
9	186.44

Cálculo de la Media Muestral (Ẋ)

$$\dot{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1639.05}{9} = 182.117$$

Cálculo de la Desviación Estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \dot{X})^2}{n-1}} = 10.941$$

SELECCIÓN DE HIPOTESIS Y CÁLCULO DE VC Y Vt

Hipótesis Estadística

H_O: Identificando los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto, se determina que el Pabellón de aulas N°01 de la Universidad Nacional de Ucayali cumplen con los requisitos normativos vigentes.

H1: Identificando los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto, se determina que el pabellón de aulas N°01 de la Universidad Nacional de Ucayali no cumplen con los requisitos normativos vigentes.

H_O: $u_1 \geq$ 210 kg/cm2

H_1: u_2<210 kg/cm2

Cálculo del Valor Crítico (V_c)

Como la muestra (n) es pequeña, utilizamos el valor estadístico t (Distribución t- Student)

GL= n -1

$$Vc(1-\alpha)_{(n-1)}$$

$$Vc(1-0.05)_{(9-1)}$$

$$Vc(0.95)_{(8)} = -1.86$$

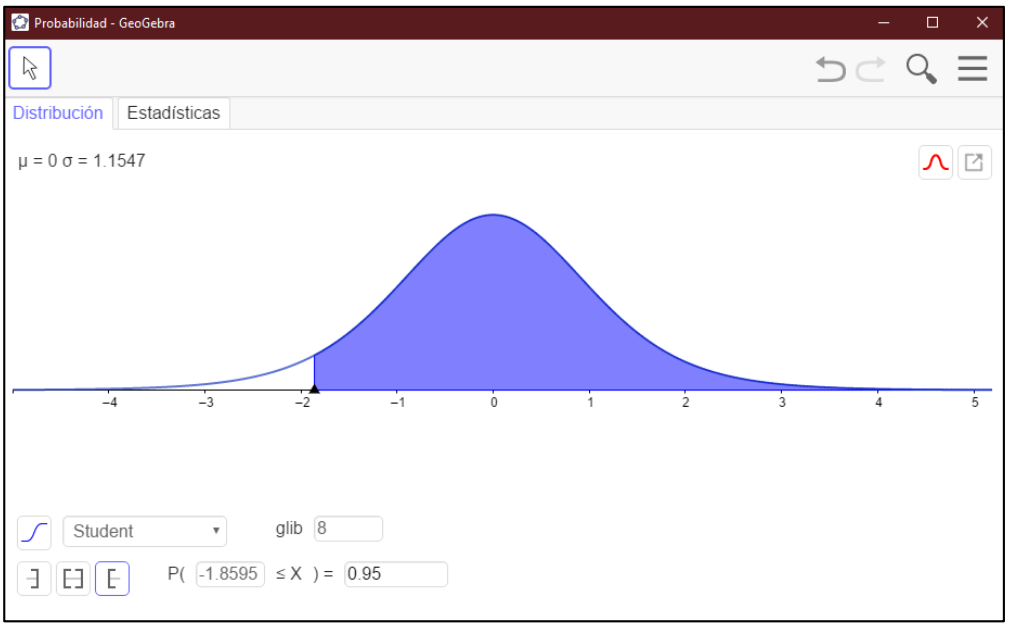
$$Vc = -1.86$$

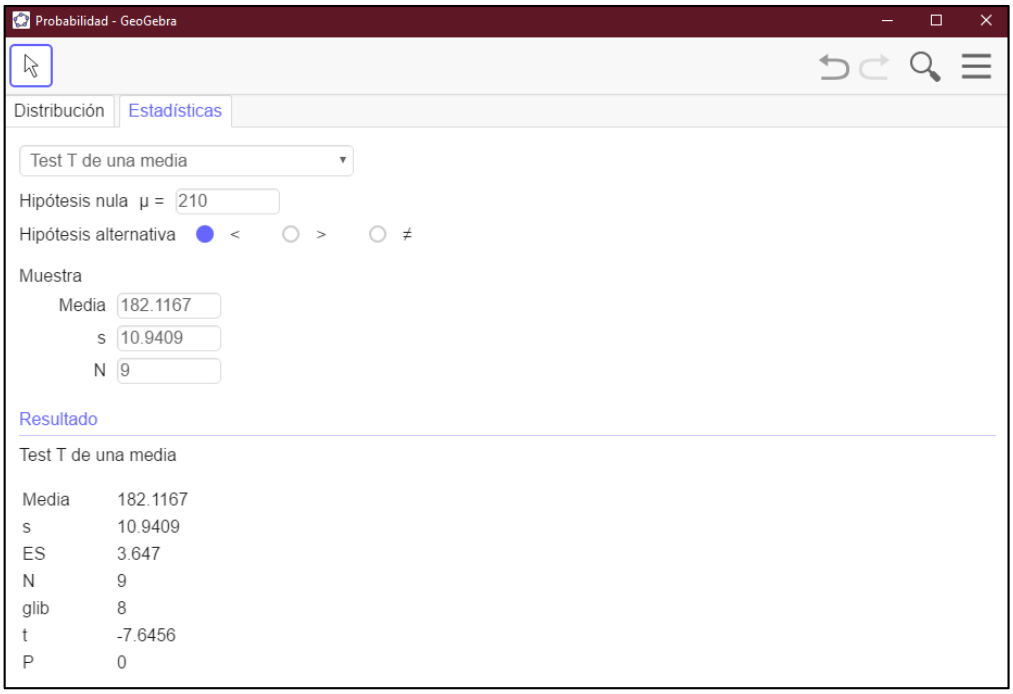
Valor Calculado o Estadístico de Prueba (V_t)

$$V(t) = \frac{\dot{X} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}} = \frac{-27.883}{\frac{10.941}{\sqrt{9}}}$$

$$V(t) = -7.646$$

COMPROBANDO CON EL SOFTWARE GEOGEBRA





FORMULACIÓN DE LA REGLA DE DECISIÓN

La regla de decisión la formulamos teniendo en cuenta que es una prueba unilateral con cola hacia la izquierda, con un nivel de significancia de 0.05. El área en la que no se rechaza $H_{O,}$ es por consiguiente 0.95. El valor crítico para 0.05 y grado de libertad 8 da un valor de V_C=-1.86.

Entonces la regla de decisión es rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, si el valor calculado no quede en la región comprendía de -1.86 y +∞.

TOMA DE DECISIÓN

Como V_t=-7.646 es menor a V_C=-1.86 entonces se rechaza la hipótesis nula HO, y se acepta la hipótesis alternativa H1= u2<210kg/cm2, es decir la resistencia la compresión del concreto en columnas y vigas en el pabellón de aulas N°1 de la Universidad Nacional de Ucayali es menor a lo establecido por el R.N.E. en la actualidad.

DATOS DEL PABELLÓN DE AULAS N°02

MUESTRA	f'c (kg/cm2)
1	186.44
2	162.21
3	171.76
4	193.78
5	171.76
6	186.44
7	162.21
8	171.76
9	171.76

Cálculo de la Media Muestral (Ẋ)

$$\dot{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1578.120}{9} = 175.347$$

Cálculo de la Desviación Estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \dot{X})^2}{n-1}} = 11.082$$

SELECCIÓN DE HIPOTESIS Y CALCULO DE V_C Y V_t

Hipótesis Estadística

H_O: Identificando los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto, se determina que el Pabellón de aulas N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali cumplen con los requisitos normativos vigentes.

H1: Identificando los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto, se determina que el pabellón de aulas N°02 de la

Universidad Nacional de Ucayali no cumplen con los requisitos normativos vigentes.

H_O: $u_1 \geq$ 210 kg/cm2

H_1: $u_2 <$ 210 kg/cm2

Cálculo del Valor Crítico (V_c)

Como la muestra (n) es pequeña, utilizamos el valor estadístico t (Distribución t- Student)

GL= n -1

$$Vc(1-\alpha)_{(n-1)}$$

$$Vc(1-0.05)_{(9-1)}$$

$$Vc(0.95)_{(8)} = -1.86$$

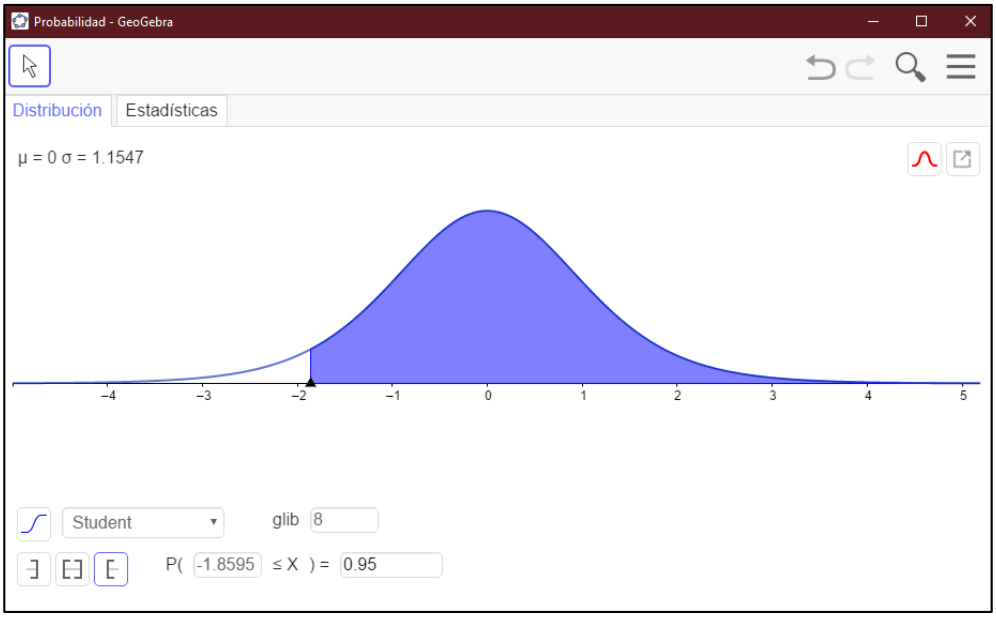
$$Vc = -1.86$$

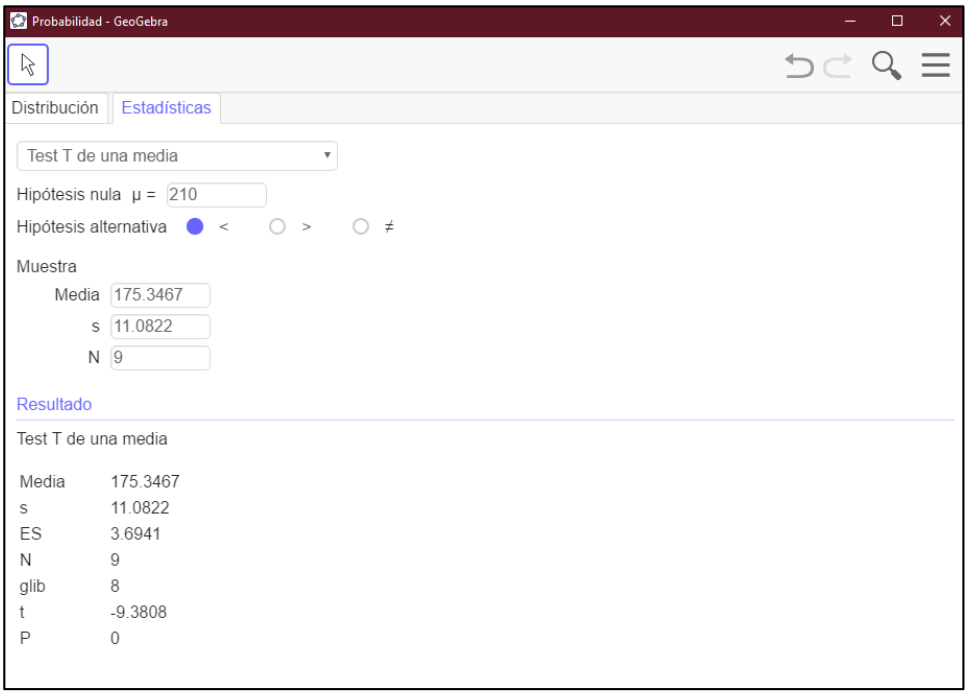
Valor Calculado o Estadístico de Prueba (V_t)

$$V(t) = \frac{\dot{\mathrm{X}} - u}{\frac{S}{\sqrt{n}}} = \frac{-34.653}{\frac{11.082}{\sqrt{9}}}$$

$$V(t) = -9.381$$

COMPROBANDO CON EL SOFTWARE GEOGEBRA





FORMULACIÓN DE LA REGLA DE DECISIÓN

La regla de decisión la formulamos teniendo en cuenta que es una prueba unilateral con cola hacia la izquierda, con un nivel de significancia de 0.05. El área en la que no se rechaza $H_{O,}$ es por consiguiente 0.95. El valor crítico para 0.05 y grado de libertad 8 da un valor de V_C=-1.86.

Entonces la regla de decisión es rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, si el valor calculado no quede en la región comprendía de -1.86 y +∞.

TOMA DE DECISIÓN

Como V_t=-9.381 es menor a V_C=-1.86 entonces se rechaza la hipótesis nula HO, y se acepta la hipótesis alternativa H1= u2<210kg/cm2, es decir la resistencia la compresión del concreto en columnas y vigas en el pabellón de aulas N°2 de la Universidad Nacional de Ucayali es menor a lo establecido por el R.N.E. en la actualidad.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

1. Según la metodología empleada del modelo italiano de Benedetti y Petrini se concluye que ambos Pabellones de Aulas en las direcciones **y** (tipología de Albañilería) y **x** (tipología de Concreto armado) tienen vulnerabilidad sísmica alta.

2. Después de haber realizado el análisis sísmico con la Norma de Diseño Sismo-Resistente de 1977, de los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, se determinó que las distorsiones en **x** (0.037;0.0273;0.0159) son mayores a 0.01, mientras en la dirección **y** (0.0025;0.0039;0.00449) son menores a 0.01. Comprobando que solo la dirección **x**, no cumple con los valores permisibles de la NTE.030 - 1977 “Diseño Sismo-Resistente”-Articulo 1.20- Desplazamiento lateral.

3. Después de haber realizado el análisis sísmico de los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, se determinó que las distorsiones en **x** (longitudinal) son mayores a 0.007, mientras en la dirección **y** (corta) son menores a 0.005. Permitiendo comprobar que solo la dirección **x**, no cumple con los valores permisibles de la NTE.030 - 2019 “Diseño Sismorresistente”- tabla N°11 - Límites para la distorsión del entrepiso.

4. Después de haber realizado el análisis sísmico, se concluye que los Pabellones de aulas N°01 y N°02 presentan las siguientes irregularidades: Irregularidad Torsional, Irregularidad Torsional Extrema, Irregularidad de Rigidez - Piso Blando e Irregularidad Extrema de Rigidez y no cumplen con lo establecido en la NTE.030 para un edificio categoría A2 (Tabla N°10 – Categoría y regularidad de las edificaciones).

5. Según los ensayos de esclerometría realizados en los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, la resistencia

promedio especificada a la compresión del concreto en vigas f'c=175.06 Kg/cm2 y en columnas f'c=180.56 Kg/cm2, no cumplen con el requisito mínimo de la NTE.060 (Capítulo 21 – Disposiciones especiales para el diseño sísmico).

6. En los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a la compresión de prismas de albañilería, f´m varía entre 15.2 Kg/cm2 a 20.6 Kg/cm2, los cuales no cumplen, con la NTE.070 Albañilería (tabla 9 – Resistencias características de la albañilería MPA), que señala mínimo f'm=65Kg/cm2. Además, la unidad de albañilería tubular o pandereta no está permitido en fines estructurales en la zona sísmica 2, según NTE.070 Albañilería (tabla 2 – Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales).

7. El método del Índice de Vulnerabilidad desarrollado en el CAPÍTULO III, determinó el grado de vulnerabilidad de una manera rápida y sustentada por su adaptabilidad al Reglamento Nacional de Edificaciones.

8. La edificación proyectada (Anexo J) cumple con todos los requisitos de las Norma Técnica E.030 - 2019 "Diseño sismorresistente", Norma Técnica E.060 "Concreto Armado", Norma Técnica E.070 "Albañilería", por lo cual se garantiza que la estructura no colapse ante sismos moderados, pudiendo presentar daños reparables dentro de los límites permisibles.

9. Para la edificación proyectada, el sistema estructural utilizado en la dirección **x** es dual (pórticos-muros estructurales), el cual cumple con el 30% de fuerza cortante en la base según lo indicado en el artículo 16 de la NTE.030-2019 y el sistema estructural utilizado en la dirección **y** es Albañilería Confinada el cual cumple con los indicados en el artículo 16 de la NTE.030-2019.

7.2. RECOMENDACIONES

1. El método italiano de Benedetti y Petrini utilizado para obtener el índice de vulnerabilidad sísmica es una evaluación estimada de cada pabellón de aulas ante un posible evento sísmico, por tal motivo se recomienda complementar con cálculos de índice de daño para tener resultados del grado de daño que pueden sufrir los pabellones de aulas después de un evento sísmico. Adicional a esto se podría evaluar otras alternativas de solución para los pabellones de Aulas N°1 y N°2 de la Universidad Nacional de Ucayali, como reforzamiento o demolición de las estructuras las cuales implican un estudio Costo-Beneficio para escoger la opción más conveniente.

2. Los resultados de este estudio sirven de herramienta para la planificación, para un diseño e incentivos de programas de prevención ante un sismo. Por tal motivo se recomienda a las autoridades de la Universidad Nacional de Ucayali a tomar las medidas necesarias para mejorar el comportamiento estructural de los Pabellones de Aulas de la Universidad Nacional de Ucayali, con el objetivo de salvaguardar la vida de los alumnos y de las personas que se encuentran en el campus Universitario.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍCAS

Allauca Sanchez, L. Y., & Oue, T. (2006). Niveles de comportamiento estructural y no estructural. En L. Y. Allauca Sanchez, & T. Oue, *DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO APORTICADO DE CINCO PISOS DISEÑADO CON LAS NORMAS PERUANAS DE EDIFICACIONES* (pág. 44). Lima.

Alvarado Follegatti, D. A., & Garate Marin, A. A. (2017). Unidad Tubular. En D. A. Alvarado Follegatti, & A. A. Garate Marin, *IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS LADRILLOS SEMI-INDRUSTRIALES DE 18 HUECOS EN LA CIUDAD DE PUCALLPA* (pág. 22). Pucallpa.

Alvayay Barrientos, D. A. (2013). Metodología del índice de Vulnerabilidad propuesto por G.N.D.T. En D. A. Alvayay Barrientos, *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE VALDIVIA, EMPLEADO ÍNDICES DE VULNERABILIDAD* (págs. 78-83). Valdivia.

Alvayay Barrientos, D. A. (2014). Valor de los parámetros que contribuyen al índice de vulnerabilidad Iv de los edificios de Hormigón armado (Benedetti y Petrini, 1984). En F. R. Marín Marín, *DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES 1 Y2 DE LA I.E. ESTATAL RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO DEL DISTRITO DE JAÉN-CAJAMARCA* (págs. 31-32). Jaén.

Bernal, I., & Tavera, H. (2002). GEODINÁMICA. En I. Bernal, & H. Tavera, *GEODINÁMICA, SISMICIDAD Y ENERGÍA SÍSMICA EN PERÚ* (pág. 3). Lima.

Broto, C. (2006). *ENCICLOPEDIA BROTO DE PATOLOGÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN*. Recuperado de: https://higieneyseguridadlaboralcvs.files.wordpress.com/2012/07/enciclopedia_broto_de_patologias_de_la_construccion.pdf

Bustamante Vergara, R. E., Castro Navarro, C. M., y Marquez Zabala, J. E. (2007). *ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE LA ZONA RURAL NORTE DEL MUNICIPIO DE SINCELEJO.* Recuperado en: https://elknol.files.wordpress.com/2013/06/123734143-estudio-de-vulnerabilidad-sismica-de-las-instituciones-educativas-de-la-zona-rural-norte-de-sincelejo.pdf

Carpio Utrilla, C. J. (2013). Proceso de Diseño. En C. J. Carpio Utrilla, *SISMO, EDIFICIOS DAÑADOS, Y RECOMENDACIONES* (pág. 231). México.

Castillo Aedo, J. L., & Alva Hurtado, J. E. (1993). *PELIGRO SÍSMICO EN EL PERÚ*. Ponencia presentada en el VII Congreso de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, (pág. 1). Lima.

Castro Ortega, D. E. (2015). Descripción de los 11 parámetros del método del índice de vulnerabilidad. En E. C. Castro Ortega, *VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE JAUJA-JUNÍN* (págs. 75-241). Lima.

Castro P., C. (2011). Diagnóstico de la Construcción en Ayacucho. SEMINARIO REGIONAL DE ESTUDIOS Y NORMALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, (pág. 68). Ayacucho.

CSI COMPUTERS & STRUCTURES, INC. (2016). Software Innovación y Tecnología para Ingeniería y Arquictectura. Obtenido de ETABS: http://www.csiespana.com/software/5/etabs

Goytia Torrez, I. R., y Villanueva Inca, R. (2001). Texto Guía de Ingeniería Antisísmica. Recuperado de https://kupdf.net/download/texto-guia-de-ingenieria-antisismicapdf_59962dd8dc0d605419300d1e_pdf

Grupo de Trabajo para la Gestión del Riesgo de Desastres Municipalidad Provincial de Coronel Portillo. (22 de Diciembre de 2015). Clima. PLAN DE EDUCACIÓN COMUNITARIA DE LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO 2016. Pucallpa, Coronel Portillo, Ucayali.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (1997). Otros métodos cuantitativos de recolección de los datos. En R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, & M. Baptista Lucio, METODOLOGÍA de la investigación (págs. 260-262). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.

Instituto Geofísico del Perú. (04 de 05 de 2017). Registro de Aceleraciones 2017. Recuperado de: https://portal.igp.gob.pe/registro-aceleraciones-2017

Manrique Toribio, K., y Palomino Sotelo, E. (2011). *DISEÑO INTEGRAL DE PABELLONES PARA AULAS Y SERVICIOS EN LA I.E. 6060 JULIO C.* TELLO VILLA MARÍA DEL TRIUNFO. Recuperado de http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/566/1/manrique_kr-palomino_er.pdf

Maldonado Rondón, E., Chio Cho, G., & Gómez Araujo, I. (2007). *ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA BASADO EN LA OPINIÓN DE EXPERTOS*. Bogotá.

Marín Marín, F. R. (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.* Recuperado de http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/83/T%20551.22%20M337%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martel Vargas, P. F. (2004). *COMPARACIÓN DE LA RESPUESTA SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES DISEÑADAS CON LAS NORMAS SISMORRESISTENTES DE 1997 Y 1977. (AFECTADAS POR EL SISMO DEL 23 DE JUNIO DEL 2001, REGIÓN SUR – AREQUIPA)*. Recuperado de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2945/1/martel_vp.pdf

Mena Hernández, U. (2002). Método del índice de Vulnerabilidad. En U. Mena Hernández, *EVALUACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO EN ZONAS URBANAS* (pág. 47). Barcelona.

Norma E.020 Cargas. (Viernes de Junio de 2006). *INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Obtenido de REGAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIÓN*: http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm

Norma E.070 Albañilería. (Sábado de Junio de 2006). *INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Obtenido de REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIÓN*: http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm

Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. (2009). *INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Obtenido de REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIÓN*: http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm

Norma Técnica E.030 - 2016 "Diseño Sismorresistente". (24 de Enero de 2016). *INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Obtenido de REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIÓN*: http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm

Norma Técnica E.030 - 2019 "Diseño Sismorresistente". *INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. Obtenido de REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIÓN*: http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm

Peralta Buriticá, H. A. (2002). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali.* Recuperado de https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16248/GarcesMoraJoseRicardo2017.pdf;jsessionid=4DB5BCB3092119C48FE5F81BD3618866?sequence=1

Poma Cossio, C. J. (2017). Calidad del sistema resistente. En C. J. Poma Cossio, *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DE AUTOCONSTRUCCIÓN EN LA URBANIZACIÓN POPULAR MINAS BUENAVENTURA-HUACHO-2017* (págs. 62-72). Lima.

Rivera Mantilla, H. (2005). *GEOLOGÍA GENERAL*. En H. Rivera Mantilla, GEOLOGÍA GENERAL (págs. 370-372). Lima.

Safina Melone, S. (2002). DEFINICIONES. En S. Safina Melone, *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES* (pág. 38). Barcelona.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO/DIMENSIONES/IND.	METODOLOGIA
Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Pabellones de Aulas N° 01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali.	**Problema General:** ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali ante un sismo moderado? **Problema Específico** • ¿La antigüedad de los pabellones de aulas aumentan los niveles de vulnerabilidad sísmica ante un sismo moderado? • ¿Los problemas en la etapa constructiva y la calidad de los materiales utilizados en los Pabellones de Aulas de la Universidad Nacional de Ucayali, aumentan los nivele de vulnerabilidad sísmica? • ¿El método del Índice de Vulnerabilidad será el	**Objetivo General:** Evaluar la Vulnerabilidad Sísmica de los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, con la finalidad de contribuir y fomentar acciones ante un evento sísmico de manera que no ponga en riesgo las vidas humanas y reducir las pérdidas materiales. **Objetivo Específico:** • Determinar los sistemas estructurales utilizados en los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali. • Identificar los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto (f'c) y la resistencia a la compresión axial de las unidades de	**Hipótesis General:** La evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, permitirá conocer grado de vulnerabilidad es alta, bajo condiciones probables de sismo. **Hipótesis Específico:** • Reconociendo los sistemas estructurales y realizando el análisis sísmico, los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, no cumplen con lo estipulado en NTE. E.030 "Diseño Sismorresistente". • Identificando los problemas en la etapa constructiva, la resistencia a la compresión del concreto y la resistencia a la compresión axial de las	**Variable Independiente:** Evaluación de la vulnerabilidad sísmica. **Variable Dependiente:** Grado de vulnerabilidad **Variable Interviniente:** • Método del Índice de Vulnerabilidad. **Dimensiones/Indicaciones.** **X1:** Daños ante la ocurrencia de un movimiento sísmico. (Escala de vulnerabilidad de Benedetti-Petrini.) **X2:** V=(Z.U.C.S)*P/R (Tn) **X3:** Modelamiento de la estructura (m)	**Tipo de Investigación:** Cuantitativa y Cualitativa. **Nivel de Investigación:** Descriptiva, Experimental, Explicativa, Analítica y Aplicativa. **Método:** Recolección de Información: Fuente: Secundaria **Técnica:** Modelamiento de la estructura del Edificio Administrativo. Procesamiento de la Información: Categorización de Variables. Software: ETABS, Excel, Corrida del modelo y Estimación de Variables. **Nivel de contraste de Hipótesis:**

	adecuado para medir el grado vulnerabilidad de los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali?	albañilería (f'm), utilizadas en los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali. • Evaluar si el método del índice de vulnerabilidad sísmica de los pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali.	unidades de albañilería, se determina que los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali no cumplen con los requisitos normativos vigentes. • El método del índice de vulnerabilidad para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones de aulas N°01 y N°02, permite determinar el grado de la vulnerabilidad sísmica de una manera rápida y aproximada a la realidad.	**X4:** Resistencia a la compresión del concreto. (f'c) **X5:** Resistencia a la Compresión axial de la albañilería (f'm) **X6:** NTE E.020 "Cargas" (CV, CM, CS) (kgf/m2, kgf/m2, Gales). **X7:** Capacidad Portante Límite. (qadm)	Será alternativa, ya que al menos un coeficiente de las variables Xi son significativas, por lo tanto las variables independientes si influyen en la variable dependiente.

ANEXOS

ANEXO A: Método Italiano de Benedetti y Petrini

A-01: Organización del sistema resistente

Albañilería

La asignación de las clases A, B, C y D en este parámetro se ha realizado en función a la visualización de los elementos resistentes, al año de construcción de la edificación así como su proceso constructivo; se eligió la Clase B para ambos pabellones de aulas, ya que, no cumple con el art.5 *Unidad de albañilería*, porque los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 fueron construidos a base de ladrillos panderetas.

Concreto Armado

- **Calidad de líneas resistentes:** Se realizó una inspección visual a ambos pabellones de aulas, con el fin de determinar el estado en el que se encuentran sus líneas resistentes.



Viga del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado.



Columna del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado.



Líneas resistentes verticales del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado.

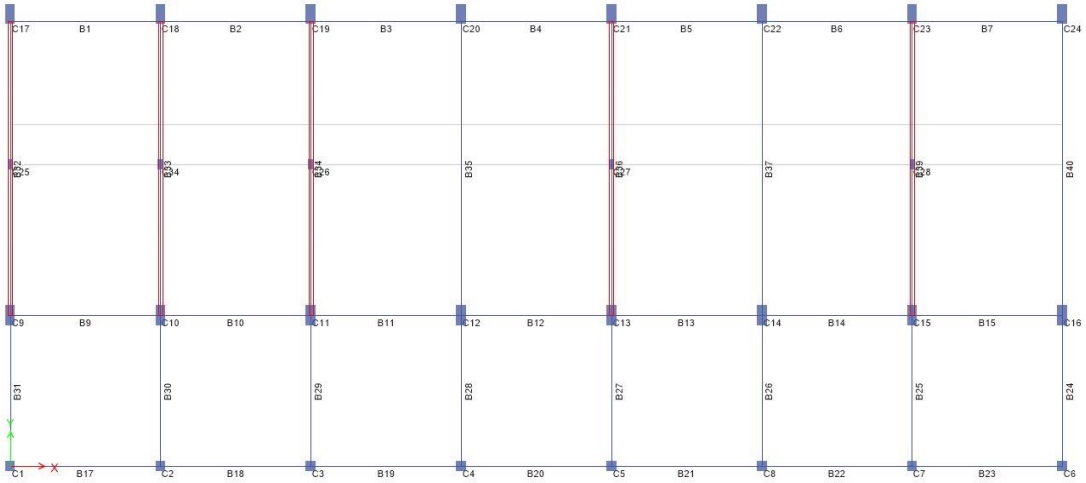


Viga del 3er nivel del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado.

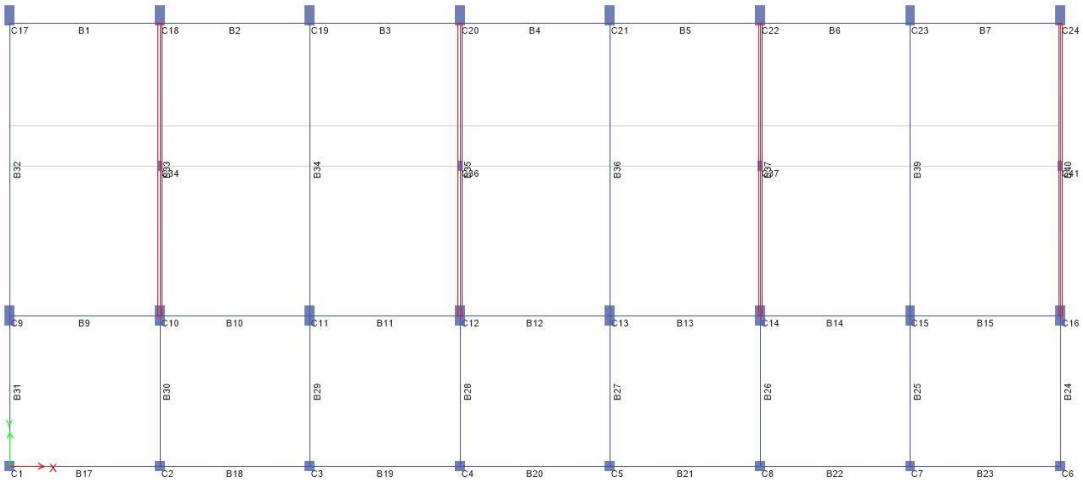
De las observaciones realizadas a los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la U.N.U, se calificó al Pabellón de Aulas N°01 en la clase A (bueno), debido al buen estado de conservación de sus elementos resistentes.

Por otro lado el Pabellón de Aulas N°02 se calificó en la clase A (bueno), debido a que sus líneas resistentes se encuentran bien conectadas y en buen estado de conservación.

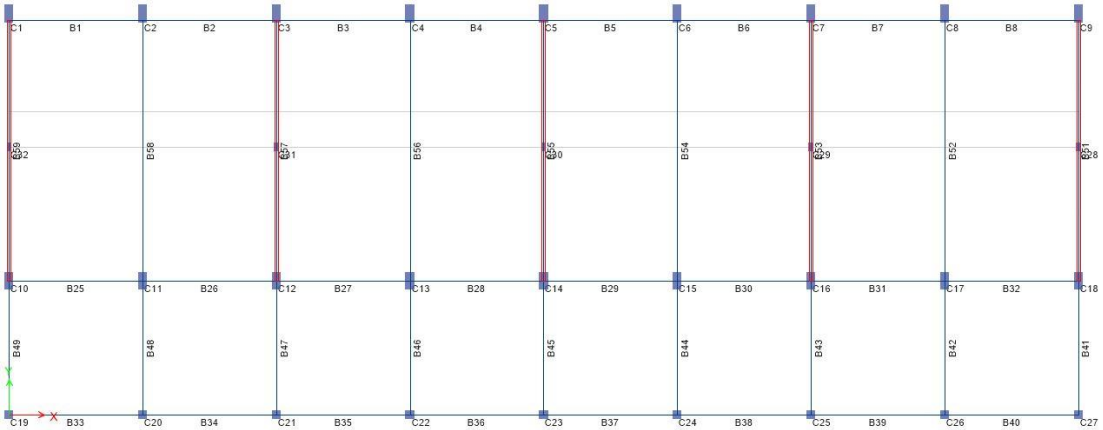
- **Configuración en planta de las líneas resistentes:** Se aprecia cómo es que se distribuyen las líneas resistentes verticales (columnas) y horizontales (vigas) de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02.



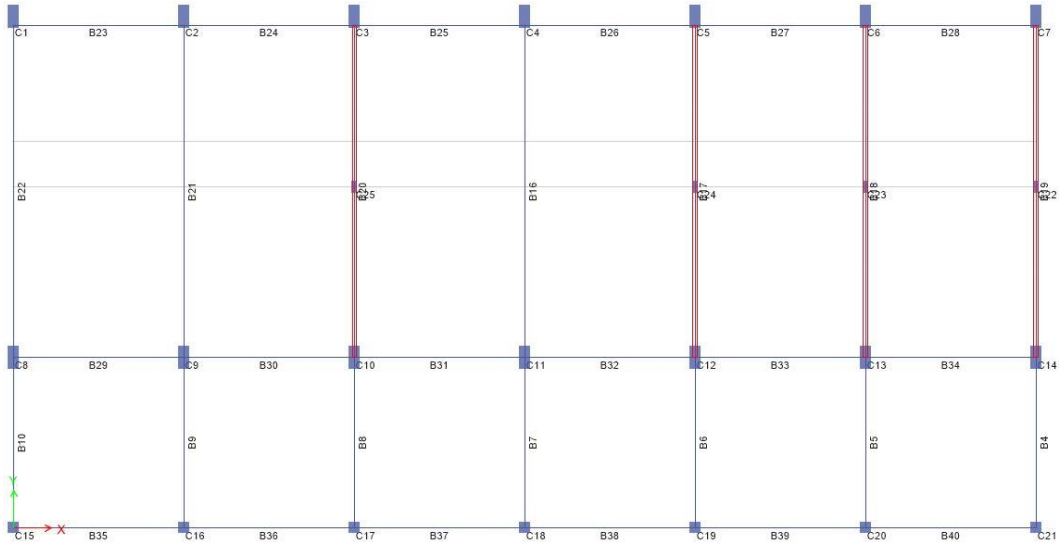
Configuración en planta de elementos del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo I).



Configuración en planta de elementos del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo II).



Configuración en planta de elementos del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo I)



Configuración en planta de elementos del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo II).

Se deduce que: las líneas resistentes verticales (columnas) y horizontales (vigas) son ortogonales en sus diferentes direcciones, no encontrándose dispersas en cualquier dirección de la planta. Por tanto los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 se calificaron en la clase A (bueno).

A-02: Calidad del sistema resistente

Albañilería

Se ha realizado una inspección visual del estado actual de la mampostería, con la finalidad de tener la calificación.

	
Pabellón de Aulas N°01. Mampostería de ladrillo Pandereta.	*Pabellón1. Mampostería de ladrillo Pandereta, homogéneo y de tamaño constante.*
	
Pabellón de aulas N°02. Mampostería de ladrillo Pandereta, no adecuada para el sistema estructural.	*Pabellón de aulas N°02. Mampostería de ladrillo Pandereta, homogéneo y de tamaño constante.*

Como resultado de las observaciones realizadas se calificó a los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 en la clase D, debido a que están conformado por ladrillos de mala calidad, con unidades homogéneas y de tamaño constante a lo largo de todo el panel de mampostería, existiendo ligamento entre todas las unidades, es decir, componen de Ladrillo Pandereta, unidades de albañilería, que son inadecuadas para este Sistema Estructural. Como se observa en las Ilustraciones.

Estas unidades de albañilería no cumplen con los requisitos mínimos como estipula las normas peruanas para ser utilizada en muros portantes, por tener un elevado porcentaje de vacíos. Estos ladrillos en su mayoría se utilizan para la construcción de muros no portantes, tales como muros divisorios, parapetos y otros. (Alvarado Follegatti & Garate Marin, 2017)

Estos tipos de ladrillos tienen una limitación, para ser utilizada en una edificación máximo son permitidos para edificaciones de dos pisos. IDEM

Concreto Armado

A los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 se les asignó una calificación C, porque fueron construidos en el año de 1995, con materiales y proceso constructivo deficiente. El nivel que se evaluó fue la columna sin tarrajeo, ya que se aprovechó el ensayo del esclerómetro. Ver las dos Ilustraciones.

	
Presencia de partículas de ladrillos en el Pabellón de Aulas N°01.	*Presencia de Acero en el Pabellón de Aulas N°02.*

A-03: Resistencia convencional

- **Uso de normativa antisísmica:** Debido a que los pabellones de aulas N° 01 y N°02 fueron construidos en el año 1995 se asume que emplearon la segunda norma peruana publicada en el año 1977. Por tanto se calificó este sub parámetro en la clase C (malo), por su antigüedad y por la falta de criterios sismorresistentes que presentaba esta normativa.

- **Momento de inercia y módulo de sección en columnas:** Se evaluó en qué dirección se produce el mayor daño en columnas debido a momento flexionante causado por sismo, se determinó el momento de inercia y el módulo de sección en la siguiente tabla, para ello se utilizó la Ecuación 5.

Momento de inercia y módulo de sección de las columnas de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02.

Pabellón	B (cm)	H (cm)	Ixx (cm4)	Iyy (cm4)	Zx (cm3)	Zy (cm3)
1	30	30	67 500	67 500	4 500	4 500
	30	60	540 000	135 000	18 000	9 000
2	30	30	67 500	67 500	4 500	4 500
	30	60	540 000	135 000	18 000	9 000

Fuente: Elaboración propia

Los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 presentan igual momento de inercia y módulo de sección en ambas direcciones (x,y), por tanto las columnas soportarán igual momento resistente ya sea en *X* o *Y*. Por otro lado el momento de inercia y el módulo de sección es mucho menor en la dirección *Y*, por tanto en esta dirección la sección de la columna es menos resistente al momento flexionante causando por un sismo. Por ende se calificó a los pabellones de aulas en clase C (malo), debido a la falta de resistencia en la dirección y.

- **Número de pisos de la edificación:** Se calificó a los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali dentro de la clase A (bueno), debido a que ambos tienen tres niveles y pertenecen a la tipología de hormigón armado.

En cuanto a la tipología de Albañilería se calificó en Clase C tanto por su número de planta como su antigüedad menor a 1997 para ambos Pabellones de Aulas.

A-04: Posición del edificio y cimentación

Los pabellones de aulas de la Universidad Nacional de Ucayali se encuentran posicionados sobre suelo limos y/o arcillas inorgánicos de mediana a alta plasticidad, y con capacidad portante entre 0.75 a 0.78

Kg/cm2 (Estudio de Mecánica de suelos). En el Anexo D se muestran el estudio de Mecánica de suelos.

La pendiente del terreno para ambos pabellones de aulas se realizó mediante una inspección visual.



Pabellón de Aulas N°01. Edificio cimentado sobre terreno con pendiente menor al 10%.



Pabellón de Aulas N°02. Edificio cimentado sobre terreno con pendiente plana.

La asignación que se tomó fue la clase B para la tipología albañilería, porque ambos pabellones de aulas se encuentran cimentadas sobre suelo intermedio según estudios de mecánica de suelos, no presentan pendientes pronunciadas, tampoco presencia de humedad y sales.

En cuanto los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali se calificaron en la clase A (bueno) para la tipología de concreto armado, debido a que se encuentran cimentados sobre suelo intermedio, con cotas de fundación al mismo nivel, y con pendiente inferior al 10%.

A-05: Diafragma horizontal (entrepisos)

Para la asignación de los Pabellones de aulas N°01 y N°02 dentro de una de las clases, se realizó una inspección visual.



Pabellón de Aulas N°01. Diafragma rígido correctamente conectado a los elementos resistentes.

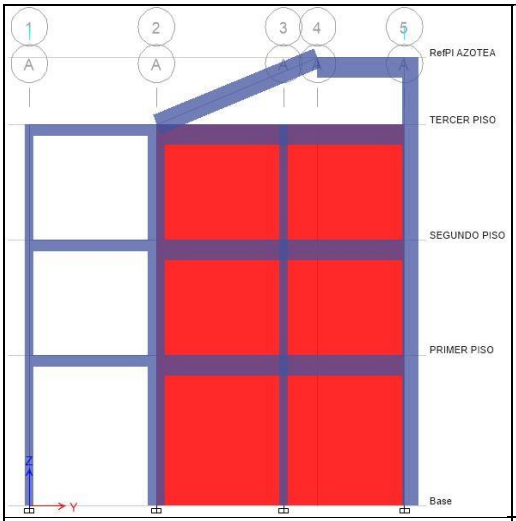


Pabellón de Aulas N°02. Diafragma rígido correctamente conectado a los elementos resistentes.

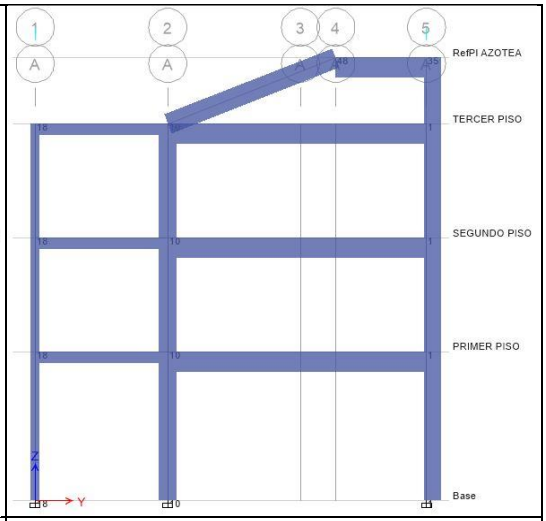
Como resultado de las observaciones se calificó a los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 en la clase A (bueno) tanto para la tipología de Albañilería como de Concreto Armado, debido que no existe deformabilidad del diafragma, y la conexión entre el diafragma y los elementos resistentes es eficaz.

A-06: Configuración en planta

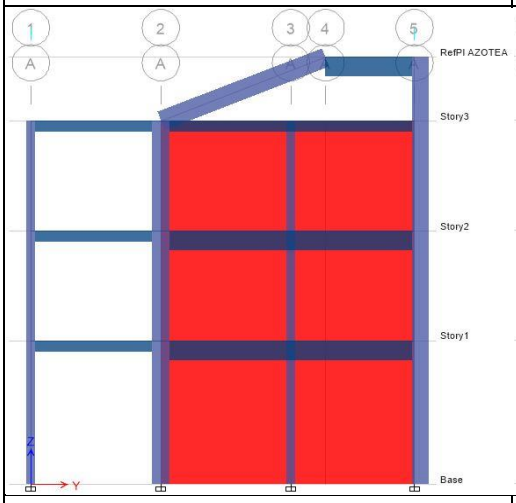
- **Falsa simetría:** Los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 presentan esta configuración asimétrica, se calificó en clase C (malo) debido a que no equilibran la distribución de la resistencia de forma que disminuya la excentricidad en planta, presentándose de una sección 60x30 a una sección de 30x30.



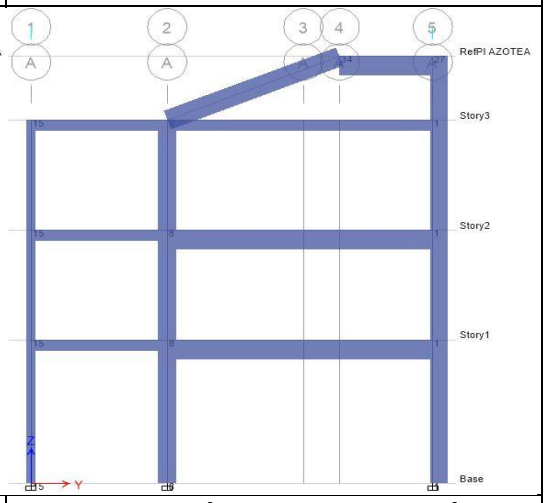
Falsa Simetría en Pabellón de Aulas N°01 (Módulo I).



Falsa Simetría en el Pabellón de Aulas N°01 (Módulo II).

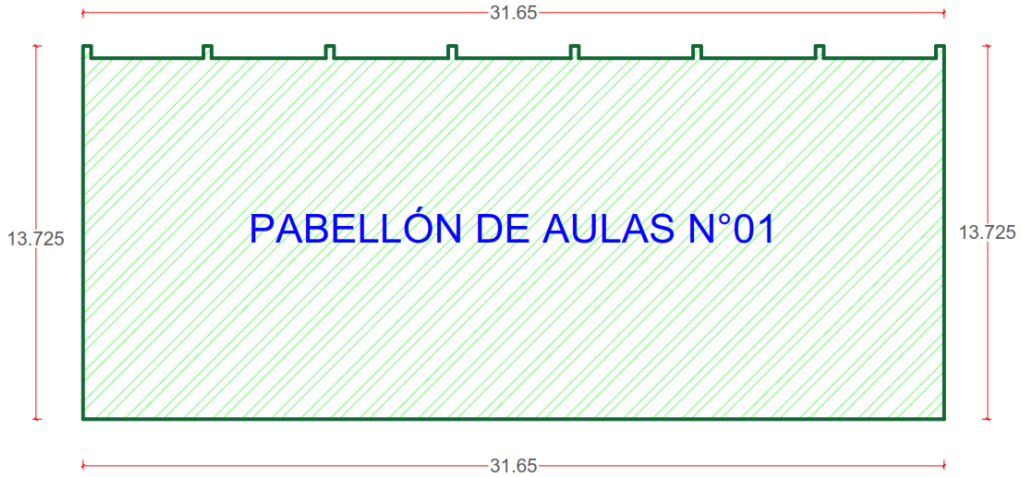


Falsa Simetría en el Pabellón de Aulas N°02 (Módulo I).

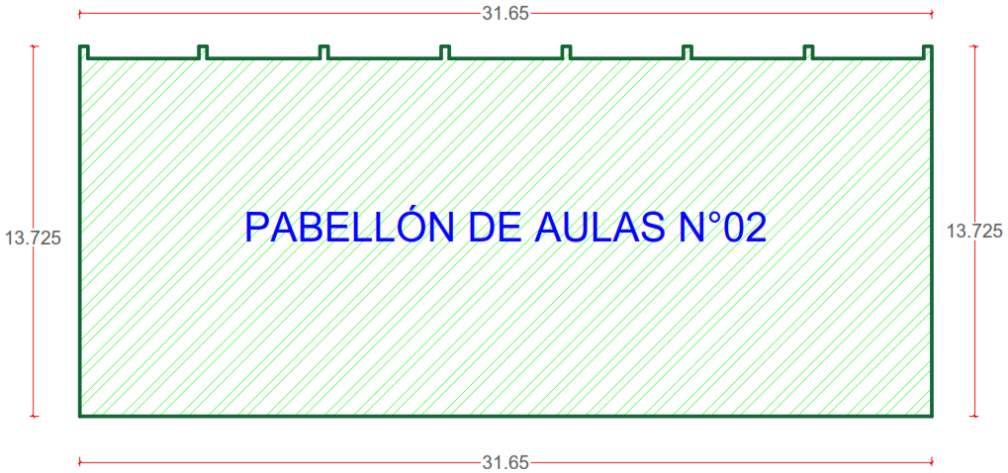


Falsa Simetría en el Pabellón de Aulas N°02 (Módulo II).

- **Esquinas entrantes:** La configuración en planta de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02, podemos apreciar que sus formas son rectangulares y no tienen esquinas entrantes, por tanto• se calificaron en la clase A (bueno) debido a que no presenta ningún tipo de irregularidad, para la tipología de concreto armado.



Configuración en planta del Pabellón de Aulas N°01.



Configuración en planta del Pabellón de Aulas N°02.

- **Torsión:** Se ha determinado que los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 durante un sismo severo sufrirán las distorsiones del Entrepiso (derivas) que exceden del 50% del máximo permisible, y por tanto se muestran en las Tablas, las Irregularidades Torsionales y Torsión Extrema, mostradas en las Tablas, siendo estos desplazamientos y verificación de irregularidades fueron calculados con el programa ETABS 2016, el procedimiento detallado se muestra en el Anexo del cálculos de regularidades.

Distorsión del Entrepiso (Deriva) en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo I).

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02354	PÓRTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00798	ALBAÑILERÍA	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01656	PÓRTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00673	ALBAÑILERÍA	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00962	PÓRTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00409	ALBAÑILERÍA	OK

Fuente: Elaboración propia.

Irregularidad Torsional y Torsión Extrema en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo I).

		IRREGULARIDAD TORSIONAL		TORSIÓN EXTREMA	Mayor a 50% Permisible
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	2.08	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	2.06	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	1.94	IRREGULAR	IRREGULAR	SI

Fuente: Elaboración propia.

Distorsión del Entrepiso (Deriva) en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo II).

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02344	PÓRTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00495	ALBAÑILERÍA	OK
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01649	PÓRTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00421	ALBAÑILERÍA	OK
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00958	PÓRTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00266	ALBAÑILERÍA	OK

Fuente: Elaboración propia.

Irregularidad Torsional y Torsión Extrema en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo II).

		IRREGULARIDAD TORSIONAL		TORSIÓN EXTREMA	Mayor a 50% Permisible
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	1.04	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	1.04	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	1.04	REGULAR	REGULAR	SI

Fuente: Elaboración propia.

Distorsión del Entrepiso (Deriva) en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo I).

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02346	PÓRTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00608	ALBAÑILERÍA	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01632	PÓRTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00512	ALBAÑILERÍA	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00931	PÓRTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00329	ALBAÑILERÍA	OK

Fuente: Elaboración propia.

Irregularidad Torsional y Torsión Extrema en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo I).

		IRREGULARIDAD TORSIONAL		TORSIÓN EXTREMA	Mayor a 50% Permisible
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	1.54	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	1.53	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	1.53	IRREGULAR	IRREGULAR	SI

Fuente: Elaboración propia.

Distorsión del Entrepiso (Deriva) en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo II).

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02325	PÓRTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00778	ALBAÑILERÍA	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01640	PÓRTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00655	ALBAÑILERÍA	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00945	PÓRTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00413	ALBAÑILERÍA	OK

Fuente: Elaboración propia.

Irregularidad Torsional y Torsión Extrema en la dirección X e Y del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo II).

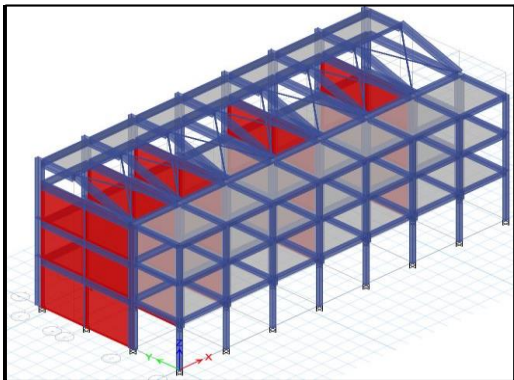
		IRREGULARIDAD TORSIONAL		TORSIÓN EXTREMA	Mayor a 50% Permisible
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	2.26	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	2.22	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	2.13	IRREGULAR	IRREGULAR	SI

Fuente: Elaboración propia.

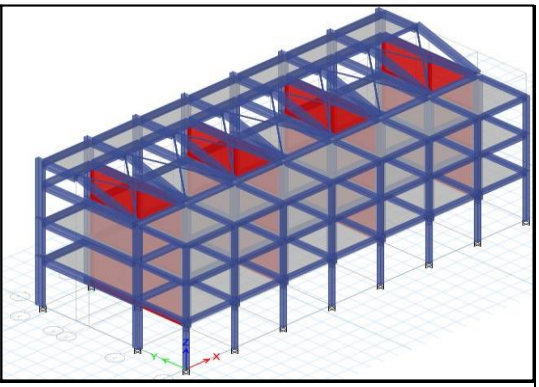
De los resultados obtenidos de las Tablas podemos deducir que la tipología de concreto armado en el Pabellón de Aulas N°01 y N°02 su estado Torsional y Torsión Extrema son Regulares. Por tal motivo se calificó a los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 en la clase A (bueno).

Mientras en la dirección de Albañilería del Pabellón de Aulas N°01 indica que el módulo I, presenta Irregularidad tanto Torsional como Torsión Extrema, mientras que el módulo II su estado e2s Regular tanto Torsional como Torsión Extrema. Existiendo tal Irregularidad se calificó al Pabellón de Aulas N°01 en la clase D.

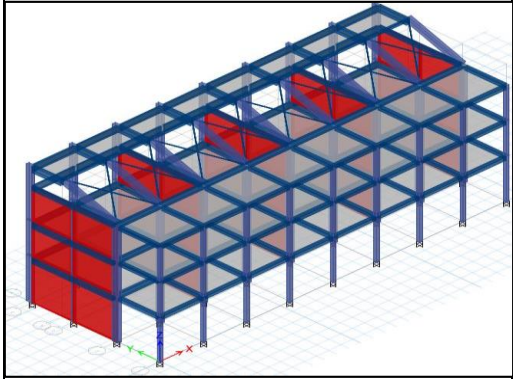
El Pabellón de Aulas N°02, se calificó en la clase D, porque el módulo I y el módulo II presentan Irregularidad Torsional y Torsión Extrema.



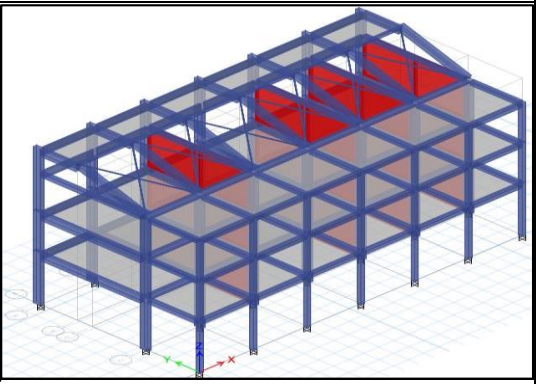
Modelado de la estructura del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo I) en el Software ETABS 2016.



Modelado de la estructura del Pabellón de Aulas N°01 (Módulo II) en el Software ETABS 2016.



Modelado de la estructura del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo I) en el Software ETABS 2016.



Modelado de la estructura del Pabellón de Aulas N°02 (Módulo II) en el Software ETABS 2016.

A-07: Configuración en elevación

- **Columna corta:** Para evaluar el efecto de los vanos en las columnas se determinó la rigidez de la columna con su longitud total y la rigidez de la columna acortada por los vanos, llamada la columna corta. Para ello se utilizó la Ecuación 8.



Longitudes de evaluación de la rigidez de la columna corta N°2.



Longitudes de evaluación de la rigidez de la columna total N°1.

Rigidez de la columna total y la columna corta N° 1.

Pabellón	LCT (m)	LC1 (m)	Longitud de la columna total		Longitud de la columna corta N°01		Relación de K	
			$12EIx/L^3$	$12EIy/L^3$	$12EIx/L^3$	$12EIy/L^3$	$\frac{Kx_{C1}}{Kx_{CT}}$	$\frac{Ky_{C1}}{Ky_{CT}}$
			(Kx_{CT})	(Ky_{CT})	(Kx_{C1})	(Ky_{C1})		
			(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)		
1	3,72	2,10	2,736.20	684,05	15,209.61	3,802.40	5.56	5.56
2	3,72	2,10	2,736.20	684,05	15,209.61	3,802.40	5.56	5.56

Fuente: Elaboración propia.

Rigidez de la columna total y la columna corta N° 2.

Pabellón	LCT (m)	LC1 (m)	Longitud de la columna total		Longitud de la columna corta N°02		Relación de K	
			$12EIx/L^3$	$12EIy/L^3$	$12EIx/L^3$	$12EIy/L^3$	$\frac{Kx_{C1}}{Kx_{CT}}$	$\frac{Ky_{C1}}{Ky_{CT}}$
			(Kx_{CT})	(Ky_{CT})	(Kx_{C1})	(Ky_{C1})		
			(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)	(TNf/m)		
1	3,10	1,02	4,728.15	1,182.04	132,731.93	33,182.98	28.07	28.07
2	3,10	1,02	4,728.15	1,182.04	132,731.93	33,182.98	28.07	28.07

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se calificó este sub parámetro en la clase C (malo) para ambos Pabellones de Aulas, debido a la falta o inadecuada junta de construcción entre tabique - pórtico, y a la elevada rigidez que tendría que soportar la columna corta frente a un sismo, pues en algunos casos tendría que soportar hasta 28,07 veces más fuerza sísmica de lo que soportaría la columna larga.

- **Irregularidad de Rigidez – Piso Blando:** Para los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 se realizó el cálculo de derivas (drift) y su verificación de irregularidad para las dos direcciones mostradas en las Tablas 30, 31, 32 y 33, los cuales se muestran con mayor grado de detalle en los Anexos del cálculos de Irregularidades.

  Pabellón de Aulas N°01 (Módulo I). Comprobación de irregularidad por rigidez Piso Blando.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.02354	0.02354	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01656	0.02318	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00962	0.01346	-
ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.00798	0.00798	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00673	0.00942	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00409	0.00572	-

Fuente: Elaboración propia.

Pabellón de Aulas N°01 (Módulo II). Comprobación de irregularidad por rigidez Piso Blando.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.02344	0.02344	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01649	0.02308	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00958	0.01341	-
ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.00495	0.00495	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00421	0.00589	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00266	0.00373	-

Fuente: Elaboración propia.

Pabellón de Aulas N°02 (Módulo I). Comprobación de irregularidad por rigidez Piso Blando.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.02346	0.02346	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO
PISO 2	0.01632	0.02284	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO
PISO 3	0.00931	0.01304	-
ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.00608	0.00608	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00512	0.00717	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ – PISO BLANDO
PISO 3	0.00329	0.00460	-

Fuente: Elaboración propia.

Pabellón de Aulas N°02 (Módulo II). Comprobación de irregularidad por rigidez Piso Blando.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.02325	0.02325	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01640	0.02295	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00945	0.01323	-
ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACIÓN**
PISO 1	0.00778	0.00778	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00655	0.00917	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00413	0.00578	-

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de las Tablas en la dirección de concreto armado presentan irregularidades por rigidez – Piso Blando en ambos Pabellones de Aulas. Por tal razón se calificó en la Clase C (malo).

En cuanto a la tipología de Albañilería de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, se calificó en la clase D, debido a que presentan irregularidades de Rigidez – Piso Blando.

- **Irregularidad vertical en masa:** Para los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 se realizó el metrado de cargas por nivel, los cuales se muestran con mayor grado de detalle en el Anexo E.

Pabellón de Aulas N°01 (Módulo I). Comprobación de irregularidad de masa y peso.

PISOS	PESOS		PISOS	PESOS	
PISO 1	484.5373	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO	PISO 2	486.1119	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO
PISO 2	486.1119		PISO 3	430.5081	
PISO 2 (1.5)	729.1678		PISO 2 (1.5)	645.7621	

Fuente: Elaboración propia.

Pabellón de Aulas N°01 (Módulo II). Comprobación de irregularidad de masa y peso.

PISOS	PESOS		PISOS	PESOS	
PISO 1	476.8367	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO	PISO 2	480.2487	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO
PISO 2	480.2487		PISO 3	424.5863	
PISO 2 (1.5)	720.3730		PISO 2 (1.5)	636.8794	

Fuente: Elaboración propia.

Pabellón de Aulas N°02 (módulo I). Comprobación de irregularidad de masa y peso.

PISOS	PESOS		PISOS	PESOS	
PISO 1	546.7199	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO	PISO 2	549.9486	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO
PISO 2	549.9486		PISO 3	454.5362	
PISO 2 (1.5)	824.9229		PISO 2 (1.5)	681.8043	

Fuente: Elaboración propia.

Pabellón de Aulas N°02 (módulo II). Comprobación de irregularidad de masa y peso.

PISOS	PESOS		PISOS	PESOS	
PISO 1	415.0326	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO	PISO 2	416.7886	NO TIENE IRREGULARIDAD EN MASA O PESO
PISO 2	416.7886		PISO 3	353.5569	
PISO 2 (1.5)	625.1829		PISO 2 (1.5)	530.3354	

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados de las Tablas 34, 35, 36 y 37 nos podemos dar cuenta que el Tercer nivel no excede al ni el segundo nivel no excede a la masa del primer nivel.

Por tanto se calificó a los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali en la clase A (bueno), debido a que no presentan irregularidad vertical en masa (masa de un piso mayor a 1,5 veces el peso de un piso adyacente) en la tipología de concreto armado.

- **Discontinuidad en los sistemas resistentes:** Para los pabellones de Aulas N°01 y N°02 materias de evaluación, no se encontraron desalineamientos de los elementos estructurales verticales, ya sea por cambio de orientación o por un desplazamiento de magnitud mayor de la dimensión del elemento, como se puede ver en las Ilustraciones. Por tanto ambos Pabellones de Aulas fueron calificados en la clase A (bueno).

	
Pabellón de Aulas N°01. Elementos estructurales verticales alineados.	*Pabellón de Aulas N°02. Elementos estructurales verticales alineados.*

Para la tipología de Albañilería se calificó el parámetro de configuración en elevación en clase D, por presentar irregularidad de Rigidez – Piso Blando y Columna corta.

A-08: Separación máxima entre líneas resistentes

Separación máxima entre líneas resistentes

En cuanto a la tipología de Albañilería para ambos Pabellones de Aulas se les asignó la clase D por encontrarse entre la relación L/S ≥ 25 (8.25/0.15=55).

En el caso de la tipología de Concreto Armado, se analizó primero el Pabellón de Aulas N°01, siendo el menor ancho b de la cara en compresión de la viga es 0,30 m, por tanto de acuerdo a lo especificado en el RNE - E.060, 2009 (artículo 10.4), la separación máxima entre los apoyos laterales de la viga debe ser de 15 m. Se verificó que la separación es de 8.25 m; por lo tanto este parámetro fue calificado en la clase B (Regular), debido a que no excede el valor máximo de 15 m y el año de construcción (1995) que es menor a 1997.



Pabellón de Aulas N°01. Separación máxima entre los apoyos laterales de la viga.

En el caso del Pabellón de Aulas N° 02, el menor ancho b de la cara en compresión de la viga es 0,30 m, por tanto de acuerdo con el RNE- E.060, 2009 (artículo 10.4), la separación máxima entre los apoyos laterales de la viga debe ser de 15,0 m. Se verificó que la separación es de 8,25 m; por lo tanto este parámetro fue calificado en la clase B (Regular), debido a que no

se excede el valor máximo de 15,0 m y el año de construcción (1995) que es menor a 1997.



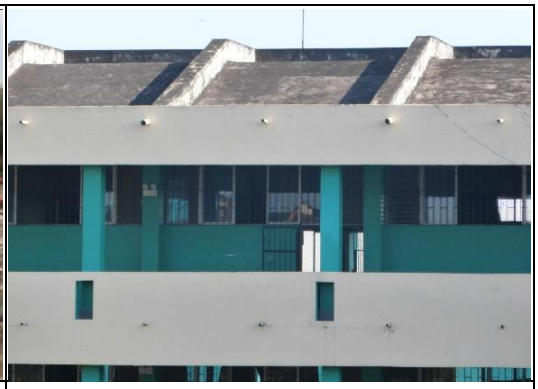
Pabellón de Aulas N°02. Separación máxima entre los apoyos laterales de la viga.

A-09: Tipo de cubierta

Para la tipología de Albañilería para ambos Pabellones de Aulas se le asignaron la clase A por tener una cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas de concreto armado.

En cuanto a la tipología de Concreto Armado se evaluó los siguientes subparámetros:

- **Estado de conservación:** En el caso del Pabellón de Aulas N°01 su cubierta es del tipo inclinada y plana, siendo en la parte del pasadizo se aprecia la parte plana, en la zona de las aulas una inclinación de 24° y termina en forma plana, conformada por vigas y losas aligeradas. Este tipo de cubierta está formada por concreto armado la cual se encuentran en regular estado de conservación, por la presencia de hongos causados por la humedad. Por tanto se calificó este sub parámetro en la clase C (malo).

	
Cubierta de tipo inclinada del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado de conservación.	*Cubierta de tipo plana del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado de conservación.*

La cubierta del Pabellón de Aula N° 02 es del tipo inclinada y plana, siendo en la parte del pasadizo se aprecia la parte plana, en la zona de las aulas una inclinación de 24° y termina en forma plana, conformada por vigas y losas aligeradas. Este tipo de cubierta está formada por concreto armado la cual se encuentran en regular estado de conservación, por la presencia de hongos causados por la humedad. Por tanto se calificó este sub parámetro en la clase C (malo).

	
Cubierta de tipo plana del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado de conservación.	*Cubierta de tipo inclinada del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado de conservación.*

- **Conexión con la estructura:** Se realizó una inspección visual de ambos Pabellones de Aulas, con la finalidad de calificar este sub parámetro dentro de una de las tres clases: A: bueno, B: regular, C: malo.

	
Estructura de concreto armado de la cubierta del Pabellón de Aulas N°01, mal conectada al sistema resistente.	*Estructura de concreto armado de la cubierta del Pabellón de Aulas N°01, mal conectada al sistema resistente.*

De las ilustraciones, se calificó a la cubierta del pabellón de aulas N°01 en la clase A (bueno), debido a que se encuentra correctamente conectada al sistema resistente de la estructura.

	
Estructura de concreto armado de la cubierta del pabellón de aulas N°02, mal conectada al sistema resistente.	*Estructura de concreto armado de la cubierta del pabellón de aulas N°02, mal conectada al sistema resistente.*

De las ilustraciones, se calificó a la cubierta del Pabellón de Aulas N°02 en la clase A (bueno), debido a que se encuentra correctamente conectada al sistema resistente de la estructura.

A-10: Elementos no estructurales

Para evaluar este parámetro se han tomado dos tabiques típicos de cada pabellón de aulas, se comparó el momento actuante *Ms* en KN-m/m (Ecuación 9) y el momento resistente *Mr* en KN-m/m (Ecuación 11), los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Estabilidad de tabiques de los Pabellones de Aulas N°01 y N°02.

Pabellón de aulas	Muro	Factores							Ms	Mr	Resultado
		C1	m	t	y	w	a	b/a			Ms:Mr
		adim	adim.	m	KN/m3	KN/m2	m	adim.			
1	M1	2.00	0.125	0.15	13.50	1.215	2.10	66.98	37.58	2.00	Inestable
	M2	2.00	0.125	0.15	13.50	1.215	2.10	66.98	37.58	2.00	Inestable
2	M1	2.00	0.125	0.15	13.50	1.215	2.10	66.98	37.58	2.00	Inestable
	M2	2.00	0.125	0.15	13.50	1.215	2.10	66.98	37.58	2.00	Inestable

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se calificó este parámetro en la clase D para la tipología de Albañilería y clase C (malo) para la tipología de concreto armado, debido a que en los tabiques de ambos pabellones de aulas, el momento resistente es mucho menor que el momento actuante, por tanto son inestables ante un eventos sísmico.

A-11: Estado de conservación

Para determinar el estado de conservación de la estructura, unidad de construcción y aspecto físico, se planteó en el proyecto de tesis, realizar una encuesta aplicada al personal docente y administrativo de la U.N.U, e inspección visual.

En referencia de la encuesta no se aplicó esta técnica por la ejecución del proyecto del Mantenimiento e Implementación de aulas de la Universidad Nacional de Ucayali. Siendo más visible el estado de conservación.

Además de la encuesta, se realizó una inspección visual antes de que empezara a ejecutarse el proyecto de mantenimiento, para determinar el estado de conservación de la estructura, unidad de construcción y aspecto físico; con la finalidad de tener la calificación más precisa posible.

	
Pabellón aulas N°01. Losa del primer nivel en buen estado.	*Pabellón de aulas N°01. Pintura en vigas en malas condiciones.*
	
Pabellón de aulas N°01. Columna en buen estado.	*Pabellón de aulas N°01. Uso de ladrillo pandereta, no adecuada para el sistema estructural.*
	
Cubierta Pabellón N°02 con humedad, produciendo hongos.	*Pabellón de Aulas N°02. Tabique en buen estado.*

	
Pabellón de Aulas N°02. Columna en buen estado.	*Pabellón de Aulas N°02. Uso de ladrillo pandereta.*

Con los resultados de las observaciones realizadas, mostradas en las Ilustraciones se pudo apreciar que la estructura, la unidad de construcción y el aspecto físico, demuestran que han sufrido un leve deterioro en cuanto a su calidad y conservación, pero la utilización de ladrillo pandereta, uso inadecuado para el sistema estructural, y el mantenimiento que realizan; se calificó a los Pabellones de Aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali en la clase B (regular). Para la tipología de Concreto Armado.

En cuanto a la tipología de Albañilería se le asignó la clase A por tener muros en buena condición, sin fisuras visibles.

ANEXO B: Ensayo de Esclerometría

INFORME TÉCNICO DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA

PROYECTO:

"EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES N°01 Y N°02 DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI"

UBICACIÓN

DIRECCIÓN : Carretera Federico Basadre Km 6.2, Pucallpa
DISTRITO : CALLERIA
PROVINCIA : CORONEL PORTILLO
DEPARTAMENTO : UCAYALI

19 DE MARZO 2018

ÍNDICE

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

1.1.1 Introducción

1.1.2 Desarrollo De Los Estudios

1.1.3 Ensayos realizados

CAPITULO II RESULTADOS

3. CONCLUSIONES Y RESUME DE RESULTADOS

CAPITULO I GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

1.1.1 Introducción

El presente documento contiene un procedimiento de ayuda a realizar la evaluación estructural de los elementos estructurales (vigas, columnas) de los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali. Ubicado en la Carretera Federico Basadre Km 6.2, Pucallpa, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Estas pruebas constituyen un primer acercamiento al mismo, además de un reconocimiento visual y real basado en la ejecución de una serie de pruebas y ensayos sobre el concreto de las columnas y vigas.

El objetivo final es obtener información detallada y fundamentada en una serie de procedimientos y ensayos, para determinar la resistencia a la compresión del concreto en las estructuras, dejando constancia de su estado actual y contemplando las posibles acciones posteriores a realizar.

De los procesos de evaluación de una edificación y el diagnóstico constituye el paso quizá más importante puesto que de acuerdo con su definición vendrá la decisión de la intervención.

No resulta fácil definir una metodología expresa y única para realizar la evaluación y diagnóstico contrario a lo que se sucede por ejemplo en el caso del diseño estructural de una edificación nueva, donde se sigue un flujo coherente y sistemático con mayor o menor énfasis en algunas etapas dependiendo de las características propias del edificio en particular.

Por otro lado, para la evaluación de patologías en estructuras no resulta fácil prestar un solo método para determinar si la edificación cumple con los criterios de seguridad y las normas peruanas para ser habitable y/o su puesta en funcionamiento como es el caso de las e diversas estructuras evaluadas.

Dependiendo de la circunstancia que haya causado la realización de la inspección de las estructuras, se hará necesario desarrollar a mayor precisión una evaluación que permita comprender la naturaleza de las posibles fallas que presente las estructuras. En cualquier caso se requiere suficientes conocimientos y criterio de parte del profesional que efectúa la evaluación puesto que de la fundamentación y

responsabilidad de sus apreciaciones podrán derivarse procesos de mayor o menor intervención con los consiguientes efectos sobre la edificación.

Así queda claro que la inspección de una estructura es una tarea compleja que requiere destrezas y conocimientos sobre los materiales y el comportamiento estructural. La observación y análisis permiten determinar las causas de las manifestaciones de daño que pocas veces se encuentran de manera evidente y también no permite conocer los valores de resistencia la compresión y cálida del concreto que la compone.

1.1.2 Desarrollo De Los Estudios

a) Ubicación

El área de estudios se encuentra ubicada en la obra: “El área en estudios se ubica en el Jr. Progreso N° 150, Distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo y departamento de Ucayali.



Vista Satelital del área en estudio PABELLONES DE AULAS N°01 Y N°02 DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI.



1.1.3. Ensayos realizados

Los ensayos realizados se realizaron basados en dos parámetros de ensayos no destructivos.

ENSAYO DE ESCLEROMETRIA

- **OBJETIVO**

El objetivo del presente ensayo es evaluar la resistencia a la compresión del concreto para lo cual se realizó un conjunto de pruebas en diferentes estructuras de cada nivel.

Las variables que intervienen en este ensayo son dos: la primera es la relativa a la perpendicularidad del esclerómetro con la superficie a ensayar, y la segunda está en función con el valor leído en el esclerómetro.

- **ESTRUCTURAS EVALUADAS**

Para la correcta evaluación de las estructuras existente y sus condiciones actuales después de haber estado en servicio, se procedió a ensayas los elementos estructurales de los Pabellones de aulas N°01 y N°02.

- **EQUIPO UTILIZADO**

Para la realización del ensayo se utilizó:

- Un esclerómetro modelo #35-1480 y accesorios
    - Comba
    - Cincel



- **PROCEDIMIENTO**

El procedimiento seguido es el siguiente:

- Se procedió a identificar y numerar las estructuras a evaluar
- Se procedió a ubicar el esclerómetro en cada punto, en forma perpendicular al área seleccionada para luego presionarlo horizontalmente con sumo cuidado, manteniendo la perpendicularidad.
- Luego de escuchar el sonido del resorte interno (señal que se había llegado a obtener la máxima dureza del concreto), las lecturas fueron observadas directamente en el esclerómetro por medio de un trazo de papel continúo calibrado, propio del instrumento.

B-01: Pabellón de aulas N°01–Muestra1–Columna1–Primer nivel

P1M1			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°1	45		NO VALIDO
	45		NO VALIDO
		29	VALIDO
		29	VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
		31	VALIDO
		34	VALIDO
		30	VALIDO
		30	VALIDO
		30	VALIDO
		28	VALIDO
		28	VALIDO
		30	VALIDO
		27	VALIDO
		27	VALIDO
		27	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	30
Desviacion Estandar	2.08

f'c=	234	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	171.76	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P1M1.

B-02: Pabellón de aulas N°01–Muestra2–Columna2–Primer nivel

P1M2			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°2		30	VALIDO
		30	VALIDO
		27	VALIDO
		36	VALIDO
		30	VALIDO
		33	VALIDO
		31	VALIDO
		33	VALIDO
	43		NO VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
		33	VALIDO
		34	VALIDO
		28	VALIDO
		27	VALIDO
		31	VALIDO
	21		NO VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		31
Desviacion Estandar		2.48
f'c=	254	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	186.44	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P1M2.

B-03: Pabellón de aulas N°01–Muestra3–Viga1–Primer nivel

P1M3			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
VIGA N°1		31	VALIDO
		26	VALIDO
		33	VALIDO
		27	VALIDO
		27	VALIDO
		30	VALIDO
		31	VALIDO
		32	VALIDO
	48		NO VALIDO
		27	VALIDO
		29	VALIDO
		29	VALIDO
		30	VALIDO
		29	VALIDO
		26	VALIDO
	50		NO VALIDO
		31	VALIDO
		33	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	29
Desviacion Estandar	2.34

f'c=	221	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	162.21	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P1M3

B-04: Pabellón de aulas N°01–Muestra4–Columna1–Segundo nivel

P1M4			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°1		33	VALIDO
		33	VALIDO
	40		NO VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
		27	VALIDO
		31	VALIDO
		32	VALIDO
		28	VALIDO
		31	VALIDO
		30	VALIDO
		28	VALIDO
		31	VALIDO
		27	VALIDO
		30	VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
	39		NO VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		31
Desviacion Estandar		2.07
f'c=	254	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	186.44	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P1M4

B-05: Pabellón de aulas N°01–Muestra5–Columna2–Segundo nivel

P1M5			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°2		29	VALIDO
		33	VALIDO
		35	VALIDO
		33	VALIDO
		29	VALIDO
	39		NO VALIDO
		33	VALIDO
		33	VALIDO
		33	VALIDO
		34	VALIDO
		32	VALIDO
		29	VALIDO
		32	VALIDO
		29	VALIDO
		29	VALIDO
		33	VALIDO
		29	VALIDO
		35	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	32
Desviacion Estandar	2.25

f'c=	264	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	193.78	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P1M5

B-06: Pabellón de aulas N°01–Muestra6–Viga1–Segundo nivel

P1M6			
ELEMENTO DE ENSAYO	**DATOS ANULADOS**	**N° REBOTES**	**ACEPTACIÓN**
VIGA N°1		30	VALIDO
		32	VALIDO
		33	VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
	10		NO VALIDO
		27	VALIDO
		30	VALIDO
		34	VALIDO
	50		NO VALIDO
		31	VALIDO
		29	VALIDO
		29	VALIDO
		27	VALIDO
		29	VALIDO
		26	VALIDO
		30	VALIDO
		26	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	30
Desviacion Estandar	2.46

f'c=	234	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	171.76	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P1M6

B-07: Pabellón de aulas N°01–Muestra7–Columna1– Tercer nivel

P1M7			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°1	56		NO VALIDO
		29	VALIDO
		33	VALIDO
		35	VALIDO
		34	VALIDO
		33	VALIDO
		32	VALIDO
		35	VALIDO
	56		NO VALIDO
		29	VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
		31	VALIDO
		29	VALIDO
		31	VALIDO
		29	VALIDO
		30	VALIDO
		29	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	31
Desviacion Estandar	2.16

f'c=	254	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	186.44	Kg/Cm2



Vista fotográfica del resultado del ensayo de esclerometría P1M7

B-08: Pabellón de aulas N°01–Muestra8–Columna2–Tercer nivel

P1M8			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°2		29	VALIDO
		28	VALIDO
		29	VALIDO
		31	VALIDO
		30	VALIDO
		33	VALIDO
		35	VALIDO
		35	VALIDO
		31	VALIDO
		30	VALIDO
		33	VALIDO
		35	VALIDO
		35	VALIDO
		30	VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
	58		NO VALIDO
		28	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		32
Desviacion Estandar		2.48
f'c=	264	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	193.78	Kg/Cm2



Vista fotográfica del resultado del ensayo de esclerometría P1M8

B-09: Pabellón de aulas N°01–Muestra9–Viga1–Tercer nivel

P1M9			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
VIGA N°1		30	VALIDO
		32	VALIDO
		26	VALIDO
		34	VALIDO
		29	VALIDO
		32	VALIDO
		32	VALIDO
		31	VALIDO
		29	VALIDO
		31	VALIDO
		34	VALIDO
		30	VALIDO
		31	VALIDO
	46		NO VALIDO
		33	VALIDO
		31	VALIDO
		33	VALIDO
		32	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		31
Desviacion Estandar		2.01
f'c=	254	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	186.44	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P1M9

B-10: Pabellón de aulas N°02–Muestra1–Columna1–Primer nivel

P2M1			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°1		28	VALIDO
		31	VALIDO
		28	VALIDO
		28	VALIDO
		34	VALIDO
		33	VALIDO
		28	VALIDO
		30	VALIDO
	69		NO VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
		29	VALIDO
		31	VALIDO
		30	VALIDO
		31	VALIDO
		33	VALIDO
		35	VALIDO
		32	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		31
Desviacion Estandar		2.24
f'c=	254	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	186.44	Kg/Cm2



Vista fotográfica del resultado del ensayo de esclerometría P2M1

B-11: Pabellón de aulas N°02–Muestra2–Columna2–Primer nivel

P2M2			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°2		28	VALIDO
		28	VALIDO
		29	VALIDO
		30	VALIDO
		26	VALIDO
		28	VALIDO
		31	VALIDO
		27	VALIDO
		25	VALIDO
		32	VALIDO
		33	VALIDO
		29	VALIDO
		30	VALIDO
		27	VALIDO
		26	VALIDO
		25	VALIDO
		32	VALIDO
		28	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	29
Desviacion Estandar	2.41

f'c=	221	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	162.21	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P2M2

B-12: Pabellón de aulas N°02–Muestra3–Viga1–Primer nivel

P2M3			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
VIGA N°1		29	VALIDO
	49		NO VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
		29	VALIDO
		32	VALIDO
		30	VALIDO
		27	VALIDO
		31	VALIDO
		31	VALIDO
		32	VALIDO
		28	VALIDO
		30	VALIDO
		27	VALIDO
		27	VALIDO
		34	VALIDO
		33	VALIDO
		28	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	30
Desviacion Estandar	2.25

f'c=	234	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	171.76	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P2M3

B-13: Pabellón de aulas N°02–Muestra4–Columna1–Segundo nivel

P2M4			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°1		33	VALIDO
		32	VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
		30	VALIDO
		33	VALIDO
		33	VALIDO
		32	VALIDO
		31	VALIDO
	53		NO VALIDO
		36	VALIDO
		31	VALIDO
		33	VALIDO
	77		NO VALIDO
		30	VALIDO
		32	VALIDO
		34	VALIDO
		27	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		32
Desviacion Estandar		2.06
f'c=	264	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	193.78	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P2M4

B-14: Pabellón de aulas N°02–Muestra5–Columna2–Segundo nivel

P2M5			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°2		31	VALIDO
		28	VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
		30	VALIDO
	43		NO VALIDO
		32	VALIDO
		31	VALIDO
		28	VALIDO
		27	VALIDO
		33	VALIDO
		32	VALIDO
		34	VALIDO
		27	VALIDO
		33	VALIDO
		27	VALIDO
		28	VALIDO
		29	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	30
Desviacion Estandar	2.40

f'c=	234	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	171.76	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P2M5

B-15: Pabellón de aulas N°02–Muestra6–Viga1–Segundo nivel

P2M6			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
VIGA N°1		33	VALIDO
		34	VALIDO
		31	VALIDO
		28	VALIDO
		27	VALIDO
		35	VALIDO
		32	VALIDO
		34	VALIDO
		30	VALIDO
		31	VALIDO
		32	VALIDO
		28	VALIDO
		31	VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
		31	VALIDO
		27	VALIDO
		30	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		31
Desviacion Estandar		2.39
f'c=	254	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	186.44	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P2M6

B-16: Pabellón de aulas N°02–Muestra7–Columna1–Tercer nivel

P2M7			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°1		31	VALIDO
		30	VALIDO
		28	VALIDO
		31	VALIDO
		28	VALIDO
		29	VALIDO
		28	VALIDO
		28	VALIDO
		30	VALIDO
		25	VALIDO
		26	VALIDO
		28	VALIDO
		30	VALIDO
		31	VALIDO
		28	VALIDO
		30	VALIDO
		27	VALIDO
		28	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	29
Desviacion Estandar	1.71

f'c=	221	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	162.21	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P2M7

B-17: Pabellón de aulas N°02–Muestra8–Columna2–Tercer nivel

P2M8			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
COLUMNA N°2		35	VALIDO
		30	VALIDO
		31	VALIDO
		33	VALIDO
		29	VALIDO
		28	VALIDO
		33	VALIDO
	23		NO VALIDO
		32	VALIDO
		33	VALIDO
		27	VALIDO
		32	VALIDO
		31	VALIDO
		29	VALIDO
		28	VALIDO
		28	VALIDO
		28	VALIDO
		29	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA		
Promedio		30
Desviacion Estandar		2.34
f'c=	234	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	171.76	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la preparación de la superficie de trabajo P2M8

B-18: Pabellón de aulas N°02–Muestra9–Viga1–Tercer nivel

P2M9			
ELEMENTO DE ENSAYO	DATOS ANULADOS	N° REBOTES	ACEPTACIÓN
VIGA N°1	22		NO VALIDO
		30	VALIDO
		29	VALIDO
		30	VALIDO
		34	VALIDO
		30	VALIDO
		30	VALIDO
		33	VALIDO
		30	VALIDO
		28	VALIDO
		32	VALIDO
		30	VALIDO
		27	VALIDO
		32	VALIDO
		30	VALIDO
		29	VALIDO
		28	VALIDO
		29	VALIDO

DATOS DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA	
Promedio	30
Desviacion Estandar	1.82

f'c=	234	Kg/Cm2

Debido a la Antigüedad del concreto se tiene un margen de (-26.6%) de error

La edad del concreto es mas de 23 años

Resultado:

f'c=	171.76	Kg/Cm2



Vista fotográfica de la realización del ensayo de esclerometría P2M9

3.0 CONCLUSIONES Y RESUMEN DE RESULTADOS

Se indica lo siguiente:

- Los valores obtenidos durante el ensayo presentan una dispersión, debido a la naturaleza del equipo.
- Los puntos obtenidos para la medición de cada área han sido suficientes para la determinación del valor promedio de las lecturas.
- El ensayo del esclerómetro es considerado en el extranjero como interesante para determinar la uniformidad en la calidad del concreto, pero no es aceptado como determinante de su resistencia.
- Se determinó según los ensayos de esclerometría, que el concreto utilizado en los Pabellones de aulas N°01 y N°02 de la Universidad Nacional de Ucayali, presenta las siguientes características.

ESTRUCTURA	NIVEL	IDENTIFICACION	FECHA	RESISTENCIA DE DISEÑO PROYECTADA	F`c DEL ENSAYO	OBSEVACIONES
COLUMNA N°01	PRIMER	P1M1	19/03/2018	175	171.76	NO CUMPLE
COLUMNA N°02	PRIMER	P1M2	19/03/2018	175	186.44	SI CUMPLE
VIGA N°01	PRIMER	P1M3	19/03/2018	175	162.21	NO CUMPLE
COLUMNA N°01	SEGUNDO	P1M4	19/03/2018	175	186.44	SI CUMPLE
COLUMNA N°02	SEGUNDO	P1M5	19/03/2018	175	193.78	SI CUMPLE
VIGA N°01	SEGUNDO	P1M6	19/03/2018	175	171.76	NO CUMPLE
COLUMNA N°01	TERCER	P1M7	19/03/2018	175	186.44	SI CUMPLE
COLUMNA N°02	TERCER	P1M8	19/03/2018	175	193.78	SI CUMPLE
VIGA N°01	TERCER	P1M9	19/03/2018	175	186.44	SI CUMPLE
COLUMNA N°01	PRIMER	P2M1	19/03/2018	175	186.44	SI CUMPLE
COLUMNA N°02	PRIMER	P2M2	19/03/2018	175	162.21	NO CUMPLE
VIGA N°01	PRIMER	P2M3	19/03/2018	175	171.76	NO CUMPLE
COLUMNA N°01	SEGUNDO	P2M4	19/03/2018	175	193.78	SI CUMPLE
COLUMNA N°02	SEGUNDO	P2M5	19/03/2018	175	171.76	NO CUMPLE
VIGA N°01	SEGUNDO	P2M6	19/03/2018	175	186.44	SI CUMPLE
COLUMNA N°01	TERCER	P2M7	19/03/2018	175	162.21	NO CUMPLE
COLUMNA N°02	TERCER	P2M8	19/03/2018	175	171.76	NO CUMPLE
VIGA N°01	TERCER	P2M9	19/03/2018	175	171.76	NO CUMPLE

ANEXO C: Ensayo de Resistencia a la compresión de prismas de albañilería

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA -

NTP 339.034 / ASTM C 39

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Andrei Gilberto Domínguez Alvarado.
Muestra : Ladrillo Tubular.
Fecha : Pucallpa, 27 de Setiembre del 2017

Elemento Estructural	Codigo	Fecha de Ensayo	Largo, cm	Ancho, m	Altura, m	Area, cm^2	Factor edad	Factor esbeltez	Resistencia, kg	$f'm$, kg/cm^2
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4.	---	27/09/2017	25.00	11.60	30.40	290.0	1.0	0.83	5,280	**18.2**
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4.	---	27/09/2017	26.00	11.60	30.20	301.6	1.0	0.83	6,200	**20.6**
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4.	---	27/09/2017	24.00	10.50	30.50	252.0	1.0	0.83	4,490	**17.8**
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4.	---	27/09/2017	24.40	10.60	30.20	258.6	1.0	0.83	3,920	**15.2**
Pila de ladrillo tubular con mortero: 1:4.	---	27/09/2017	24.80	10.50	30.20	260.4	1.0	0.83	4,700	**18.0**

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales
GEOCON SI SAC
Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado
Ing. CIP N° 120065
INGENIERO C.I.

OBSERVACIONES:

1. Los bloques de concreto fueron provistos e identificados por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron
Fecha : 27-Set-17

Revisado : A. Dominguez
Fecha : 27-Set-17

Teléfono: (062) 51 5181 Calle Las Dalias N° 270 - Paucarbambilla - Huánuco e-mail: geoconsi@hotmail.com Celular (RPM) : (#) 990 29 800 Celular (RPM) : (#) 947 81 7575

ANEXO D: Estudio de Suelos

PROYECTO

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS PABELLONES DE AULAS N°01 Y N° 02 DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI



ESTUDIO DE SUELOS

PUCALLPA, ENERO DEL 2018

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe de Estudio de Geológico, Mecánica de Suelos y Geotécnico, corresponde al proyecto "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES N°01 Y N°02 DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI.", el que se ha desarrollado dentro de los lineamientos que establece los términos de referencia. La longitud de estudio comprende aproximadamente un área de 2,105.44 metros cuadrados y está ubicado en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

El presente estudio se ha desarrollado dentro de los lineamientos y requerimientos técnicos exigidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), capítulo E.050 Suelos y Cimentaciones.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo general del Estudio Geológico, de Mecánica de Suelos y Geotécnico, correspondiente al proyecto "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES N°01 Y N°02 DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI.", es realizar la prospección geológica-geotécnica del terreno de cimentación de las estructuras a construir, definir su calidad, determinar los materiales recuperables. Asimismo, reconocer los problemas de geodinámica externa e interna en el área.

Son objetivos específicos del estudio:

- Inferir el perfil estratigráfico del suelo, de la subrasante y de los bancos de materiales, con la finalidad de auscultar el tipo de terreno o material; y realizar el muestreo correspondiente.
- Identificar los problemas geodinámicos externos a fin de recomendar las medidas de mitigación que eviten, reduzcan o controlen el desarrollo de los mismos.
- Interpretar resultados y recomendar o definir las medidas óptimas para la conformación del terreno.

1.3 CARTOGRAFÍA UTILIZADA

- Mapa Físico - Político del Departamento de Ucayali.
- Carta del IGN a escala 1/100 000, hoja 17-N.
- Geología del Cuadrángulo de Pucallpa hoja 17-n, INGEMMET.

1.4 METODOLOGÍA

El programa de trabajo consistió en:

- Recopilación y evaluación de la información existente.
- Prospección geológica – geotécnica de la zona.
- Ubicación y ejecución de pozos exploratorios.
- Toma de muestras alteradas e inalteradas.
- Realización de ensayos de campo y laboratorio.
- Análisis y evaluación de la información recopilada - determinación del perfil estratigráfico.
- Trabajo de gabinete. Elaboración del Informe.

1.5 UBICACIÓN

La zona del proyecto, geográficamente, está ubicada en la llanura de Ucayali, en un área urbana del distrito de Callería en la ciudad de Pucallpa, en la cuenca del río Ucayali.

La extensión del proyecto abarca la región natural Omagua (entre los 100 a 400 msnm), que se caracteriza por presentar un relieve homogéneo y de planicie ondulada.

El clima es Tropical Ecuatorial Caluroso y Húmedo (Af – clasificación realizada por W. Koppen). Esta región se caracteriza por presentar lluvias permanentes a lo largo del año, siendo los niveles mínimos de precipitación mensual de 60 mm.

El proyecto se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas:

Cuadro N° 01. Ubicación geográfica del proyecto

	COORDENADAS		ALTITUD msnm
PABELLÓN DE AULAS N°01	546,593.75 E	9'071,875 N	156
PABELLÓN DE AULAS N°02	546,609.375 E	9'071,812.5 N	156

El área de estudio se encuentra ubicado en:

Distrito : Callería.
Provincia : Coronel Portillo.
Departamento : Ucayali.

2 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

El área de desarrollo del proyecto se encuentra ubicado en la margen izquierda del río Ucayali. El que se caracteriza por presentar un cauce amplio y meándrico, con superficies laterales amplias que alcanzan varios kilómetros de ancho en ambas márgenes del río.

2.1 GEOMORFOLOGÍA

Las principales geoformas existentes en el área de estudio son el cauce del río Ucayali, los meandros, los bajiales, los caños, las cochas y los aguajales. A continuación se detalla las características particulares de cada geoforma observada.

2.1.1 RÍO UCAYALI

El río Ucayali es la principal geoforma del área y se desarrolla sobre una planicie de material cuaternario acumulado en una depresión estructural sobre rocas paleógenas-neógenas. Su encauzamiento se atribuye a los fallamientos reactivados durante la fase Quechua en el Plioceno.

Este fluye de Sureste a Noroeste (SE-NO) y se caracteriza por presentar pendiente suave, ancho variable, cauce migratorio y forma meándrica. El agua es un agente activo en el transporte de suelos a través de fenómenos repetitivos de erosión, deposición y sedimentación sobre las llanuras de inundación. Asimismo, existen ríos tributarios que al arribar a las planicies de inundación no son determinantes en la generación de geoformas sino se adaptan a la severidad del río Ucayali.

2.1.2 LOS MEANDROS

Los meandros son geoformas propias de los ríos de madurez avanzada y en proceso de alcanzar su perfil de equilibrio. El río Ucayali, como la mayoría de sus tributarios, se clasifica como "río en meandros". Es decir, se caracteriza por su divagación dentro de la llanura de inundación formando sinuosidades disarmónicas y "cuasi" armónicas.

2.1.3 LOS BAJIALES

Se denomina Bajiales a todas las depresiones del terreno que son susceptibles a inundación durante la estación de lluvias, en temporada de estiaje su extensión se reduce pero mantiene cierta cantidad de agua; estos pueden clasificarse en caños, aguajales, cochas, islas fluviales y playas. En el área de trabajo se han identificado caños y aguajales.

2.1.3.1 Los caños

Los caños son depresiones del terreno que constituyen las vías de drenaje natural del terreno. En época de estiaje se caracteriza por la ausencia de agua y reducida extensión. En época de lluvia, principalmente ante tormentas, son susceptibles de inundación pues constituyen los drenes naturales del terreno.

2.1.3.2 Los Aguajales

Los aguajales, charcas o siénagas, constituyen depresiones del terreno y se caracterizan por contener aguas estancadas cuya fuente de alimentación puede ser subterránea o por pequeñas quebradas de caudal temporal. A diferencia de los caños, los aguajales conservan cierta cantidad de agua durante todo el año.

2.2 ESTRATIGRAFÍA

El proyecto se encuentra asentado sobre una llanura fluvial paralela al curso del río Ucayali. Este depósito pertenece al cuaternario del holoceno reciente, y está ampliamente expuesto en el área de trabajo. El mismo tiene su origen en los relieves montañosos situados al este y oeste del área en estudio. Su coloración es variable, está relacionada a su origen y a las condiciones de intemperización de la zona. Alterna entre marrón oscuro, marrón pardo, blanquecino a marrón, entre otros. Una vez depositados, los materiales pasan a constituir el soporte de la vegetación y, al paso del tiempo, los ácidos orgánicos generan cambios en su coloración, pudiendo variar de marrón oscuro a marrón rojizo amarillento siempre supeditados a la litología subyacente del lugar de origen o la fuente de alimentación.

Litológicamente los depósitos de la zona varían ligeramente de composición de limo-arenosa hasta arcillosa, depositadas en capas gruesas masivas semi consolidadas.

2.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La principal estructura geológica de la zona de estudio se encuentra definida por la margen izquierda del río Ucayali. Esta se caracteriza por estar constituido de material cuaternario donde no se observan ni pliegues ni fallas.

2.4 UNIDADES LITOLÓGICAS

En el área de ubicación del proyecto se han identificado tres unidades litológicas: arenas, arcillas y lateritas. Asimismo, se ha identificado una cuarta unidad en la fuente de agregado más cercana al proyecto.

2.4.1 ARENAS

La composición granulométrica de estos depósitos se caracteriza por la escasa presencia de agregado grueso (gravas) y fino (limos y arcillas). La presencia de depósitos de arena de origen fluvial en la zona es abundante y se ubican a lo largo del río Ucayali y sus tributarios. Estos se despliegan en forma de playas con presencia de impurezas orgánicas, sin embargo se emplean como material de construcción previa explotación en época de estiaje.

2.4.2 ARCILLAS

Estos materiales se caracterizan por su granulometría fina. El depósito está formado por suelos transportados de coloración variable, con tonalidades que van desde rojizas a parduscas. Este material es abundante en el área y constituye la terraza sobre la que se edifica la ciudad de Pucallpa.

2.4.3 LATERITAS

Estos suelos, comúnmente de coloración rojiza, se forman por procesos físico-químicos en climas tropicales. En general, estos suelos tropicales contienen importantes cantidades de materia orgánica que, al descomponerse, actúan como un agente reductor cambiando el óxido férrico a óxido ferroso, pudiendo cambiar su color rojo primario al secundario verde-grisaceo.

2.4.4 GRAVAS

Se ha identificado este material en la fuente de agregados ubicada en el río Aguaytía, a 60 km de distancia de la ciudad de Pucallpa, en la localidad de Curimaná. A lo largo del curso del río Aguaytía existen diversas canteras donde se encuentran este tipo de agregados. Entre ellos se encuentran Curimaná,

Nueva Piura y Naranjillo. La explotación de estos materiales es temporaria y en exclusivo en época de estiaje.

La importancia de este material radica en su empleo como agregado para la construcción de infraestructura urbana en la ciudad de Pucallpa.

Además, en la zona también existe la comercialización de gravas y arenas transportadas desde el río Pachitea a través de embarcaciones dedicadas al transporte y comercialización de agregados. A diferencia de los materiales del río Aguaytía su explotación es permanente, durante todo el año.

2.5 CONDICIONES HIDROGEOLÓGICAS

La presencia de agua en los materiales geológicos afecta sus propiedades y comportamiento mecánico. Las aguas superficiales y subterráneas dan lugar a procesos de meteorización física y química y pueden provocar cambios en el relieve y movimientos del terreno, como hinchamientos, contracciones, asentamientos, entre otros.

2.6 RIESGOS GEOLÓGICOS

El área en estudio se encuentra asentado sobre una terraza baja e inundable, con pendientes que dificilmente superan el 2% y sometida a procesos periódicos de inundación transitoria. En épocas de máximas precipitaciones la ausencia de depresiones favorece la concentración de agua superficial e impide el drenaje del agua, lo cual produce inundaciones pasajeras. Estas ocurrencias restringen el tráfico vehicular en la zona. Además, la horizontalidad del relieve y la vegetación existente, apenas modificada por pequeñas ondulaciones y disecciones locales, permite que los procesos erosivos sean mínimos.

3 GEOTECNIA DE LA SUBRASANTE

3.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de los materiales que constituyen el terreno natural del proyecto permite determinar sus propiedades físico-mecánicas. Con estas características se establece la capacidad de soporte y estabilidad de las estructuras del proyecto. Estas propiedades se determinan con ensayos de campo y laboratorio, infiriendo el perfil estratigráfico del proyecto mediante pozos de exploración, recolectando muestras y transportándolas al laboratorio para ser ensayadas como corresponde.

El estudio del subsuelo a través de pozos de exploración (calicatas) permite, no solo inferir el terreno de fundación, sino recabar muestras y recopilar datos representativos de la zona de estudio, lo que permite finalmente realizar planteamientos técnicos óptimos para el desarrollo del proyecto.

3.2 SUELOS DE LA SUBRASANTE

3.2.1 INVESTIGACIONES DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Previa zonificación, inspeccionando el estado actual de la plataforma, la superficie de rodadura, las ondulaciones del terreno y los drenajes naturales, se han ubicado y excavado calicatas (pozos a cielo abierto) convenientemente distanciados, utilizando herramientas manuales. La profundidad de excavación es 3.00 m, desde la rasante actual. En total se ha excavado 04 calicatas y se les ha denominado C-01, C-02, C-03 y C-04.

El resumen de la ubicación de las calicatas y sus características más relevantes (clasificación de suelos, profundidad de exploración, etc.) se muestran en la lámina U-206 L08: Ubicación de Calicatas.

Las muestras disturbadas representativas de suelos que conforman la cimentación se han obtenido en cantidades suficientes para realizar los ensayos correspondientes, habiendo sido debidamente identificadas y embaladas en bolsas plásticas y de polietileno para su conservación y traslado al laboratorio.

En los registros de excavación, se han anotado el espesor de los estratos de suelo y aplicando el procedimiento de campo (visual-manual) se ha realizado la clasificación de Suelos (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) y que se corrobora con los ensayos de laboratorio.

Los ensayos estándares se han llevado a cabo en el laboratorio de la empresa, en la ciudad de Pucallpa.

Para determinar las propiedades índices y geotécnicas de las muestras se han programado realizar los siguientes ensayos de acuerdo a los procedimientos de la American Society for Testing and Materials (ASTM), la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y las Normas Técnicas Peruanas (NTP) que a continuación se indican:

- Contenido de humedad 339.127
- Análisis granulométrico por tamizado 339.128
- Límite Líquido, plástico e índice de plasticidad 339.129
- Clasificación de suelos, sistema SUCS 339.134
- Clasificación de suelos, sistema AASHTO 339.135
- Corte directo consolidado y drenado 339.171
- Peso unitario volumétrico 400.017

El resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio de las muestras extraídas de las calicatas (características granulométricas, características de plasticidad, etc.) se muestra en el Cuadro Resumen N° 02 del capítulo.

3.2.2 CLASIFICACIÓN

Por los objetivos y alcances del presente estudio se ha realizado la clasificación de las muestras de suelos por los siguientes sistemas:

- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials): ASTM D-3282, AASHTO M-145 o NTP 339.135
- SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos): ASTM D-2487 o NTP 339.134.

En los Anexos se adjuntan los corolarios de ensayos de laboratorio. En las siguientes tablas se sintetizan los resultados:

Cuadro N° 02.- Contenido granulométrico de las muestras de suelo.

IDENTIFICACIÓN			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					CONTENIDO		
Calicata	Muestra	Prof.	% QUE PASA LA MALLA N°					GRAVA	ARENA	FINO
N°	N°	m.	3/4"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	(%)		
C – 01	M - 01	3.00	100.00	100.00	100.00	99.80	83.70	0.00	16.30	83.70
C – 02	M – 01	3.00	100.00	100.00	100.00	99.90	80.80	0.00	19.20	80.80
C – 03	M - 01	3.00	100.00	100.00	100.00	99.90	84.50	0.00	15.50	84.50
C - 04	M - 01	3.00	100.00	100.00	100.00	99.70	69.70	0.00	30.30	69.70

Cuadro N° 03.- Límites de Plasticidad y Clasificación de Suelos con fines de ingeniería.

IDENTIFICACION			LIMITES DE			HUMEDAD	CLASIFICACIÓN	
Calicata	Muestra	Prof.	PLASTICIDAD, %			NATURAL	S.U.C.S.	AASHTO
N°	N°	m.	L L	L P	I P	Wn , %		
C - 01	M - 01	3.00	34.00	21.00	13.00	26.64	M L	A – 5 (8)
C - 02	M – 01	3.00	38.00	33.00	5.00	18.03	C L	A – 6 (9)
C – 03	M - 01	3.00	38.00	21.00	18.00	16.45	M L	A – 4 (5)
C - 04	M - 01	3.00	29.00	18.00	11.00	20.97	C L	A – 6 (11)

Donde:

LL - Límite líquido.
LP - Límite plástico.
IP - Índice plástico.
SUCS - Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
M L - Limos inorgánicos de plasticidad baja a media.
M H - Limos inorgánicos de plasticidad alta.
C H - Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.

3.2.3 SUELOS EXPANSIVOS

Se denominan suelos expansivos a aquellos depósitos limosos o arcillosos cuya estructura mineralógica y fábrica le permite absorber agua con un cambio de volumen importante. Por el contrario, al cambiar las condiciones de humedad, el agua almacenada en estos materiales se reduce y, por consiguiente, se produce una disminución del volumen denominada contracción o retracción.

En general, la expansión y contracción de un suelo tiene un carácter potencial y los factores condicionantes para su activación pueden son intrínsecos o extrínsecos. Así, es necesario que se de ambas condiciones para su activación:

- *Factores intrínsecos*. El depósito de suelo existente, limo o arcilla de alta plasticidad, debe tener una mineralogía y fábrica adecuada que permita absorber cantidades significativas de agua con importantes alteraciones de volumen.
- *Factores extrínsecos*. Debe producirse una variación en la humedad del suelo, por causas diversas tales como variaciones climáticas o cambios hidrológicos al interior del depósito. En general, la contracción de suelos va unido a periodos de sequía y la expansión a periodos de máximas avenidas.

Por otro lado, la identificación de suelos expansivos y su caracterización ha sido materia de evaluación y presentación de innumerables propuestas. De ellas, se recoge el desarrollado por El Bureau of Reclamation de los EE.UU. y recogido por RNE en el capítulo E.050. El mismo, identifica cuatro grados de expansividad (I la IV), tal como se indica en el cuadro siguiente, en el que aparecen los intervalos de valores que definen estos cuatro grados en lo referente al contenido de finos, límite líquido e índice de plasticidad.

Cuadro N° 04.- Clasificación de suelos por su potencial de expansión.

Grado	Expansividad	Finos[1] %	Límite Líquido[1] %	Índice de plasticidad[2] %	Expansión en consolidómetro[3] %
I	Baja	< 30	< 35	< 20	< 10
II	Baja a media	30 – 60	35 – 50	12 – 34	10 – 20
III	Media a alta	60 – 95	50 – 65	23 - 45	20 – 30
IV	Muy alta	> 95	> 65	> 32	> 30

[1] Fuente: Rico, A y Del Castillo, H, Ingeniería en las vías Terrestres, 1984. México.
[2] Fuente: Luis Gonzales, Ingeniería Geológica, 2004. Madrid.
[3] Expansión en el consolidómetro bajo una presión de 0.07 kg/cm^2.

3.3 ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA SUBRASANTE

El proyecto se desarrolla dentro de la Universidad Nacional de Ucayali. Estos pasajes se caracterizan por ser de bajo volumen de tránsito, con una capa de rodadura conformada por material de afirmado de espesor variable, inexistente en algunos tramos alcanzando 0.30 m en otros. En época seca la transitabilidad es buena cambia a intransitable en periodos de máximas precipitaciones.

Durante la investigación geotécnica y excavación de calicatas también se ha establecido lo siguiente: La capa de rodadura se asienta sobre una capa de agregado compuesto por material variado

como arenas, arcillas y limos. Este estrato superficial es producto de atiborrados antrópicos, lentos y periódicos, depositados sobre estratos fluviales naturales constituido por arcillas y limos inorgánicos de variada plasticidad. Ese relleno se ha desarrollado durante las etapas de asentamiento y crecimiento de la zona con el objeto de mejorar la transitabilidad en el lugar. Finalmente, debajo de este relleno aflora el estrato fluvio-aluvial que constituirá la estructura de fundación del proyecto.

En el laboratorio se han determinado los parámetros índices de las muestras de suelo y las características físico-mecánicas requeridas por el proyecto.

Resultado de esta investigación y por la magnitud del proyecto se ha definido una única zona geotécnica del lugar de estudio. Para ello se ha tomado en cuenta los siguientes criterios:

1. Propiedades índices del material que constituye el suelo de la sub-rasante.
2. Propiedades físico-mecánicas del material que constituye el terreno de sub-rasante.
3. Condiciones hidrogeológicas del terreno.

3.3.1 ZONA GEOTÉCNICA

La Zona Geotécnica comprende toda la zona del proyecto. Estos depósitos están compuestos por suelos heterogéneos de influencia antrópica y de origen fluvial.

En primer lugar aparece el estrato compuesto por finos limosos y arcillosos con vegetación con un espesor de 0.40 m, el cual debe ser eliminado en su totalidad. Seguidamente, aflora un estrato compuesto por limo inorgánico de plasticidad media de 0.30 m de espesor. Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojo con blanco y en estado húmedo en el lugar. A continuación aparece el estrato que constituirá la fundación de la zona del proyecto. Finalmente, la sub-rasante en la zona es de origen fluvial, comprende suelos cohesivos como limos y/o arcillas inorgánicos de mediana a alta plasticidad (Clasificación AASHTO: A-4, A-5 y A-6). El color de estos materiales es rojo con manchas blancas. La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina el comportamiento físico-mecánico de los suelos, tiene un promedio de 99.83% de su contenido granulométrico, con un máximo de 99.90% y un mínimo de 99.70%; sus propiedades de plasticidad arroja plasticidad media a alta. Las propiedades hidráulicas de estos materiales vienen establecidas por su límite líquido e índice plástico, presenta un promedio de Límite Líquido de 34.75%, con un máximo de 38.00% y un mínimo de 29.00%; e Índice Plástico un promedio de 11.75%, con un máximo de 26.70% y un mínimo de 11.30%. En términos de expansividad clasifica como de Grado II (baja a media). La potencia de este estrato supera la profundidad de exploración.

Secos son suelos estables. Sin embargo, cuando su contenido natural de agua es alto, al ser predominante suelos limosos o arcillosos, la estabilidad para soportar cargas se reduce a muy baja. A un adecuado intervalo de humedad se compactan satisfactoriamente. Estos suelos están propensos a sufrir expansiones o contracciones cuando su contenido de agua presenta alteraciones importantes.

3.4 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

El cuadro que a continuación se muestra, resume el inventario estructural del terreno de fundación.

Cuadro N° 05.- Catálogo estructural de la sub-rasante existente en el área del proyecto.

Estructura	ZG
Relleno con material seleccionado	Inexistente en el tramo.
Fundación	Limos y/o arcillas inorgánicos de mediana a alta plasticidad (Clasificación AASHTO: A-4, A-5 y A-6). El color de estos materiales es rojo con manchas blancas. La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina el comportamiento físico-mecánico de los suelos, tiene un promedio de 99.83% de su contenido granulométrico, con un máximo de 99.90% y un mínimo de 99.70%; sus propiedades de plasticidad arroja plasticidad media a alta. Las propiedades hidráulicas de estos materiales vienen establecidas por su límite líquido e índice plástico, presenta un promedio de Límite Líquido de 34.75%, con un máximo de 38.00% y un mínimo de 29.00%; e Índice Plástico un promedio de 11.75%, con un máximo de 26.70% y un mínimo de 11.30%. En términos de expansividad clasifica como de Grado II (baja a media).

3.5 ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Los ensayos sobre muestras inalteradas, como de corte directo y consolidación, ha permitido establecer las propiedades físico-mecánicas del material y determinar su capacidad de soporte y estimar su asentamiento. El modelo empleado para desarrollar este capítulo se ha construido siguiendo los siguientes criterios:

- A fin de alcanzar esa profundidad, el estrato superficial de 0.40 m de espesor, deberá ser retirado y eliminado.
- El estrato de fundación está constituido por limos y arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta (CL, CH, ML, MH) y se halla húmedo en el lugar.
- Dada la naturaleza del suelo a cimentar, las magnitudes máximas probables de cargas a ser transmitidas y el tipo de fundación, se recomienda emplear **fundamentos superficiales estructuralmente continuos** y apoyar la infraestructura sobre el potente estrato de origen aluvial-tropical, fluvial antiguo, identificado como limos y arcillas inorgánicas (ML), que se distingue porque su plasticidad varía entre baja a media.
- Los planos topográficos, perfiles longitudinales, secciones transversales y estructuras proyectadas fueron provistas por el proyectista y locador del servicio.

3.5.1 SISMICIDAD Y VULNERABILIDAD DE RIESGOS

El Perú está comprendido en una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto está expuesto al peligro sísmico. De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, en su acápite E.030 Diseño Sismo-resistente, el territorio nacional se divide en cuatro zonas de sismicidad (Figura N° 06).

La zona del proyecto se encuentra localizado en la zona 2. En la figura Nº 07 se presenta el Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú, basada en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos y recientes (Alva et. al 1984), del cual se concluye que en el área sísmica donde se ubica el proyecto existe la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades del orden de V en la escala de Mercalli Modificada.

3.5.2 CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA

La capacidad de carga de los suelos que soportarán las cargas externas que transmitan las estructuras propuestas se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck (1967).

La capacidad última y la capacidad admisible de carga están dadas por las siguientes expresiones:

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot S_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma_m \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma + \gamma_m \cdot D_f \cdot N_q \cdot S_q \qquad (1) \qquad q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS} \qquad (2)$$

Donde:

q_{ult}	:	Capacidad última de carga, Kg/cm².
q_{adm}	:	Capacidad admisible de carga, Kg/cm².
FS	:	Factor de seguridad (igual a 3), s/u.
γ_m	:	Peso volumétrico, Tn/m³.
B	:	Menor ancho de la zapata o cimiento corrido, m.
N_c, N_γ, N_q	:	Factores de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna del suelo (φ), s/u.
D_f	:	Profundidad de la cimentación, m.
S_c, S_γ, S_q	:	Factores de forma de cimentación, s/u.

Los factores de capacidad de carga y forma (Brinch-Hansen, 1961) se obtienen de las siguientes expresiones.

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan\varphi} \cdot \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2}\right) \qquad N_c = \frac{N_q - 1}{\tan\varphi} \qquad N_\gamma = 1.8 \cdot (N_q - 1) \cdot \cot\varphi$$

$$S_q = S_c - \frac{S_c - 1}{N_q} \qquad S_c = 1 + (0.2 + \tan^6\varphi) \cdot \frac{B}{L} \qquad S_\gamma = 1 - \frac{1}{2} \cdot (0.2 + \tan^6\varphi) \cdot \frac{B}{L}$$

Los resultados de las propiedades físico-mecánicas obtenidos para los sectores donde están propuestos fundamentar las estructuras de contención del proyecto se muestran en el cuadro N° 06.

Cuadro N° 06.- Resumen de resultados de ensayos de laboratorio.

CALICATA N°	UBICACIÓN	PROF.	CLASIFICACIÓN	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CAMPO Y LABORATORIO					
				W_n	L L	I P	γ_m	φ	C
		metros	S.U.C.S.	%	%	%	g/cm³	°	Kg/cm²
C – 01	PABELLÓN 1	3.00	M L	26.64	34.00	13.00	1.963	22.30	0.010
C – 02	PABELLÓN 1	3.00	C L	18.03	38.00	5.00	1.874	22.20	0.030
C – 03	PABELLÓN 2	3.00	M L	16.45	38.00	18.00	1.805	18.30	0.080
C – 04	PABELLÓN 2	3.00	C L	20.97	29.00	11.00	1.785	19.80	0.050

Donde:

S.U.C.S. : Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
W_n : Humedad Natural del suelo.
L L : Limite Líquido.
I P : Índice Plástico.
γ_m : Densidad natural del suelo en gr/cm³ ó Tn/m³.
Φ : Angulo de fricción interna del suelo.
C : Cohesión del suelo.

3.5.3 CAPACIDAD DE CARGA

El espesor (H) de estrato compresible que se ubica debajo del nivel de desplante del fundamento se estima con criterio a la normatividad vigente $H = 1.5\ B$, donde B es el lado menor o ancho de la cimentación.

A partir del diseño propuesto por el especialista en estructuras y reemplazando valores en las ecuaciones expuestas se obtienen los resultados que se presentan en el cuadro N° 07 para la capacidad de carga, durante la vida útil del proyecto.

Cuadro N° 07.- Capacidad de Carga.

CALICATA N°	TIPO DE CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN	CAPACIDAD DE CARGA
		D_f	q_{adm}
		m	Kg/cm^2
C – 01	Continua	1.50	0.78
C – 02	Continua	1.50	0.82
C – 03	Continua	1.50	0.80
C – 04	Continua	1.50	0.75

En la práctica, la carga que se aplicará al suelo es menor. Sin embargo, la correcta operación de la estructura en proyecto se asegura al transmitir la carga al suelo a través de fundamentos estructuralmente continuos porque el estrato de fundación es bastante heterogéneo. Además, con la profundidad las propiedades de este suelo mejoran, aumenta su resistencia y disminuye su capacidad de deformación.

3.6 PARÁMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE

En las normas de diseño se especifican las cargas sísmicas del área donde se construirá la estructura. El coeficiente de diseño sísmico a ser usado en el diseño sísmico pseudo-estático se determina en base a la zona, condición del suelo e importancia de la estructura. Si la estructura es flexible, la carga sísmica se modifica tomando en cuenta su periodo fundamental. De acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E.030 – Diseño Sismoresistente (modificado mediante D.S. N° 003-2016-VIVIENDA) las características del suelo de cimentación son:

Zona sísmica	=	Zona 2
Factor de zona	=	0.25
Periodo de vibración del suelo (T_P)	=	0.6 seg.
Periodo de vibración del suelo (T_L)	=	2.0 seg
Factor suelo	=	1.20

La aceleración espectral (fuerza horizontal equivalente o cortante total en la base debido a la acción sísmica) se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} \cdot g$$

Donde:

- Z : Factor de zona
- U : Factor de uso e importancia
- C : Coeficiente de amplificación sísmica
- S : Factor suelo
- R : Coeficiente de reducción de solicitaciones sísmicas
- g : Aceleración de la gravedad

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El presente informe de Estudio de Geológico, Mecánica de Suelos y Geotécnico, corresponde al proyecto "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES N°01 Y N°02 DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI", el que se ha desarrollado dentro de los lineamientos que establece los términos de referencia. La longitud de estudio comprende aproximadamente un área de 2,105.44 metros cuadrados y está ubicado en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

2. El objetivo general del Estudio Geológico, de Mecánica de Suelos y Geotécnico, correspondiente al proyecto "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES N°01 Y N°02 DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI", es realizar la prospección geológica-geotécnica del terreno de cimentación de las estructuras a construir, definir su calidad, determinar los materiales recuperables. Asimismo, identificar problemas de geodinámica externa e interna.

3. Previa zonificación, inspeccionando el estado actual de la plataforma, la superficie de rodadura, las ondulaciones del terreno y los drenajes naturales, se han ubicado y excavado calicatas (pozos a cielo abierto) convenientemente distanciados, utilizando herramientas manuales. La profundidad de excavación es 3.00 m, desde la rasante actual. En total se ha excavado 04 calicatas y se les ha denominado C-01, C-02, C-03 y C-04.

4. Resultado de la investigación y por la magnitud del proyecto se ha definido una única zona geotécnica del lugar de estudio, tomando en cuenta los siguientes criterios: propiedades índices del material que constituye el suelo de la sub-rasante, propiedades físico-mecánicas del material que constituye el terreno de sub-rasante y condiciones hidrogeológicas del terreno.

ZONA GEOTÉCNICA

La Zona Geotécnica comprende toda la zona del proyecto. Estos depósitos están compuestos por suelos heterogéneos de influencia antrópica y de origen fluvial.

En primer lugar aparece el estrato compuesto por finos limosos y arcillosos con vegetación con un espesor de 0.40 m, el cual debe ser eliminado en su totalidad. Seguidamente, aflora un estrato compuesto por limo inorgánico de plasticidad media de 0.30 m de espesor. Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojo con blanco y en estado húmedo en el lugar. A continuación aparece el estrato que constituirá la fundación de la zona del proyecto. Finalmente, la sub-rasante en la zona es de origen fluvial, comprende suelos cohesivos como limos y/o arcillas inorgánicos de mediana a alta plasticidad (Clasificación AASHTO: A-4, A-5 y A-6). El color de estos materiales es rojo con manchas blancas. La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina el comportamiento físico-mecánico de los suelos, tiene un promedio de 99.83% de su contenido granulométrico, con un máximo de 99.90% y un mínimo de 99.70%; sus propiedades de plasticidad arroja plasticidad media a alta. Las propiedades hidráulicas de estos materiales vienen establecidas por su límite líquido e índice plástico, presenta un promedio de Límite Líquido de 34.75%, con un máximo de 38.00% y un mínimo de 29.00%; e Índice Plástico un promedio de 11.75%, con un máximo de 26.70% y un mínimo de 11.30%. En términos de expansividad clasifica como de Grado II (baja a media). La potencia de este estrato supera la profundidad de exploración.

Secos son suelos estables. Sin embargo, cuando su contenido natural de agua es alto, al ser predominante suelos limosos o arcillosos, la estabilidad para soportar cargas se reduce a muy baja. A un adecuado intervalo de humedad se compactan satisfactoriamente. Estos suelos están propensos a sufrir expansiones o contracciones cuando su contenido de agua presenta alteraciones importantes.

Cuadro N° 05 - Catálogo estructural de la sub-rasante existente en el área del proyecto.

Estructura	ZG
Relleno con material seleccionado	Inexistente en el tramo.
Fundación	Limos y/o arcillas inorgánicos de mediana a alta plasticidad (Clasificación AASHTO: A-4, A-5 y A-6). El color de estos materiales es rojo con manchas blancas. La fracción fina (% que pasa la malla N°40), que determina el comportamiento físico-mecánico de los suelos, tiene un promedio de 99.83% de su contenido granulométrico, con un máximo de 99.90% y un mínimo de 99.70%; sus propiedades de plasticidad arroja plasticidad media a alta. Las propiedades hidráulicas de estos materiales vienen establecidas por su límite líquido e índice plástico, presenta un promedio de Límite Líquido de 34.75%, con un máximo de 38.00% y un mínimo de 29.00%; e Índice Plástico un promedio de 11.75%, con un máximo de 26.70% y un mínimo de 11.30%. En términos de expansividad clasifica como de Grado II (baja a media).

5. Finalmente, a partir del diseño propuesto por el especialista en estructuras y las propiedades físico-mecánicas establecidas durante el estudio, en el siguiente cuadro se establece la capacidad de carga del suelo durante la vida útil del proyecto.

Cuadro N° 07 - Capacidad de Carga.

CALICATA N°	TIPO DE CIMENTACIÓN	PROFUNDIDAD CIMENTACIÓN	CAPACIDAD DE CARGA
		D_f	q_{adm}
		m	Kg/cm^2
C – 01	Continua	1.50	0.78
C – 02	Continua	1.50	0.82
C – 03	Continua	1.50	0.80
C – 04	Continua	1.50	0.75

CONCLUSIONES:

- A fin de alcanzar esa profundidad, el estrato superficial de 0.20 m de espesor (relleno), deberá ser retirado y eliminado.
- El estrato de fundación está constituido por limos y arcillas inorgánicas de plasticidad media a alta (CL y ML) y se halla húmedo en el lugar.
- Dada la naturaleza del suelo a cimentar, las magnitudes máximas probables de cargas a ser transmitidas y el tipo de fundación, se recomienda emplear fundamentos superficiales

estructuralmente continuos y apoyar la infraestructura sobre el potente estrato de origen aluvial-tropical, fluvial antiguo, identificado como limos y arcillas inorgánicas (ML), que se distingue porque su plasticidad varía entre baja a media.

- Los planos topográficos, perfiles longitudinales, secciones transversales y estructuras proyectadas fueron provistas por el proyectista y locador del servicio.
- La capacidad admisible mínima para el pabellón de aulas N°01 será de 0.78 (C-01), mientras la capacidad admisible mínima para el pabellón de aulas N°02 será de 0.75 (C-04).

6. De acuerdo a la Norma Técnica de Edificaciones E.030 – Diseño Sismo-resistente (modificado mediante D.S. N° 003-2016-VIVIENDA) las características del suelo de cimentación son:

Zona sísmica	=	Zona 2
Factor de zona	=	0.25
Periodo de vibración del suelo (T_P)	=	0.60
Periodo de vibración del suelo (T_L)	=	2.00
Factor suelo	=	1.20

7. Las conclusiones y recomendaciones del presente informe son válidos en exclusivo para el proyecto: "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES N°01 Y N°02 DE AULAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI". Estas no podrán ser aplicadas indiscriminadamente por otros proyectos u obras, por más cercanas que estuvieran al área, ya que podrían cometerse graves errores que pondrían en peligro esas construcciones.

5 PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía N° 01.- Vista de la calicata N° 01, ubicada en la esquina del Pabellón de aulas N°01. El terreno de fundación está constituido por limo inorgánico de plasticidad media. Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojo con blanco y en estado húmedo en el lugar [ML, A-5(8)].



Fotografía N° 02.- Vista de la calicata N° 02, ubicada entre el Boulevar y esquina del Pabellón de aulas N°01. El terreno de fundación está constituido por arcilla inorgánica de plasticidad media. Depósito de origen fluvial e influencia antrópica-tropical, de consistencia media, de color rojo y en estado húmedo en el lugar [CL, A-6(9)].



Fotografía N° 03.- Vista de la calicata N° 03, ubicada entre el Boulevar y esquina del Pabellón de aulas N°02. El terreno de fundación está constituido por limo inorgánico de plasticidad media. Depósito de origen fluvial e influencia antrópica de consistencia media, de color rojo con blanco y en estado húmedo en el lugar [ML, A-4(5)].



Fotografía N° 04.- Vista de la calicata N° 04, ubicada entre la vía perimétrica y la esquina del Pabellón de aulas N°02. El terreno de fundación está constituido por arcilla inorgánica de plasticidad media. Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojizo y en estado húmedo en el lugar [CL, A-6(11)].

6 BIBLIOGRAFÍA

1. Alberto J. Martínez Vargas, Geotecnia para Ingenieros, Volumen I - Principios Básicos, Lima 1990, Lluvia Editores.
2. Alberto J. Martínez Vargas, Geotecnia para Ingenieros, Volumen II - Mecánica de Suelos, Lima 1991, Editorial.
3. Carlos Crespo Villalaz, Mecánica de Suelos y Cimentaciones, México 1998, Editorial Limusa.
4. Reglamento Nacional de Edificaciones. Actualizado, concordado, normas complementarias. Lima 2006, Cámara Peruana de la Construcción.
5. Gran Geografía del Perú. Naturaleza y Hombre. Volumen I. Geología del Perú, por el Dr. Mariano Ibérico. Manfer - Juan Mejía Baca. Tercera Edición, 1988.
6. Atlas del Perú. Copyright by 1989 Instituto Geográfico Nacional.
7. Geología del Cuadrángulo de Pucallpa, INGEMMET, Lima - Perú, 1996. BOLETIN Nº 67. Serie A: Carta Geológica Nacional.
8. Jaime Suárez Díaz. DESLIZAMIENTOS y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Bucaramanga 1998. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y deslizamientos.

7 ANEXOS

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE INGENIERÍA -

NTP 339.134 / NTP 339.135

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado — Gradación : ---
Id. Ensayo : 3140 — Fecha : Ene-18
Fuente : C - 01 (M - 01) — Profundidad, m : 3 — Tipo de material : Fundación

Tamices		Porcentaje
pulg.	mm.	que pasa, %
3	76.2	100.0
2	50.8	100.0
1 1/2	38.1	100.0
1	25.400	100.0
3/4	19.050	100.0
1/2	12.700	100.0
3/8	9.520	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 8	2.360	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 16	1.180	99.9
Nº 30	0.600	99.8
Nº 40	0.420	99.8
Nº 50	0.300	99.6
Nº 100	0.150	98.3
Nº 200	0.075	83.7
Total		

Tamaño máximo de los fragmentos, mm : 1.18
Forma predominante de la fracción gruesa : ---

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Clasificación SUCS (NTP 339.134) : M L

Limo inorgánico de plasticidad media, compuesta por arenas (16.3%) y finos (83.7%). Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojo con blanco y en estado húmedo en el lugar.

Clasificación AASHTO (NTP 339.135) : A - 5 (8)

Limo inorgánico de plasticidad media.

Coeficiente de uniformidad (Cu) : ---
Coeficiente de curvatura (Cc) : ---

Caracterisiticas de plasticidad de la fracción de suelo que pasa la malla N° 40

Límite líquido : 34
Límite plástico : 21
Índice plástico : 13

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



Observaciones:

Ensayado por : M. Moron — Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18 — Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE INGENIERÍA -

NTP 339.134 / NTP 339.135

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado — Gradación : ---
Id. Ensayo : 3141 — Fecha : Ene-18
Fuente : C - 02 (M - 01) — Profundidad, m : 3 — Tipo de material : Fundación

Tamices		Porcentaje
pulg.	mm.	que pasa, %
3	76.2	100.0
2	50.8	100.0
1 1/2	38.1	100.0
1	25.400	100.0
3/4	19.050	100.0
1/2	12.700	100.0
3/8	9.520	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 8	2.360	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 16	1.180	99.9
Nº 30	0.600	99.9
Nº 40	0.420	99.9
Nº 50	0.300	99.7
Nº 100	0.150	97.2
Nº 200	0.075	80.8
Total		

Tamaño máximo de los fragmentos, mm : 1.18
Forma predominante de la fracción gruesa : ---

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Clasificación SUCS (NTP 339.134) : C L

Arcilla inorgánica de plasticidad media, compuesta por arenas (19.2%) y finos (80.8%). Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojo con blanco y en estado húmedo en el lugar.

Clasificación AASHTO (NTP 339.135) : A - 6 (9)

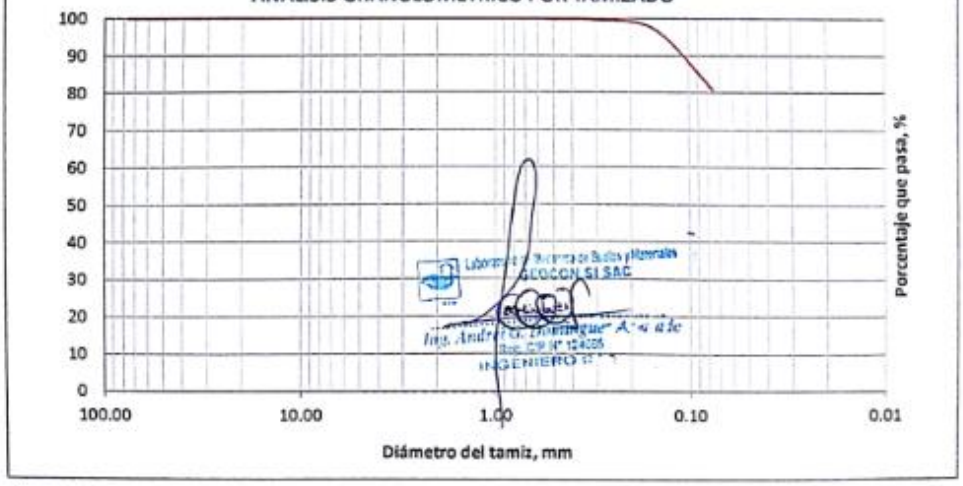
Arcilla inorgánica de plasticidad media.

Coeficiente de uniformidad (Cu) : ---
Coeficiente de curvatura (Cc) : ---

Caracterisiticas de plasticidad de la fracción de suelo que pasa la malla N° 40

Límite líquido : 38
Límite plástico : 33
Índice plástico : 5

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



Observaciones:

Ensayado por : M. Moron — Revisado por : A. Domínguez
Fecha : Ene-18 — Fecha : Ene-18

Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
Teléfono: (062) 51 5181
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE INGENIERÍA -

NTP 339.134 / NTP 339.135

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado
Gradación : ---
Id. Ensayo : 3142
Fecha : Ene-18
Fuente : C - 03 (M - 01)
Profundidad, m : 3
Tipo de material : Fundación

Tamices		Porcentaje
pulg.	mm.	que pasa, %
3	76.2	100.0
2	50.8	100.0
1 1/2	38.1	100.0
1	25.400	100.0
3/4	19.050	100.0
1/2	12.700	100.0
3/8	9.520	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 8	2.360	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 16	1.180	100.0
Nº 30	0.600	99.9
Nº 40	0.420	99.9
Nº 50	0.300	99.8
Nº 100	0.150	98.5
Nº 200	0.075	84.5
Total		

Tamaño máximo de los fragmentos, mm : 0.60
Forma predominante de la fracción gruesa : ---

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Clasificación SUCS (NTP 339.134) : M L

Limo inorgánico de plasticidad media, compuesta por arenas (15.5%) y finos (84.5%). Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojo con blanco y en estado húmedo en el lugar.

Clasificación AASHTO (NTP 339.135) : A - 4 (5)

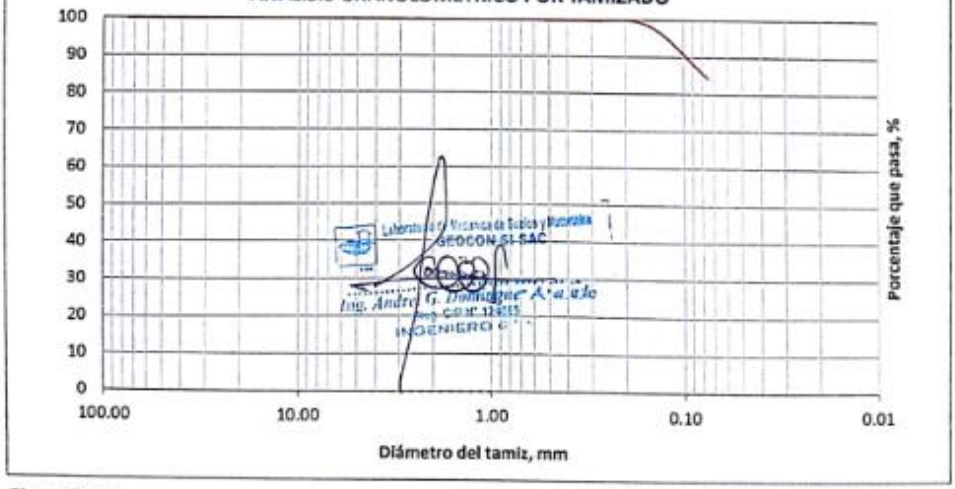
Limo inorgánico de plasticidad media.

Coeficiente de uniformidad (Cu) : ---
Coeficiente de curvatura (Cc) : ---

Caracterisiticas de plasticidad de la fracción de suelo que pasa la malla N° 40

Límite líquido : 38
Límite plástico : 21
Índice plástico : 18

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



Observaciones:

Ensayado por : M. Moron
Fecha : Ene-18
Revisado por : A. Domínguez
Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON FINES DE INGENIERÍA -

NTP 339.134 / NTP 339.135

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado — Gradación : ---
Id. Ensayo : 3143 — Fecha : Ene-18
Fuente : C - 04 (M - 01) — Profundidad, m : 3 — Tipo de material : Fundación

Tamices		Porcentaje
pulg.	mm.	que pasa, %
3	76.2	100.0
2	50.8	100.0
1 1/2	38.1	100.0
1	25.400	100.0
3/4	19.050	100.0
1/2	12.700	100.0
3/8	9.520	100.0
Nº 4	4.750	100.0
Nº 8	2.360	100.0
Nº 10	2.000	100.0
Nº 16	1.180	100.0
Nº 30	0.600	99.9
Nº 40	0.420	99.7
Nº 50	0.300	99.0
Nº 100	0.150	93.8
Nº 200	0.075	69.7
Total		

Tamaño máximo de los fragmentos, mm : 0.60
Forma predominante de la fracción gruesa : ---

DESCRIPCIÓN DEL SUELO

Clasificación SUCS (NTP 339.134) : CL

Arcilla inorgánica de plasticidad media, compuesta por arenas (30.3%) y finos (69.7%). Depósito de origen fluvial e influencia antrópica, de consistencia media, de color rojizo y en estado húmedo en el lugar.

Clasificación AASHTO (NTP 339.135) : A - 6 (11)

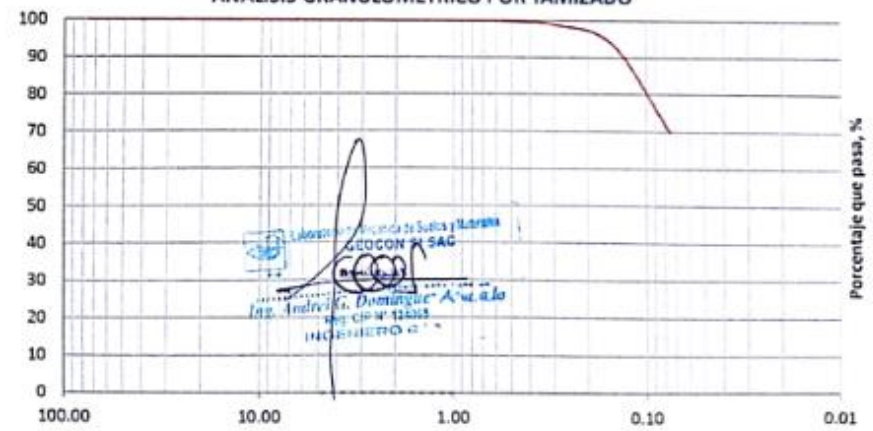
Arcilla inorgánica de plasticidad media.

Coeficiente de uniformidad (Cu) : ---
Coeficiente de curvatura (Cc) : ---

Caracterisiticas de plasticidad de la fracción de suelo que pasa la malla N° 40

Límite líquido : 29
Límite plástico : 18
Índice plástico : 11

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO



Observaciones:

Ensayado por : M. Moron — Revisado por : A. Domínguez
Fecha : Ene-18 — Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Calleria, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Id. Ensayo : 3140 Fecha : Ene-18
Fuente : C - 01 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

Condición	*Muestra inalterado*		
Velocidad de carga, mm/min	*0.50*		
Especimen N°	1	2	3
Diámetro del anillo, mm	61.80	61.80	61.80
Altura inicial de la muestra, mm	20.00	20.00	20.00
Área del anillo, cm^2	30.00	30.00	30.00
Densidad húmeda inicial, g/cm3	1.963	1.963	1.963
Densidad seca inicial, g/cm3	1.530	1.538	1.552
Contenido de agua, %	28.29	27.66	26.47

DATOS FINALES DE LA MUESTRA

Especimen N°	I	II	III
Altura final de la muestra, cm^2	18.49	17.85	17.59
Densidad húmeda final, g/cm^3	2.14	2.20	2.19
Densidad seca final, g/cm^3	1.655	1.723	1.765
Contenido de agua, %	29.18	27.50	24.14

Esfuerzo normal, kg/cm^2	1.07	2.15	4.30
Esfuerzo de corte máximo, kg/cm^2	0.503	0.813	1.799

Ángulo de fricción (φ), °	22.30
Cohesión (C), kg/cm^2	0.010
Densidad Húmeda (γ_m), g/cm^3	1.963



Observaciones:

1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

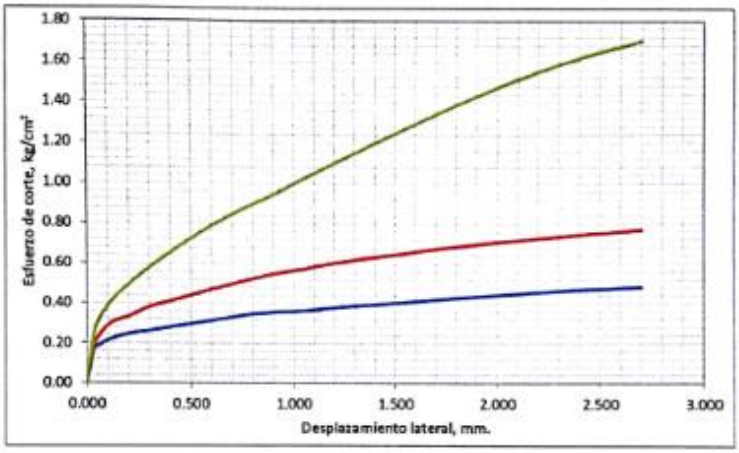
GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

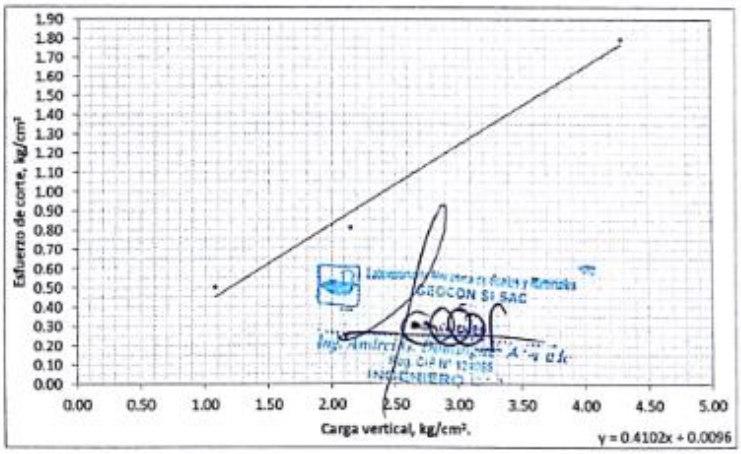
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado
Id. Ensayo : 3140 Fecha : Ene-18
Fuente : C - 01 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación





Ángulo de fricción (φ), °	22.30
Cohesión (C), kg/cm²	0.010
Densidad Húmeda (γm), g/cm³	1.963

Observaciones:
1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron Revisado por : A. Domínguez
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado
Id. Ensayo : 3141 Fecha : Ene-18
Fuente : C - 02 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

Condición	*Muestra inalterado*		
Velocidad de carga, mm/min	*0.50*		
Especimen N°	1	2	3
Diámetro del anillo, mm	61.80	61.80	61.80
Altura inicial de la muestra, mm	20.00	20.00	20.00
Área del anillo, cm^2	30.00	30.00	30.00
Densidad húmeda inicial, g/cm3	1.874	1.874	1.874
Densidad seca inicial, g/cm3	1.532	1.523	1.521
Contenido de agua, %	22.32	23.05	23.18

DATOS FINALES DE LA MUESTRA

Especimen N°	I	II	III
Altura final de la muestra, cm^2	19.26	18.18	18.10
Densidad húmeda final, g/cm^3	2.01	2.11	2.12
Densidad seca final, g/cm^3	1.591	1.675	1.681
Contenido de agua, %	26.13	25.97	26.19

Esfuerzo normal, kg/cm^2	1.07	2.15	4.30
Esfuerzo de corte máximo, kg/cm^2	0.480	0.892	1.790

Ángulo de fricción (φ), °	22.20
Cohesión (C), kg/cm^2	0.030
Densidad Húmeda (γ_m), g/cm^3	1.874

GEOCON SI SAC
Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Reg. CIP N° 124055
INGENIERO C...

Observaciones:

1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

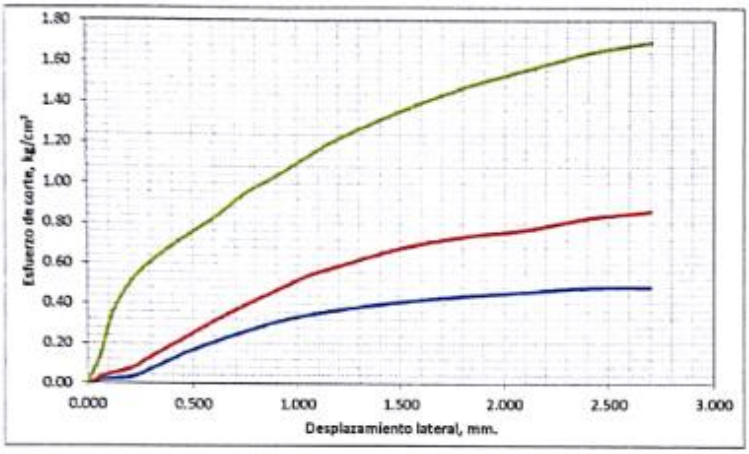
GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

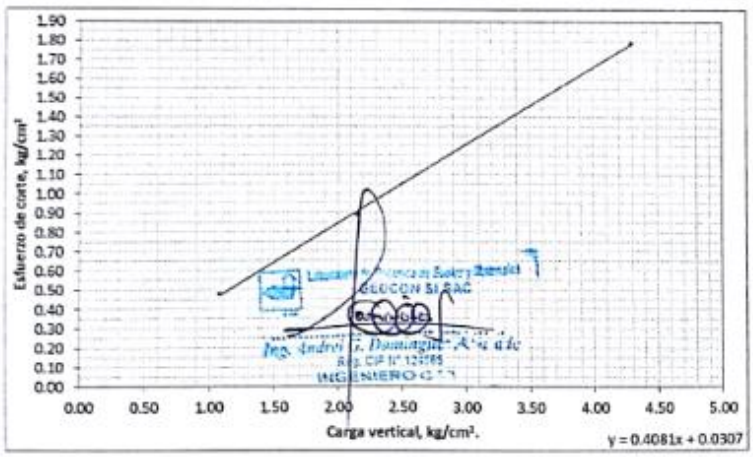
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Calleria, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Id. Ensayo : 3141 Fecha : Ene-18
Fuente : C - 02 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación





Ángulo de fricción (φ), °	22.20
Cohesión (C), kg/cm²	0.030
Densidad Húmeda (γm), g/cm³	1.874

Observaciones:

1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores N° 259 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsl.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Calleria, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Id. Ensayo : 3142 Fecha : Ene-18
Fuente : C - 03 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

Condición	Muestra inalterada		
Velocidad de carga, mm/min	0.50		
Especimen N°	1	2	3
Diámetro del anillo, mm	61.80	61.80	61.80
Altura inicial de la muestra, mm	20.00	20.00	20.00
Área del anillo, cm^2	30.00	30.00	30.00
Densidad húmeda inicial, g/cm3	1.805	1.805	1.805
Densidad seca inicial, g/cm3	1.472	1.463	1.460
Contenido de agua, %	22.64	23.41	23.62

DATOS FINALES DE LA MUESTRA

Especimen N°	I	II	III
Altura final de la muestra, cm^2	19.41	18.73	18.64
Densidad húmeda final, g/cm^3	1.85	1.90	1.86
Densidad seca final, g/cm^3	1.517	1.562	1.567
Contenido de agua, %	21.86	21.88	18.80

Esfuerzo normal, kg/cm^2	1.07	2.15	4.30
Esfuerzo de corte máximo, kg/cm^2	0.415	0.820	1.491

Ángulo de fricción (φ), °	18.30
Cohesión (C), kg/cm^2	0.080
Densidad Húmeda (γ_m), g/cm^3	1.805

GEOCON S.A.C.
Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Reg. CIP N° 124005
INGENIERO CIVIL

Observaciones:

1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5381
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7979
Celular : 957 48 5223

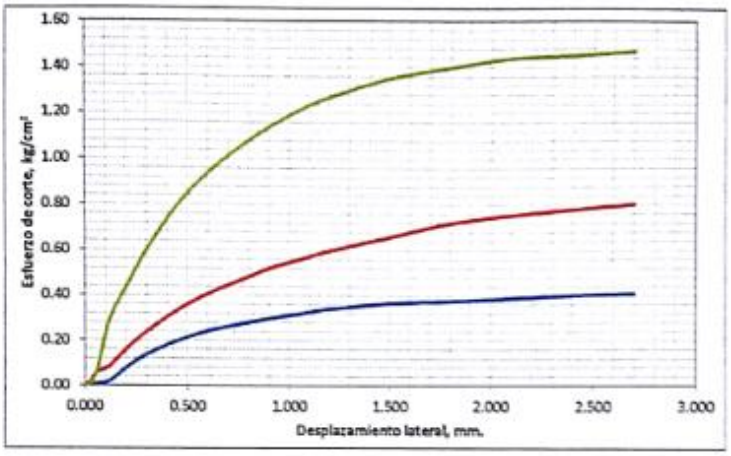
GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

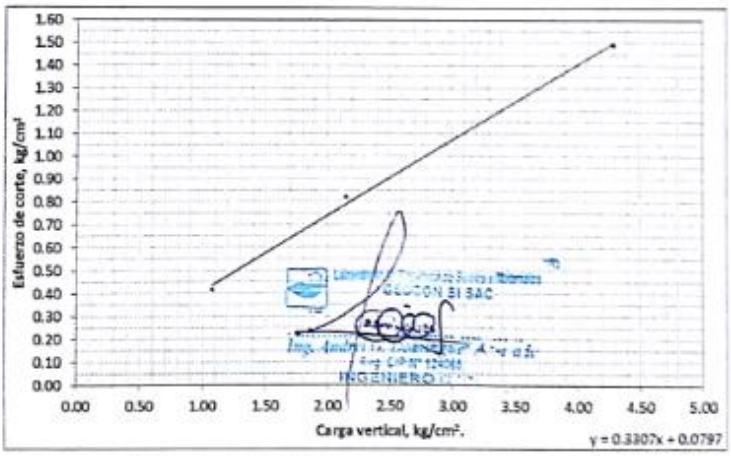
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Calleria, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Id. Ensayo : 3142 Fecha : Ene-18
Fuente : C - 03 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación





Ángulo de fricción (φ), °	18.30
Cohesión (C), kg/cm²	0.080
Densidad Húmeda (γ=), g/cm³	1.805

Observaciones:

1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsi.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 48 5223

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrel G. Dominguez Alvarado
Id. Ensayo : 3143
Fuente : C - 04 (M - 01) Profundidad, m : 3
Fecha : Ene-18
Tipo de material : Fundación

DATOS INICIALES DE LA MUESTRA

Condición	*Muestra inalterada*		
Velocidad de carga, mm/min	*0.50*		
Especimen N°	1	2	3
Diámetro del anillo, mm	61.80	61.80	61.80
Altura inicial de la muestra, mm	20.00	20.00	20.00
Área del anillo, cm^2	30.00	30.00	30.00
Densidad húmeda inicial, g/cm3	1.785	1.785	1.785
Densidad seca inicial, g/cm3	1.513	1.510	1.532
Contenido de agua, %	17.96	18.22	16.48

DATOS FINALES DE LA MUESTRA

Especimen N°	I	II	III
Altura final de la muestra, cm^2	19.59	18.85	18.83
Densidad húmeda final, g/cm^3	1.83	1.88	1.87
Densidad seca final, g/cm^3	1.545	1.602	1.628
Contenido de agua, %	18.74	17.14	14.94

Esfuerzo normal, kg/cm^2	1.07	2.15	4.30
Esfuerzo de corte máximo, kg/cm^2	0.451	0.802	1.604

Ángulo de fricción (φ), °	19.80
Cohesión (C), kg/cm^2	0.050
Densidad Húmeda (γ_m), g/cm^3	1.785

GEOCON SAC
Ing. Andrel G. Dominguez Alvarado
Reg. CIP N° 124065
INGENIERO C.I.

Observaciones:
1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron
Fecha : Ene-18
Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores N° 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsl.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

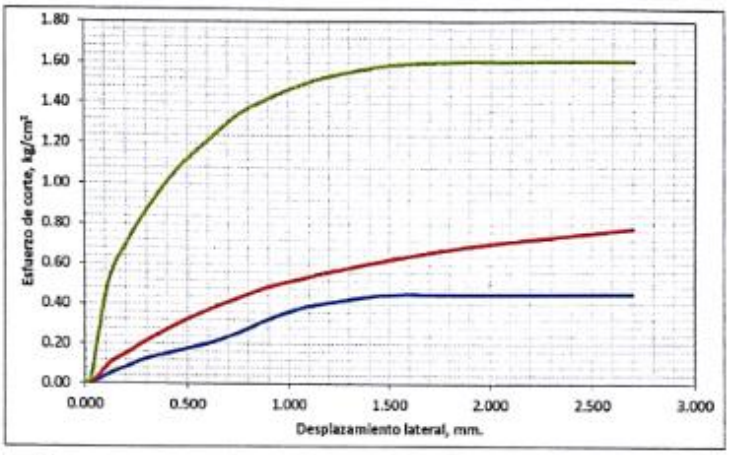
GEOCON SERVICIOS DE INGENIERIA S.A.C.

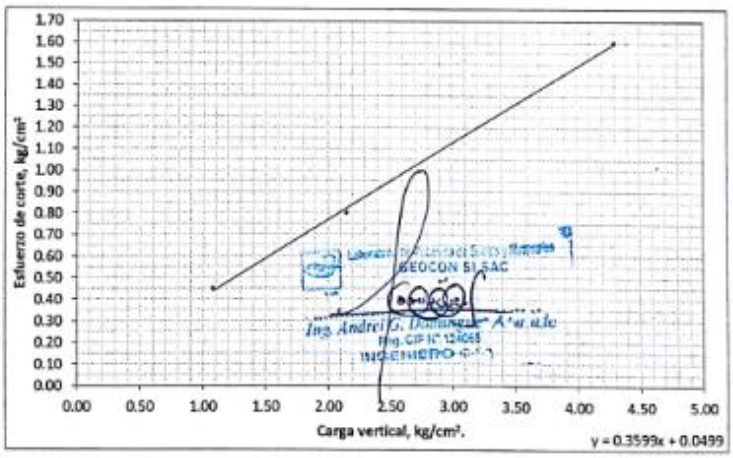
- LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES -

- ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS -

NTP 339.171 / ASTM D 3080

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Calleria, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Id. Ensayo : 3143 Fecha : Ene-18
Fuente : C - 04 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación





Ángulo de fricción (φ), °	19.80
Cohesión (C), kg/cm²	0.050
Densidad Húmeda (γm), g/cm³	1.785

Observaciones:
1. Ensayo elaborado a partir de muestra inalterada.
2. La muestra fue provista e identificada por el solicitante.

Ensayado por : M. Moron Revisado por : A. Dominguez
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-18

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores N° 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
E-mail: info@geoconsl.com
Celular : 947 81 7575
Celular : 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- LIMITES DE PLASTICIDAD -

NTP 339.129 / ASTM D 4318

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Calleria, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Rios Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado.
Id. Ensayo : 3140 Fecha de ensayo : Ene-18
Fuente : C - 01 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación

Tipo de ensayo	Límite líquido	Límite plástico			Contenido de agua, %
Número de golpes	21				
Tara Nº	53	20	40	45	
Peso (suelo húmedo + tara), g	27.52	6.80	6.57	6.79	3,754.00
Peso (suelo seco + tara), g	23.86	6.60	6.37	6.62	3,099.00
Peso de la tara, g	13.31	5.61	5.46	5.80	640.00
Peso del agua contenida, g	3.66	0.20	0.20	0.17	655.00
Peso suelo seco, g	10.55	0.99	0.91	0.82	2,459.00
Contenido de agua, %	34.69	20.20	21.98	20.73	26.64

$$LL = w^n \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

w_n : Contenido de humedad del suelo para n golpes
N : Número de golpes.

Límite líquido, % : 34
Límite plástico, % : 21
Índice plástico, % : 13
Contenido de agua, % : 26.64

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.
Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Ing. CIP N° 124085

Observaciones:

Ensayado por : M. Moron Revisado por :
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-00

Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
Teléfono: (062) 51 5181
Celular: 947 81 7575
Celular: 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- LIMITES DE PLASTICIDAD -

NTP 339.129 / ASTM D 4318

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Calleria, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado.
Id. Ensayo : 3141 Fecha de ensayo : Ene-18
Fuente : C - 02 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación

Tipo de ensayo	Límite líquido	Límite plástico			Contenido de agua, %
Número de golpes	20				
Tara Nº	18	7	13	10	
Peso (suelo húmedo + tara), g	39.23	22.46	21.92	22.22	348.25
Peso (suelo seco + tara), g	34.34	22.34	21.78	22.07	305.57
Peso de la tara, g	21.80	21.98	21.36	21.61	68.45
Peso del agua contenida, g	4.89	0.12	0.14	0.15	42.68
Peso suelo seco, g	12.54	0.36	0.42	0.46	237.12
Contenido de agua, %	39.00	33.33	33.33	32.61	18.00

$$LL = w^n \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

w_n : Contenido de humedad del suelo para n golpes
N : Número de golpes.

Límite líquido, % : 38
Límite plástico, % : 33
Índice plástico, % : 5
Contenido de agua, % : 18.00

GEOCON SI SAC
Ing. Andrei G. Domínguez Alvarado
Reg. CIP N° 126055
INGENIERO CIVIL

Observaciones:

Ensayado por : M. Moron Revisado por :
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-00

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
Celular: 947 81 7575
Celular: 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- LIMITES DE PLASTICIDAD -

NTP 339.129 / ASTM D 4318

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martin Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado.
Id. Ensayo : 3142 Fecha de ensayo : Ene-18
Fuente : C - 03 (M - 01) Profundidad, m : 3 Tipo de material : Fundación

Tipo de ensayo	Límite líquido	Límite plástico			Contenido de agua, %
Número de golpes	26				
Tara Nº	94	1	3	4	
Peso (suelo húmedo + tara), g	39.53	32.62	28.76	32.95	415.33
Peso (suelo seco + tara), g	36.09	32.46	28.59	32.76	366.86
Peso de la tara, g	27.10	31.71	27.75	31.81	72.22
Peso del agua contenida, g	3.44	0.16	0.17	0.19	48.47
Peso suelo seco, g	8.99	0.75	0.84	0.95	294.64
Contenido de agua, %	38.26	21.33	20.24	20.00	16.45

$$LL = w^n \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

w_n : Contenido de humedad del suelo para n golpes
N : Número de golpes.

Limite líquido, % : 38
Limite plástico, % : 21
Índice plástico, % : 18
Contenido de agua, % : 16.45



Observaciones:

Ensayado por : M. Moron Revisado por :
Fecha : Ene-18 Fecha : Ene-00

Teléfono: (062) 51 5181
Calle Los Libertadores Nº 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
Celular: 947 81 7575
Celular: 957 43 5221

GEOCON SERVICIOS DE INGENIERÍA S.A.C.

- LABORATORIO DE MECANICA DE MATERIALES -

- LIMITES DE PLASTICIDAD -

NTP 339.129 / ASTM D 4318

Id. proyecto : U - 206
Proyecto : Tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los Pabellones de aulas N° 1 y N° 2 de la Universidad Nacional de Ucayali.
Ubicación : Pucallpa, Distrito: Callería, Provincia: Coronel Portillo, Departamento: Ucayali.
Solicita : Bryan Alejandro Cruz Jiménez, Marvin Martín Ríos Rengifo
Responsable : Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado.
Id. Ensayo : 3143
Fuente : C - 04 (M - 01) Profundidad, m : 3
Fecha de ensayo : Ene-18
Tipo de material : Fundación

Tipo de ensayo	Límite líquido	Límite plástico			Contenido de agua, %
Número de golpes	20				
Tara Nº	32	30	42	39	
Peso (suelo húmedo + tara), g	28.67	6.33	6.65	6.32	2,025.00
Peso (suelo seco + tara), g	23.42	6.22	6.54	6.21	1,784.00
Peso de la tara, g	5.68	5.61	5.92	5.60	635.00
Peso del agua contenida, g	5.25	0.11	0.11	0.11	241.00
Peso suelo seco, g	17.74	0.61	0.62	0.61	1,149.00
Contenido de agua, %	29.59	18.03	17.74	18.03	20.97

$$LL = w^n \cdot \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121}$$

Donde:

w_n : Contenido de humedad del suelo para n golpes
N : Número de golpes.

Límite líquido, % : 29
Límite plástico, % : 18
Índice plástico, % : 11
Contenido de agua, % : 20.97

GEOCON S.A.C.
Ing. Andrei G. Dominguez Alvarado
Reg. CIP N° 124085
INGENIERO CIVIL

Observaciones:

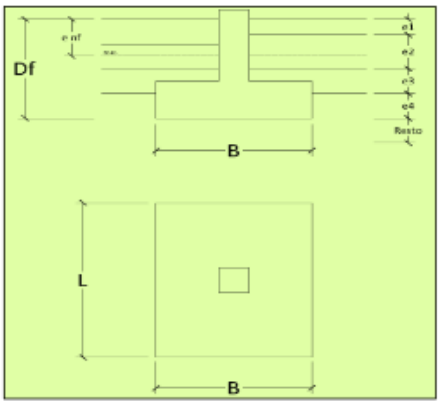
Ensayado por : M. Moron
Fecha : Ene-18
Revisado por :
Fecha : Ene-00

Calle Los Libertadores N° 299 - Urb. Petroperú - Pucallpa.
Teléfono: (062) 51 5181
Celular: 947 81 7575
Celular: 957 43 5221

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA (MÉTODO DE TERZAGUI) - C01

1.- DATOS:

B =	3.00	m
L =	3.00	m
Df =	1.50	m
Ym =	1.963	Tn/m3
ϕ' =	22.30	°
C =	0.010	
F.S =	3	
enf =	2.00	m



2.- ESTRATIFICACIÓN:

Estrato	D_n, m	e_n, m	Y_m, t/m^3	e_{agua}, m
0	0	- - -	- - -	- - -
1	0	0.00	0	0.00
2	0	0.00	0	0.00
3	0	0.00	0	0.00
4	1.50	1.50	1.963	0.00
5	Estrato inferior		1.963	- - -
		q', kg/cm^2	0.294	0.00
		q'$_{sat}$, kg/cm^2	0.294	
		$Y_{2\,sat}$, t/m^3	0.963	

3.- NIVEL FREÁTICO:

e_{nf}, m	2.00

4.- PARÁMETROS MECÁNICOS DEL SUELO:

ϕ', °	22.30
C', kg/cm^2	0.010

5. CÁLCULOS:

a).- Factores de capacidad portante

Factor	Brinch Hansen
N_c, s/d	10.9
N_q, s/d	3.9
N_Y, s/d	1.4

b).- Factores de forma

Factor	Brinch Hans
S_c, s/d	1.20
S_q, s/d	1.15
S_Y, s/d	1.10

c).- Capacidad Portante

	Resistencia			Total
	C	B	Df	
q_{ult}, kg/cm^2	0.13	0.22	1.98	2.33
			F.S.	3
			q_{adm}, kg/cm^2	**0.78**

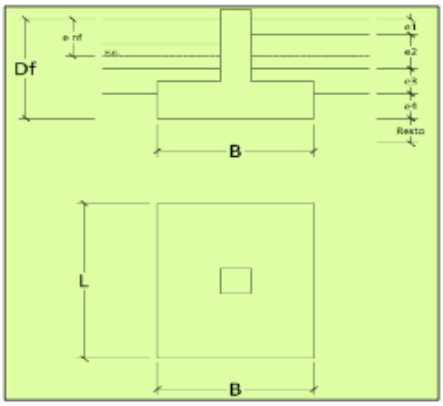
d).- Capacidad de soporte en función de la dimensión de la zapata y profundidad de desplante

Prof. (Df), m	Ancho de zapata (B), m						
0.78	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
1.00	0.31	0.33	0.35	0.37	0.39	0.41	0.43
1.50	0.64	0.67	0.69	0.72	0.75	0.78	0.81
2.00	1.10	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33
2.50	1.52	1.57	1.62	1.67	1.71	1.76	1.82
3.00	2.00	2.07	2.13	2.19	2.25	2.31	2.37
3.50	2.56	2.63	2.70	2.78	2.85	2.93	3.00
4.00	3.17	3.26	3.35	3.44	3.53	3.62	3.71

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA (MÉTODO DE TERZAGUI) - C02

1.- DATOS:

B =	3.00	m
L =	3.00	m
Df =	1.50	m
Ym =	1.874	Tn/m3
ϕ' =	22.20	°
C =	0.030	
F.S =	3	
enf =	2.00	m



2.- ESTRATIFICACIÓN:

Estrato	D_n, m	e_n, m	Y_m, t/m^3	e_{agua}, m
0	0	- - -	- - -	- - -
1	0	0.00	0	0.00
2	0	0.00	0	0.00
3	0	0.00	0	0.00
4	1.50	1.50	1.874	0.00
5	Estrato inferior		1.874	- - -
		q', kg/cm^2	0.281	0.00
		q'_{sat}, kg/cm^2	0.281	
		$Y_{2\,sat}$, t/m^3	0.874	

3.- NIVEL FREÁTICO:

e_{nf}, m	2.00

4.- PARÁMETROS MECÁNICOS DEL SUELO:

ϕ', °	22.20
C', kg/cm^2	0.030

5. CÁLCULOS:

a).- Factores de capacidad portante

Factor	Brinch Hanser
N_c, s/d	10.9
N_q, s/d	3.9
N_Y, s/d	1.4

b).- Factores de forma

Factor	Brinch Hanse
S_c, s/d	1.20
S_q, s/d	1.15
S_Y, s/d	1.10

c).- Capacidad Portante

	Resistencia			Total
	C	B	Df	
q_{ult}, kg/cm^2	0.39	0.20	1.87	2.46
			F.S.	3
			q_{adm}, kg/cm^2	**0.82**

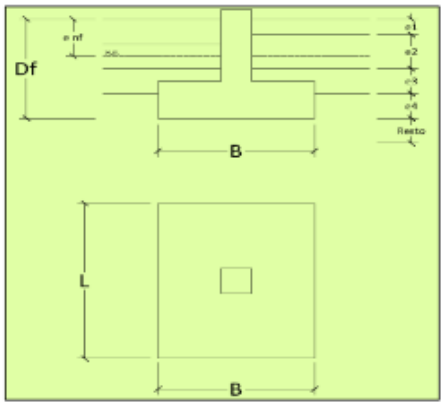
d).- Capacidad de soporte en función de la dimensión de la zapata y profundidad de desplant

Prof. (Df),	Ancho de zapata (B), m						
0.82	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
1.00	0.37	0.39	0.41	0.43	0.45	0.47	0.49
1.50	0.68	0.71	0.73	0.76	0.79	0.82	0.85
2.00	1.11	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.35
2.50	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.74	1.79
3.00	1.95	2.01	2.07	2.13	2.19	2.25	2.31
3.50	2.46	2.53	2.60	2.67	2.75	2.82	2.89
4.00	3.03	3.11	3.19	3.28	3.37	3.45	3.54

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA (MÉTODO DE TERZAGUI) - C03

1.- DATOS:

B =	3.00	m
L =	3.00	m
Df =	1.50	m
Ym =	1.805	Tn/m3
ϕ' =	18.30	°
C =	0.080	
F.S =	3	
enf =	2.00	m



2.- ESTRATIFICACIÓN:

Estrato	D_n, m	e_n, m	Y_m, t/m^3	e_{agua}, m
0	0	- - -	- - -	- - -
1	0	0.00	0	0.00
2	0	0.00	0	0.00
3	0	0.00	0	0.00
4	1.50	1.50	1.805	0.00
5	Estrato inferior		1.805	- - -
		q', kg/cm^2	0.271	0.00
		q'_{sat}, kg/cm^2	0.271	
		$Y_{2\,sat}$, t/m^3	0.805	

3.- NIVEL FREÁTICO:

e_{nf}, m	2.00

4.- PARÁMETROS MECÁNICOS DEL SUELO:

ϕ', °	18.30
C', kg/cm^2	0.080

5. CÁLCULOS:

a).- Factores de capacidad portante b).- Factores de forma

Factor	Brinch Hanser
N_c, s/d	9.4
N_q, s/d	3.0
N_Y, s/d	0.8

Factor	Brinch Hanse
S_c, s/d	1.20
S_q, s/d	1.13
S_Y, s/d	1.10

c).- Capacidad Portante

	Resistencia			Total
	C	B	Df	
q_{ult}, kg/cm^2	0.90	0.10	1.40	2.40
			F.S.	3
			q_{adm}, kg/cm^2	**0.80**

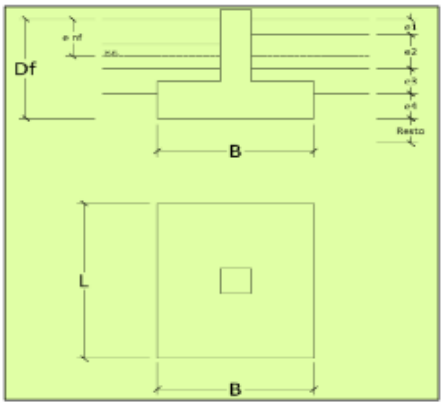
d).- Capacidad de soporte en función de la dimensión de la zapata y profundidad de desplant

Prof. (Df),	Ancho de zapata (B), m						
0.80	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
1.00	0.45	0.47	0.49	0.50	0.52	0.54	0.56
1.50	0.68	0.71	0.73	0.75	0.78	0.80	0.82
2.00	1.01	1.04	1.07	1.10	1.13	1.16	1.19
2.50	1.30	1.34	1.37	1.41	1.45	1.48	1.52
3.00	1.63	1.68	1.72	1.76	1.81	1.85	1.90
3.50	2.00	2.06	2.11	2.16	2.21	2.27	2.32
4.00	2.42	2.48	2.54	2.60	2.66	2.73	2.79

ANÁLISIS DE CAPACIDAD DE CARGA (MÉTODO DE TERZAGUI) - C04

1.- DATOS:

B =	3.00	m
L =	3.00	m
Df =	1.50	m
Ym =	1.785	Tn/m3
ϕ' =	19.80	°
C =	0.050	
F.S =	3	
enf =	2.00	m



2.- ESTRATIFICACIÓN:

Estrato	D_n, m	e_n, m	Y_m, t/m^3	e_{agua}, m
0	0	- - -	- - -	- - -
1	0	0.00	0	0.00
2	0	0.00	0	0.00
3	0	0.00	0	0.00
4	1.50	1.50	1.785	0.00
5	Estrato inferior		1.785	- - -
		q', kg/cm^2	0.268	0.00
		q'_{sat}, kg/cm^2	0.268	
		$Y_{2\,sat}$, t/m^3	0.785	

3.- NIVEL FREÁTICO:

e_{nf}, m	2.00

4.- PARÁMETROS MECÁNICOS DEL SUELO:

ϕ', °	19.80
C', kg/cm^2	0.050

5. CÁLCULOS:

a).- Factores de capacidad portante

Factor	Brinch Hanse
N_c, s/d	9.9
N_q, s/d	3.3
N_γ, s/d	1.0

b).- Factores de forma

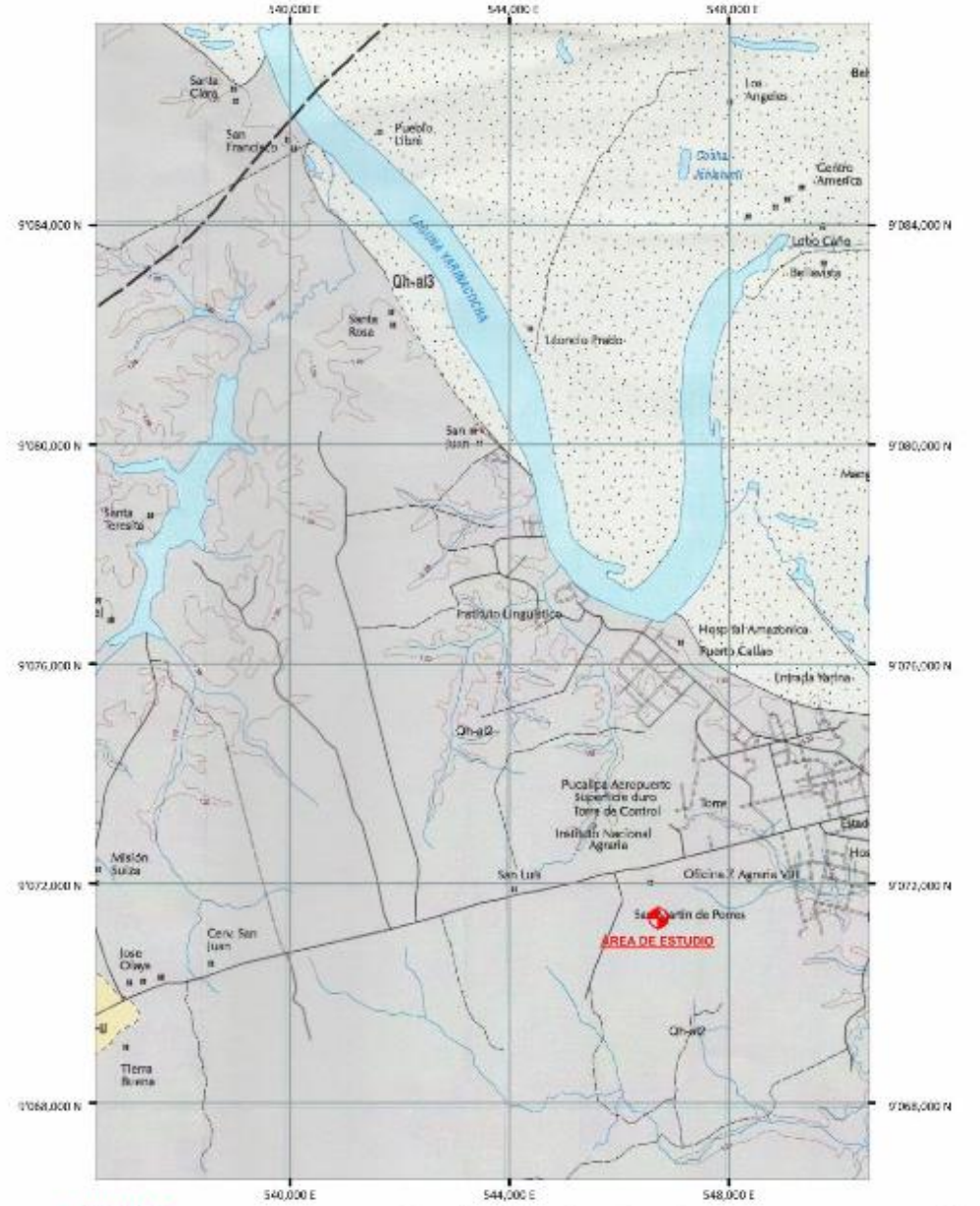
Factor	Brinch Hans
S_c, s/d	1.20
S_q, s/d	1.14
S_γ, s/d	1.10

c).- Capacidad Portante

	Resistencia			Total
	C	B	Df	
q_{ult}, kg/cm^2	0.60	0.13	1.52	2.25
			F.S.	3
			q_{adm}, kg/cm^2	**0.75**

d).- Capacidad de soporte en función de la dimensión de la zapata y profundidad de desplant

Prof. (Df),	Ancho de zapata (B), m						
0.75	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50
1.00	0.38	0.40	0.41	0.43	0.45	0.47	0.48
1.50	0.63	0.66	0.68	0.70	0.72	0.75	0.77
2.00	0.99	1.02	1.05	1.08	1.11	1.14	1.17
2.50	1.30	1.34	1.38	1.42	1.45	1.49	1.53
3.00	1.66	1.71	1.75	1.80	1.85	1.89	1.94
3.50	2.06	2.12	2.17	2.23	2.28	2.34	2.40
4.00	2.51	2.58	2.64	2.71	2.77	2.84	2.91



LEYENDA

0 1 2 3 4 5 10 km

Qh-al2 Depósito aluvial antiguo.

Qh-al3 Depósito aluvial.

— — Contacto inferido.

Datum: WGS 84.
Escala: 1:100,000.
Fuente: Mapa Geológico de Pucallpa (17-n), Ingemmet, 1997.

Figura Nº	Descripción
01	Mapa de Geológico de Pucallpa.



LEYENDA

Pabellón de Aulas

Datum: WGS 84.
Escala: s/e.
Fuente: Google Earth.

Figura Nº	Descripción
02	Zona del Proyecto.

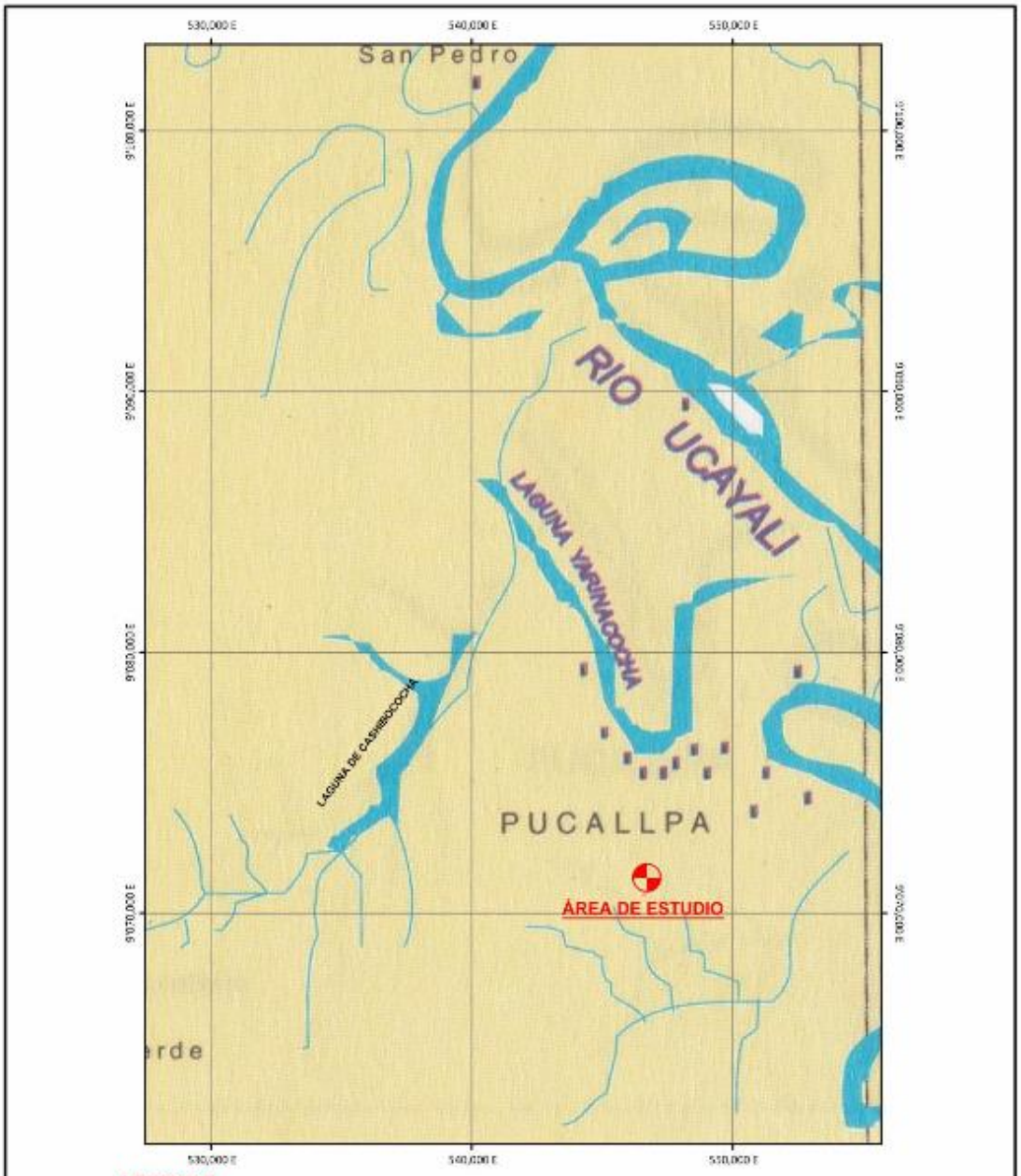


Figura Nº	Descripción
03	Mapa de Unidades Geográficas.

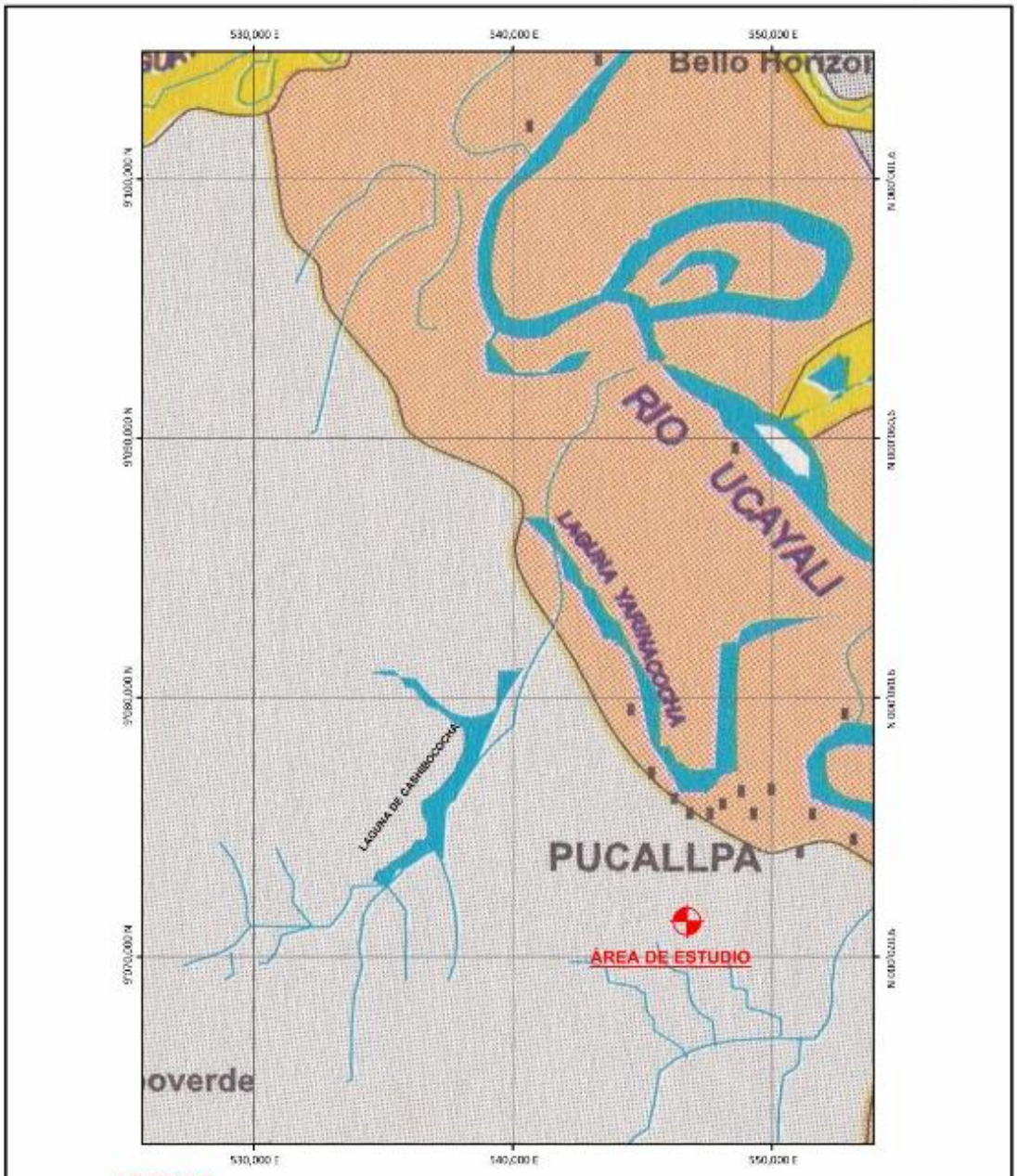


Figura Nº	Descripción
04	Mapa Geomorfológico.

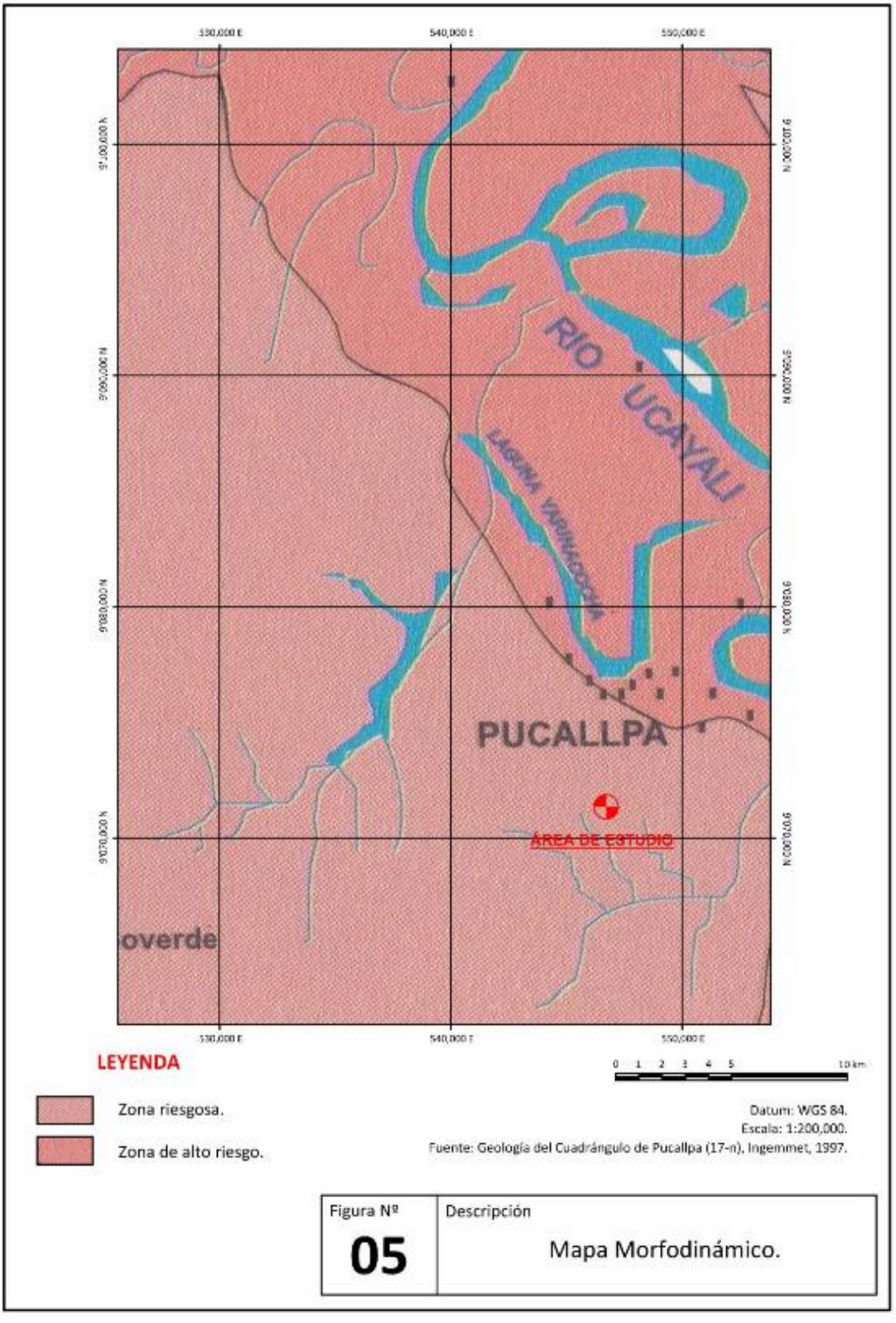
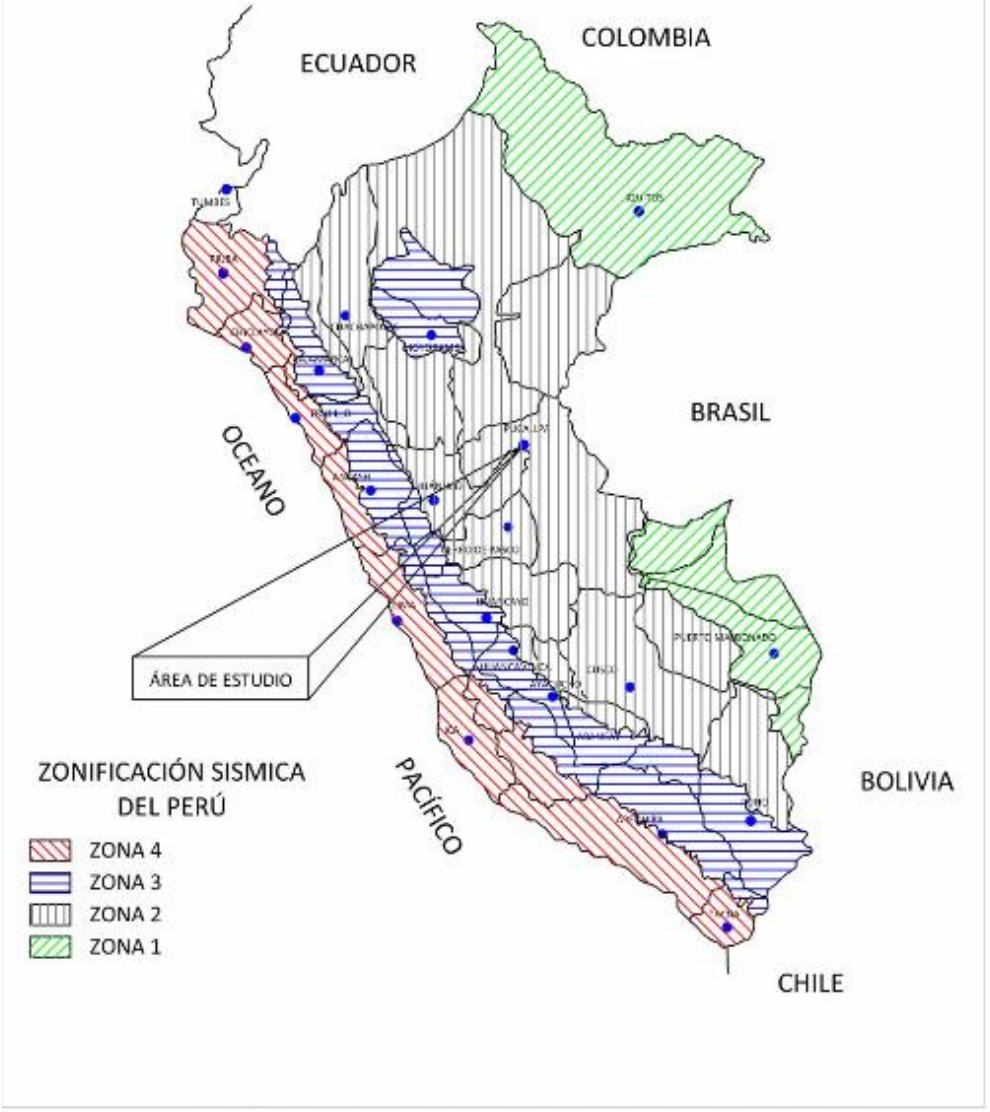


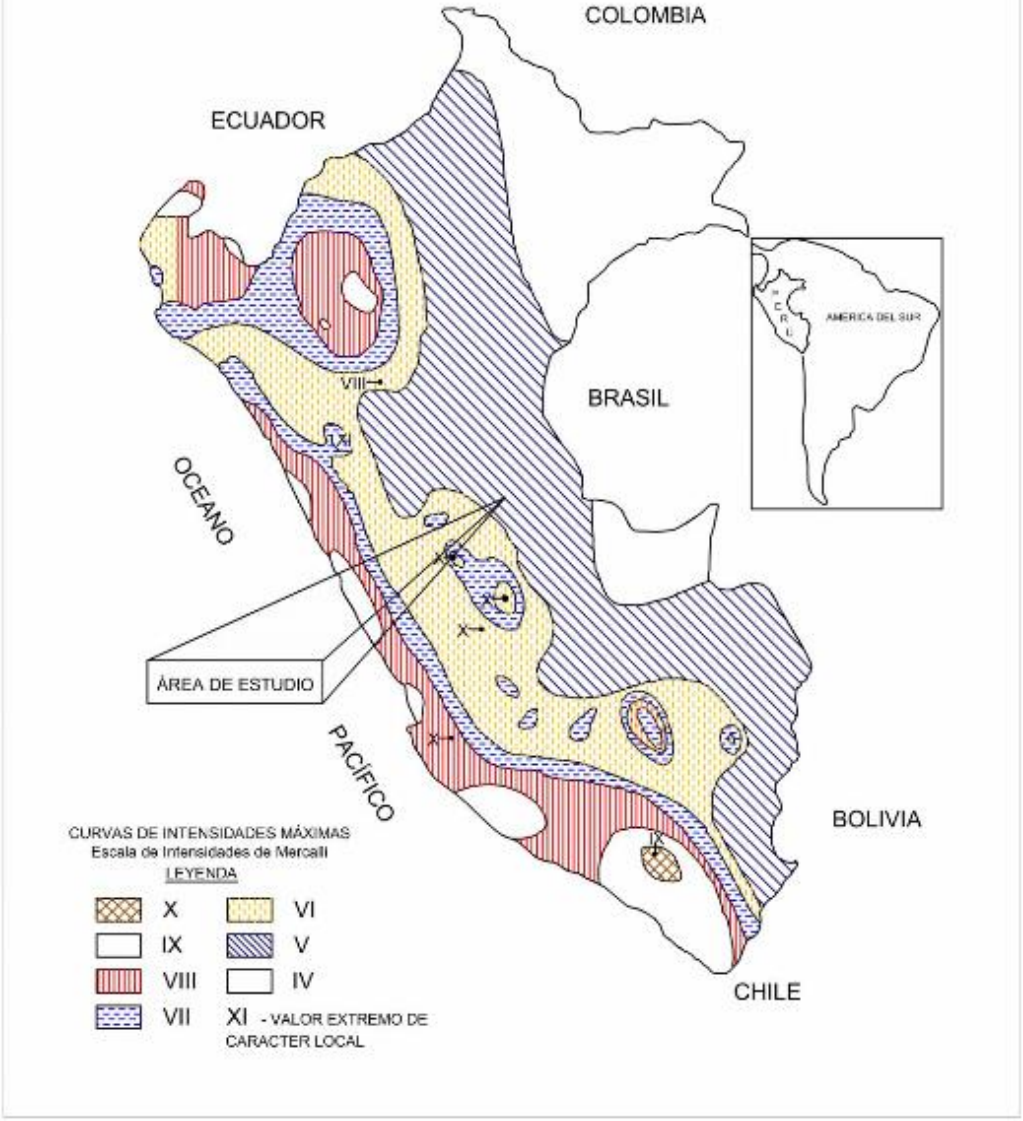
Figura Nº	Descripción
05	Mapa Morfodinámico.



Escala: s/e.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (E.030).

Figura Nº	Descripción
06	Zonificación sísmica del Perú



Escala: s/e.

Fuente: Alva et. al 1984.

Figura Nº	Descripción
07	Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas.

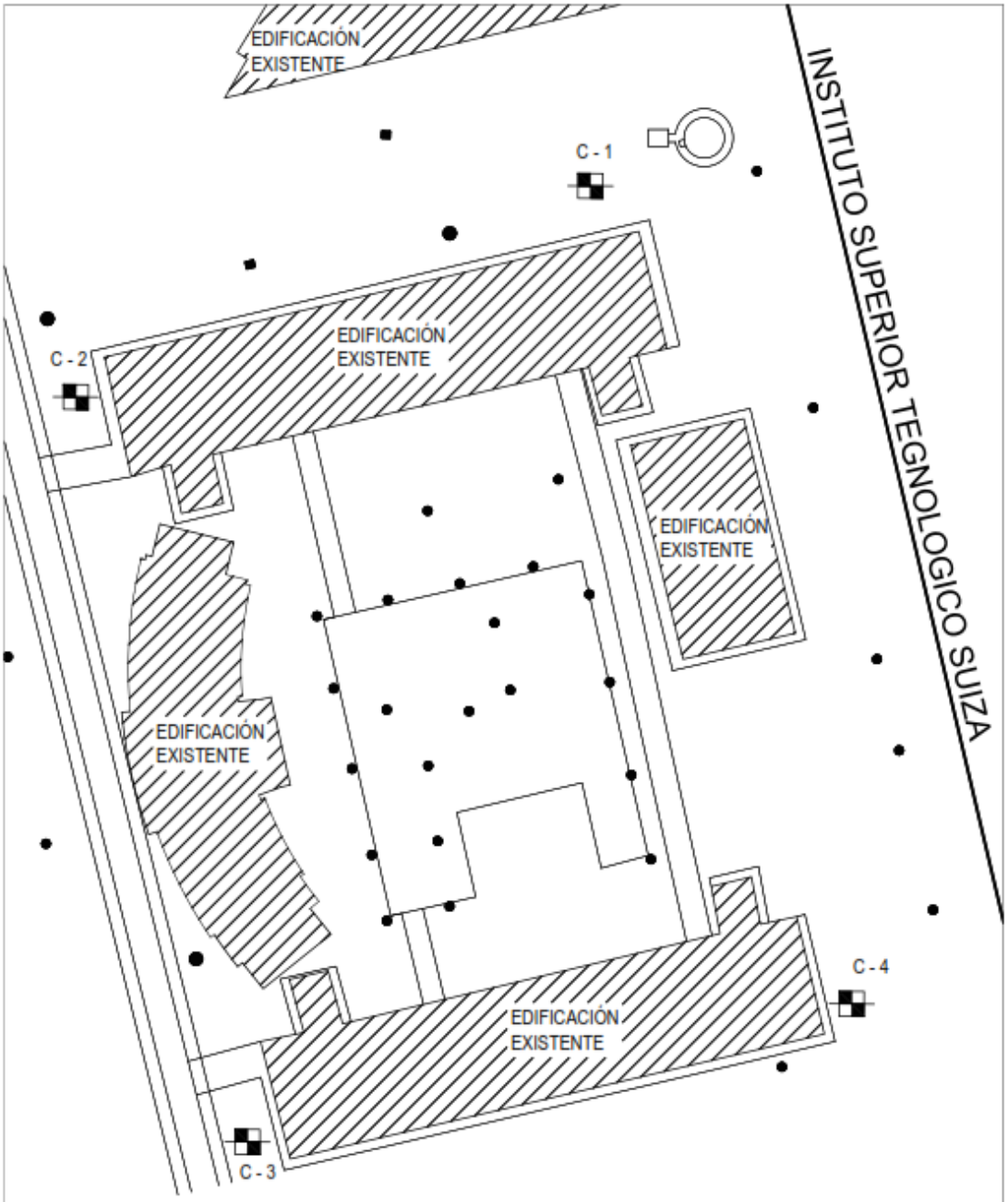


Figura Nº	Descripción
08	Ubicación de Calicatas

ANEXO E: Metrado de cargas

E-01: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°01-Módulo I

METRADO DE CARGA (WD)

DATOS

PISOS	h
1	5.12
2	3.92
3	3.92
3'	6.2

VIGA	b	d
V-1	0.30	0.40
V-2	0.60	0.20
V-3	0.15	0.70
V-4	0.30	0.70

COLUMNA	b	d
C-1	0.30	0.60
C-2	0.30	0.30
C-3	0.15	0.30

PRIMER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h				
EJE 1;2;3;5	16	0.30	x	0.60	x	5.12	x	2.40	=	35.39 tn
	8	0.30	x	0.30	x	5.12	x	2.40	=	8.85 tn
	4	0.15	x	0.30	x	5.12	x	2.40	=	2.21 tn
								TOTAL	=	46.45 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D				
EJE 1	7	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 2	7	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	=	7.41 tn
	8	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	33.87 tn
EJE A-H	8	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	9.33 tn
								TOTAL	=	67.54 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h				
EJE 1	8	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	=	6.8 tn
EJE 2	3	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	5.36 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	4.76 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	=	6.85 tn
EJE A,B,C,E,G	5	4.50	x	0.12	x	5.12	x	1.35	=	18.66 tn
	5	4.28	x	0.12	x	5.12	x	1.35	=	17.73 tn
								TOTAL	=	60.16 tn

VENTANAS

EJE	CANT.		H		L		E			
EJE 2	3	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.41 tn
	4	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.55 tn
EJE 5	7	x	1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.81 tn
	7	x	0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.33 tn
									TOTAL	=	2.10 tn

PUERTAS

EJE	CANT.		L1		L		E			
EJE 2	4	x	2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	=	0.47 tn
									TOTAL	=	0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2			
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
							TOTAL	=	199.88 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E				
EJE A y H	0.5	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.41 tn
	0.5	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.42 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	0.92 tn
	3	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	4.99 tn
EJE B,C,D,E,F,G	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.48 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.55 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	2.78 tn
	3	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	29.94 tn
								TOTAL	=	44.50 tn

PESO PRIMER PISO	=	421.11	tn

SEGUNDO PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h				
EJE 1;2;3;5	16	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	=	27.1 tn
	8	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	6.77 tn
	4	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	1.69 tn
								TOTAL	=	35.56 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D				
EJE 1	7	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 2	7	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	=	7.41 tn
EJE A-H	8	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	33.87 tn
	8	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	9.33 tn
								TOTAL	=	67.54 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h			
EJE 1	8	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	= 6.8 tn
EJE 2	3	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	= 5.36 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	= 4.76 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	= 6.85 tn
EJE A,B,C,E,G	5	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 14.29 tn
	5	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 13.57 tn
								TOTAL	= 51.63 tn

VENTANAS

EJE	CANT.		H		L		E			
EJE 2	3	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.41 tn
	4	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.55 tn
EJE 3	7	x	1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.81 tn
	7	x	0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.33 tn
									TOTAL	= 2.10 tn

PUERTAS

EJE	CANT.		L1		L		E			
EJE 2	4	x	2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	= 0.47 tn
									TOTAL	= 0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
							TOTAL	= 199.88 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E			
EJE A y H	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 0.83 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 0.85 tn
	4	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	= 1.85 tn
	4	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 6.65 tn
EJE B,C,D,E,F,G	2	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 4.97 tn
	2	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 5.1 tn
	4	1.15	x	0.55	x	0.15	x	2.40	= 5.46 tn
	4	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 39.92 tn
								TOTAL	= 65.62 tn

PESO SEGUNDO PISO =	422.81	tn

TERCER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h			
EJE 1;2;3;5	8	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	= 13.55 tn
	8	0.30	x	0.60	x	6.20	x	2.40	= 21.43 tn
	8	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 6.77 tn
	4	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 1.69 tn
								TOTAL	= 43.44 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D			
EJE 1	7	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 8.47 tn
EJE 2	7	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	= 8.47 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 7.41 tn
EJE A-H	8	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 33.87 tn
	8	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 9.33 tn
PLAN. REF.									
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 7.41 tn
EJE 4	7	4.50	x	0.25	x	0.20	x	2.40	= 3.78 tn
EJE A-H	8	3.00	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 12.1 tn
	8	6.14	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 24.75 tn
								TOTAL	= 115.58 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h			
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	1.58	x	1.35	= 9.41 tn
EJE A-H	7	2.85	x	0.15	x	1.58	x	1.35	= 6.38 tn
	7	A		4.50	x	0.15	x	1.35	= 6.38 tn
Azotea A-H	7	0.50	x	4.20	x	0.15	x	2.40	= 5.29 tn
EJE A,B,C,E,G	5	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 14.29 tn
	5	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 13.57 tn
								TOTAL	= 55.33 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 2	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 3	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 4	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 5	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 6	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 7	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 15	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 16	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 17	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 18	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 19	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 20	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 21	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
							TOTAL	=	206.51 tn

PESO TERCER PISO =	420.86	tn

PESO TOTAL WD =	1,264.78	tn

METRADO DE CARGA (WL)

PRIMER PISO

PAÑO					S/C			INC			
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 8	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 13	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 14	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	62.90	tn

SEGUNDO PISO

PAÑO					S/C			INC			
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 8	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 13	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 14	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	62.90	tn

TERCER PISO

PAÑO				S/C		INC			
PAÑO 1	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 2	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 3	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 4	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 5	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 6	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 7	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 8	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 9	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 10	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 11	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 12	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 13	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 14	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 15	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 16	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 17	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 18	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 19	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 20	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 21	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
						TOTAL	=	10.80	tn

PESO TOTAL WL	=	136.60	tn

	PESO TOTAL PRIMER PISO	484.01	tn	WD=	1,264.78 tn
	PESO TOTAL SEGUNDO PISO	485.72	tn	WL =	136.60 tn
	PESO TOTAL TERCER PISO	431.66	tn	TOTAL =	**1,401.38 tn**
		1,401.38	tn		

E-02: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°01-Módulo II

METRADO DE CARGA (WD)

DATOS

PISOS	h
1	5.12
2	3.92
3	3.92
3'	6.2

VIGA	b	d
V-1	0.30	0.40
V-2	0.60	0.20
V-3	0.15	0.70
V-4	0.30	0.70

COLUMNA	b	d
C-1	0.30	0.60
C-2	0.30	0.30
C-3	0.15	0.30

PRIMER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h				
EJE 1;2;3;5	16	0.30	x	0.60	x	5.12	x	2.40	=	35.39 tn
	8	0.30	x	0.30	x	5.12	x	2.40	=	8.85 tn
	4	0.15	x	0.30	x	5.12	x	2.40	=	2.21 tn
								TOTAL	=	46.45 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D				
EJE 1	7	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 2	7	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	=	7.41 tn
	8	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	33.87 tn
EJE A-H	8	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	9.33 tn
								TOTAL	=	67.54 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h				
EJE 1	7	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	=	5.95 tn
EJE 2	3	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	5.36 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	4.76 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	=	6.85 tn
EJE B,D,F,H	4	4.50	x	0.12	x	5.12	x	1.35	=	14.93 tn
	4	4.28	x	0.12	x	5.12	x	1.35	=	14.18 tn
								TOTAL	=	52.03 tn

VENTANAS

EJE	CANT.		H		L		E			
EJE 2	3	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.41 tn
	4	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.55 tn
EJE 5	7	x	1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.81 tn
	7	x	0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.33 tn
									TOTAL	=	2.10 tn

PUERTAS

EJE	CANT.		L1		L		E			
EJE 2	4	x	2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	=	0.47 tn
									TOTAL	=	0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2			
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
							TOTAL	=	199.88 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E				
EJE A y H	0.5	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.41 tn
	0.5	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.42 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	0.92 tn
	3	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	4.99 tn
EJE B,C,D,E,F,G	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.48 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.55 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	2.78 tn
	3	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	29.94 tn
								TOTAL	=	44.50 tn

PESO PRIMER PISO	=	412.98	tn

SEGUNDO PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h				
EJE 1;2;3;5	16	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	=	27.1 tn
	8	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	6.77 tn
	4	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	1.69 tn
								TOTAL	=	35.56 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D				
EJE 1	7	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 2	7	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	=	8.47 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	=	7.41 tn
EJE A-H	8	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	33.87 tn
	8	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	9.33 tn
								TOTAL	=	67.54 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h				
EJE 1	7	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	=	5.95 tn
EJE 2	3	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	5.36 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	4.76 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	=	6.85 tn
EJE B,D,F,H	4	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	=	11.43 tn
	4	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	=	10.86 tn
								TOTAL	=	45.21 tn

VENTANAS

EJE	CANT.		H		L		E				
EJE 2	3	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.41 tn
	4	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.55 tn
EJE 3	7	x	1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.81 tn
	7	x	0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.33 tn
									TOTAL	=	2.10 tn

PUERTAS

EJE	CANT.		L1		L		E				
EJE 2	4	x	2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	=	0.47 tn
									TOTAL	=	0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2			
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
							TOTAL	=	199.88 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E				
EJE A y H	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.83 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.85 tn
	4	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	1.85 tn
	4	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	6.65 tn
EJE B,C,D,E,F,G	2	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	4.97 tn
	2	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	5.1 tn
	4	1.15	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	5.46 tn
	4	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	39.92 tn
								TOTAL	=	65.62 tn

PESO SEGUNDO PISO =	416.39	tn

TERCER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h			
EJE 1;2;3;5	8	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	= 13.55 tn
	8	0.30	x	0.60	x	6.20	x	2.40	= 21.43 tn
	8	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 6.77 tn
	4	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 1.69 tn
								TOTAL	= 43.44 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D			
EJE 1	7	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 8.47 tn
EJE 2	7	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	= 8.47 tn
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 7.41 tn
EJE A-H	8	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 33.87 tn
	8	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 9.33 tn
PLAN. REF.									
EJE 5	7	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 7.41 tn
EJE 4	7	4.50	x	0.25	x	0.20	x	2.40	= 3.78 tn
EJE A-H	8	3.00	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 12.1 tn
	8	6.14	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 24.75 tn
								TOTAL	= 115.58 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h			
EJE 5	7	1.58	x	4.20	x	0.15	x	1.35	= 9.41 tn
EJE A-H	7	1.58	x	2.85	x	0.15	x	1.35	= 6.38 tn
	7	A		4.50	x	0.15	x	1.35	= 6.38 tn
Azotea A-H	7	0.50	x	4.20	x	0.15	x	2.40	= 5.29 tn
EJE B,D,F,H	4	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 11.43 tn
	4	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 10.86 tn
								TOTAL	= 49.75 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 2	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 3	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 4	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 5	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 6	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 7	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 15	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 16	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 17	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 18	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 19	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 20	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 21	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
							TOTAL	=	206.51 tn

PESO TERCER PISO =	415.28	tn

PESO TOTAL WD =	1,244.65	tn

METRADO DE CARGA (WL)

PRIMER PISO

PAÑO					S/C			INC			
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 8	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 13	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 14	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	62.90	tn

SEGUNDO PISO

PAÑO					S/C			INC			
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 8	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 13	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 14	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	62.90	tn

TERCER PISO

PAÑO				S/C		INC			
PAÑO 1	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 2	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 3	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 4	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 5	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 6	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 7	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 8	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 9	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 10	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 11	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 12	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 13	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 14	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 15	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 16	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 17	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 18	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 19	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 20	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 21	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
						TOTAL	=	10.80	tn

PESO TOTAL WL	=	136.60	tn

	PESO TOTAL PRIMER PISO	475.88	tn	WD=	1,244.65 tn
	PESO TOTAL SEGUNDO PISO	479.29	tn	WL =	136.60 tn
	PESO TOTAL TERCER PISO	426.08	tn	TOTAL =	**1,381.26 tn**
		1,381.26	tn		

E-03: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°02-Módulo I

METRADO DE CARGA (WD)

DATOS

PISOS	h
1	5.12
2	3.92
3	3.92
3'	6.2

VIGA	b	d
V-1	0.30	0.40
V-2	0.60	0.20
V-3	0.15	0.70
V-4	0.30	0.70

COLUMNA	b	d
C-1	0.30	0.60
C-2	0.30	0.30
C-3	0.15	0.30

PRIMER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h				
EJE 1;2;3;5	18	0.30	x	0.60	x	5.12	x	2.40	=	39.81 tn
	9	0.30	x	0.30	x	5.12	x	2.40	=	9.95 tn
	5	0.15	x	0.30	x	5.12	x	2.40	=	2.76 tn
								TOTAL	=	52.53 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D				
EJE 1	8	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	9.68 tn
EJE 2	8	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	=	9.68 tn
EJE 5	8	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	=	8.47 tn
EJE A-I	9	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	38.1 tn
	9	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	10.5 tn
								TOTAL	=	76.42 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h				
EJE 1	9	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	=	7.65 tn
EJE 2	4	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	7.14 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	4.76 tn
EJE 5	8	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	=	7.82 tn
EJE A,C,E,G,I	5	4.50	x	0.12	x	5.12	x	1.35	=	18.66 tn
	5	4.28	x	0.12	x	5.12	x	1.35	=	17.73 tn
								TOTAL	=	63.78 tn

VENTANAS

EJE	CANT.	H		L		E				
EJE 2	4	x 1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.55 tn
	4	x 1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.55 tn
EJE 5	8	x 1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.93 tn
	8	x 0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.38 tn
								TOTAL	=	2.40 tn

PUERTAS

EJE	CANT.	L1		L		E				
EJE 2	4	x 2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	=	0.47 tn
								TOTAL	=	0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2			
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 15	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 16	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
							TOTAL	=	228.44 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E				
EJE A y I	0.5	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.41 tn
	0.5	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.42 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	0.92 tn
	3	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	4.99 tn
EJE B,C,D,E,F,G,H	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.9 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.97 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	3.24 tn
	3	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	34.93 tn
								TOTAL	=	50.79 tn

PESO PRIMER PISO	=	474.83	tn

SEGUNDO PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h				
EJE 1;2;3;5	18	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	=	30.48 tn
	9	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	7.62 tn
	5	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	2.12 tn
								TOTAL	=	40.22 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D				
EJE 1	8	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	9.68 tn
EJE 2	8	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	=	9.68 tn
EJE 5	8	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	=	8.47 tn
EJE A-I	9	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	38.1 tn
	9	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	10.5 tn
								TOTAL	=	76.42 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h				
EJE 1	9	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	=	7.65 tn
EJE 2	4	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	7.14 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	=	4.76 tn
EJE 5	8	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	=	7.82 tn
EJE A,C,E,G,I	5	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	=	14.29 tn
	5	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	=	13.57 tn
								TOTAL	=	55.25 tn

VENTANAS

EJE	CANT.		H		L		E				
EJE 2	4	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.55 tn
	4	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.55 tn
EJE 5	8	x	1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.93 tn
	8	x	0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	=	0.38 tn
									TOTAL	=	2.40 tn

PUERTAS

EJE	CANT.		L1		L		E				
EJE 2	4	x	2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	=	0.47 tn
									TOTAL	=	0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2			
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 15	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 16	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
							TOTAL	=	228.44 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E				
EJE A y I	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.83 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.85 tn
	4	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	1.85 tn
	4	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	6.65 tn
EJE B,C,D,E,F,G,H	2	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	5.8 tn
	2	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	5.95 tn
	4	1.15	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	6.38 tn
	4	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	46.57 tn
								TOTAL	=	74.86 tn

PESO SEGUNDO PISO =	478.06	tn

TERCER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h			
EJE 1;2;3;5	9	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	= 15.24 tn
	9	0.30	x	0.60	x	6.20	x	2.40	= 24.11 tn
	9	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 7.62 tn
	5	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 2.12 tn
							TOTAL	=	49.08 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D			
EJE 1	8	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 9.68 tn
EJE 2	8	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	= 9.68 tn
EJE 5	8	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 8.47 tn
EJE A,C,E,G,I	5	8.40	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 12.1 tn
	9	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 10.5 tn
PLAN. REF.									
EJE 5	8	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 8.47 tn
EJE 4	8	4.50	x	0.25	x	0.20	x	2.40	= 4.32 tn
EJE A-H	9	3.00	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 13.61 tn
	9	6.14	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 27.85 tn
							TOTAL	=	104.66 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h			
EJE 5	8	4.20	x	0.15	x	1.58	x	1.35	= 10.75 tn
EJE A-I	5	3.08	x	0.15	x	1.58	x	1.35	= 4.927 tn
	5	A		4.50	x	0.15	x	1.35	= 4.56 tn
Azotea 1-1	9	4.20	x	0.15	x	0.50	x	2.40	= 6.8 tn
EJE A,B,C,E,G	5	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 14.29 tn
	5	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 13.57 tn
							TOTAL	=	54.9 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 2	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 3	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 4	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 5	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 6	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 7	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 8	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 15	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 16	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 17	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 18	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 19	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 20	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 21	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 22	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn

PAÑO 23	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68	tn
PAÑO 24	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68	tn
							TOTAL	=	236.01	tn

PESO TERCER PISO	=	444.65	tn

PESO TOTAL WD	=	1,397.54	tn

METRADO DE CARGA (WL)

PRIMER PISO

PAÑO					S/C		INC				
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 8	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 13	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 14	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 15	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 16	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	71.89	tn

SEGUNDO PISO

PAÑO					S/C		INC				
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 8	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 13	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 14	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 15	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 16	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	71.89	tn

TERCER PISO

PAÑO				S/C		INC			
PAÑO 1	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 2	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 3	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 4	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 5	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 6	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 7	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 8	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 9	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 10	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 11	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 12	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 13	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 14	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 15	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 16	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 17	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 18	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 19	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 20	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 21	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 22	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 23	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 24	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
						TOTAL	=	**12.34**	tn

PESO TOTAL WL	=	**156.12**	**tn**

PESO TOTAL PRIMER PISO	546.72	tn	**WD=**	1,397.54	tn
PESO TOTAL SEGUNDO PISO	549.95	tn	**WL =**	156.12	tn
PESO TOTAL TERCER PISO	456.99	tn	**TOTAL =**	**1,553.66**	**tn**
	1,553.66	tn			

E-04: Metrado de cargas del Pabellón de aulas N°02-Módulo II

METRADO DE CARGA (WD)

DATOS

PISOS	h
1	5.12
2	3.92
3	3.92
3'	6.2

VIGA	b	d
V-1	0.30	0.40
V-2	0.60	0.20
V-3	0.15	0.70
V-4	0.30	0.70

COLUMNA	b	d
C-1	0.30	0.60
C-2	0.30	0.30
C-3	0.15	0.30

PRIMER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h			
EJE 1;2;3;5	14	0.30	x	0.60	x	5.12	x	2.40	= 30.97 tn
	7	0.30	x	0.30	x	5.12	x	2.40	= 7.74 tn
	4	0.15	x	0.30	x	5.12	x	2.40	= 2.21 tn
							TOTAL	=	40.92 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D			
EJE 1	6	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 7.26 tn
EJE 2	6	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	= 7.26 tn
EJE 5	6	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 6.35 tn
EJE A-H	7	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 29.64 tn
	7	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 8.16 tn
							TOTAL	=	58.67 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h			
EJE 1	7	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	= 5.95 tn
EJE 2	2	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	= 3.57 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	= 4.76 tn
EJE 5	6	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	= 5.87 tn
EJE C,E,F,G	4	4.50	x	0.12	x	5.12	x	1.35	= 14.93 tn
	4	4.28	x	0.12	x	5.12	x	1.35	= 14.18 tn
							TOTAL	=	49.27 tn

VENTANAS

EJE	CANT.	H		L		E			
EJE 2	3	x 1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.41 tn
	3	x 1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.41 tn
EJE 5	6	x 1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.7 tn
	6	x 0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.28 tn
							TOTAL	=	1.80 tn

PUERTAS

EJE	CANT.	L1		L		E			
EJE 2	4	x 2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	= 0.47 tn
							TOTAL	=	0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2			
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478		=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478		=	9.68 tn
							TOTAL	=	171.33 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E				
EJE A y G	0.5	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.41 tn
	0.5	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	0.42 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	0.92 tn
	3	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	4.99 tn
EJE B,C,D,E,F	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.07 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	2.12 tn
	2	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	=	2.32 tn
	3	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	=	24.95 tn
								TOTAL	=	38.21 tn

PESO PRIMER PISO =	360.66	tn

SEGUNDO PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h				
EJE 1;2;3;5	14	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	=	23.71 tn
	7	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	5.93 tn
	4	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	=	1.69 tn
								TOTAL	=	31.33 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D				
EJE 1	6	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	7.26 tn
EJE 2	6	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	=	7.26 tn
EJE 5	6	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	=	6.35 tn
EJE A-H	7	8.40	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	29.64 tn
	7	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	=	8.16 tn
								TOTAL	=	58.67 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h			
EJE 1	7	4.20	x	0.15	x	1.00	x	1.35	= 5.95 tn
EJE 2	2	4.20	x	0.15	x	2.10	x	1.35	= 3.57 tn
	4	2.80	x	0.15	x	2.10	x	1.35	= 4.76 tn
EJE 5	6	4.20	x	0.15	x	1.15	x	1.35	= 5.87 tn
EJE C,E,F,G	4	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 11.43 tn
	4	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 10.86 tn
								TOTAL	= 42.45 tn

VENTANAS

EJE	CANT.		H		L		E			
EJE 2	3	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.41 tn
	3	x	1.63	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.41 tn
EJE 5	6	x	1.38	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.7 tn
	6	x	0.56	x	4.20	x	0.008	x	2500	= 0.28 tn
									TOTAL	= 1.80 tn

PUERTAS

EJE	CANT.		L1		L		E			
EJE 2	4	x	2.10	x	1.40	x	0.04	x	1000	= 0.47 tn
									TOTAL	= 0.47 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 2	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 3	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 4	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 5	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 6	1	4.50	x	8.78	x	0.478	=	18.88 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
							TOTAL	= 171.33 tn

PARASOLES

EJE (Entre)	C	H		A		E			
EJE A y H	1	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 0.83 tn
	1	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 0.85 tn
	4	1.17	x	0.55	x	0.15	x	2.40	= 1.85 tn
	4	2.31	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 6.65 tn
EJE B,C,D,E,F	2	1.15	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 4.14 tn
	2	1.18	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 4.25 tn
	4	1.15	x	0.55	x	0.15	x	2.40	= 4.55 tn
	4	4.62	x	1.00	x	0.15	x	2.40	= 33.26 tn
								TOTAL	= 56.38 tn

PESO SEGUNDO PISO =	362.42	tn

TERCER PISO

COLUMNAS

EJE	c	b		d		h			
EJE 1;2;3;5	7	0.30	x	0.60	x	3.92	x	2.40	= 11.85 tn
	7	0.30	x	0.60	x	6.20	x	2.40	= 18.75 tn
	7	0.30	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 5.93 tn
	4	0.15	x	0.30	x	3.92	x	2.40	= 1.69 tn
								TOTAL	= 38.22 tn

VIGAS

EJE	C	L		A		D			
EJE 1	6	4.20	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 7.26 tn
EJE 2	6	4.20	x	0.60	x	0.20	x	2.40	= 7.26 tn
EJE 5	6	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 6.35 tn
EJE A-H	5	8.40	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 12.1 tn
	7	4.05	x	0.30	x	0.40	x	2.40	= 8.16 tn
PLAN. REF.									
EJE 5	6	4.20	x	0.15	x	0.70	x	2.40	= 6.35 tn
EJE 4	6	4.50	x	0.25	x	0.20	x	2.40	= 3.24 tn
EJE A-H	7	3.00	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 10.58 tn
	7	6.14	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 21.66 tn
								TOTAL	= 82.96 tn

MUROS

EJE	c	L		e		h			
EJE 5	6	4.20	x	0.15	x	1.58	x	1.35	= 8.06 tn
EJE A-H	5	3.08	x	0.15	x	1.58	x	1.35	= 4.927 tn
	5	A		4.50	x	0.15	x	1.35	= 4.56 tn
Azotea A-H	7	4.20	x	0.15	x	0.50	x	2.40	= 5.29 tn
EJE C,E,F,G	4	4.50	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 11.43 tn
	4	4.28	x	0.12	x	3.92	x	1.35	= 10.86 tn
								TOTAL	= 45.13 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	L		A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 2	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 3	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 4	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 5	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 6	1	3.08	x	4.50	x	0.478	=	6.61 tn
PAÑO 7	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 8	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 9	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 10	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 11	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 12	1	4.50	x	6.14	x	0.478	=	13.21 tn
PAÑO 13	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 14	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 15	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 16	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 17	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
PAÑO 18	1	4.50	x	4.50	x	0.478	=	9.68 tn
							TOTAL	=	177.01 tn

PESO TERCER PISO =	343.32	tn

PESO TOTAL WD =	1,066.40	tn

METRADO DE CARGA (WL)

PRIMER PISO

PAÑO					S/C		INC			
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 8	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	53.92	tn

SEGUNDO PISO

PAÑO					S/C		INC			
PAÑO 1	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 2	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 3	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 4	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 5	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 6	4.50	x	8.78	x	250	x	0.5	=	4.94	tn
PAÑO 7	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 8	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 9	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 10	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 11	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
PAÑO 12	4.50	x	4.50	x	400	x	0.5	=	4.05	tn
							TOTAL	=	53.92	tn

TERCER PISO

PAÑO				S/C		INC			
PAÑO 1	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 2	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 3	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 4	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 5	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 6	3.08	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.35	tn
PAÑO 7	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 8	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 9	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 10	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 11	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 12	4.50	x	6.14	x	100	x 0.25	=	0.69	tn
PAÑO 13	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 14	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 15	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 16	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 17	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
PAÑO 18	4.50	x	4.50	x	100	x 0.25	=	0.51	tn
						TOTAL	=	**9.26**	tn

PESO TOTAL WL	=	**117.09**	**tn**

PESO TOTAL PRIMER PISO	414.58	tn	**WD=**	1,066.40	tn
PESO TOTAL SEGUNDO PISO	416.34	tn	**WL =**	117.09	tn
PESO TOTAL TERCER PISO	352.58	tn	**TOTAL =**	**1,183.49**	**tn**
	1,183.49	tn			

E-05: Metrado de cargas del Módulo I propuesto

METRADO DE CARGA (WD)

DATOS

PISOS	h
1	5.40
2	3.90
3	3.90

VIGA	b	d
V-1	0.25	0.55
V-2	0.15	0.40
V-3	0.24	0.55
V-4	0.30	0.70

COLUMNA	b	d
C-1	0.25	0.50
C-2	0.25	0.80
C-3	0.24	0.30

PRIMER PISO

COLUMNAS

EJE	C	b		d		h				
EJE 2;3;4	4	0.25	x	0.50	x	5.40	x	2.40	=	6.48 tn
	8	0.25	x	0.80	x	5.40	x	2.40	=	20.74 tn
	6	0.24	x	0.30	x	5.40	x	2.40	=	5.6 tn
								TOTAL	=	32.81 tn

VIGAS

EJE	C	L		b		d				
EJE 1	8	4.500	x	0.15	x	0.40	x	2.40	=	5.18 tn
EJE 2	1	3.720	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.23 tn
	1	3.700	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.22 tn
	5	3.350	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	5.53 tn
	1	3.370	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.11 tn
EJE 4	1	3.720	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.23 tn
	1	3.700	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.22 tn
	5	3.350	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	5.53 tn
	1	3.370	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.11 tn
EJE A,B,C,E,G,I	12	4.300	x	0.24	x	0.55	x	2.40	=	16.35 tn
	6	1.152	x			0.24	x	2.40	=	3.98 tn
EJE D,F,H	3	8.900	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	13.46 tn
	3	1.334	x			0.30	x	2.40	=	2.88 tn
								TOTAL	=	60.03 tn

MURO CONCRETO

EJE	C	L		e		h				
EJE 2	3	1.50	x	0.25	x	5.40	x	2.4	=	14.58 tn
EJE 4	3	1.50	x	0.25	x	5.40	x	2.4	=	14.58 tn
								TOTAL	=	29.16 tn

MURO ALB.

EJE	C	L		e		h				
EJE A,B,C,E,G,I	12	4.58	x	0.24	x	5.40	x	1.8	=	128.07 tn
								TOTAL	=	128.07 tn

MURO TABIQUE

EJE	C	L		Peso/ml		
EJE 1	8	4.50	x	0.261	=	9.40 tn
EJE 2	1	1.14	x	0.483	=	0.55 tn
	1	1.12	x	0.483	=	0.54 tn
	3	3.35	x	0.483	=	4.85 tn
	2	1.34	x	0.483	=	1.29 tn
	1	1.36	x	0.483	=	0.65 tn

EJE 4	1	3.72	x		0.616		=	2.29 tn
	1	3.70	x		0.616		=	2.28 tn
	5	3.35	x		0.294		=	4.92 tn
	1	3.37	x		0.294		=	0.99 tn
EJE A	1	2.43	x		0.261		=	0.63 tn
						TOTAL	=	28.4 tn

VENTANAS

EJE	CANT.	L			Peso/ml			
EJE 2	2	1.52	x		0.025		=	0.08 tn
	1	1.14	x		0.025		=	0.03 tn
	2	0.92	x		0.025		=	0.05 tn
	1	1.12	x		0.025		=	0.03 tn
	3	3.35	x		0.025		=	0.25 tn
	2	1.34	x		0.025		=	0.07 tn
	3	2.02	x		0.025		=	0.15 tn
	1	1.36	x		0.025		=	0.03 tn
EJE 4	1	3.72	x		0.013		=	0.05 tn
	1	3.70	x		0.013		=	0.05 tn
	5	3.35	x		0.042		=	0.7 tn
	1	3.37	x		0.042		=	0.14 tn
						TOTAL	=	1.62 tn

PUERTAS

EJE	CANT.		L1		L		E				
EJE 2	2	x	2.10	x	1.50	x	0.04	x	1000	=	0.25 tn
	2	x	2.10	x	0.90	x	0.04	x	1000	=	0.15 tn
	3	x	2.10	x	2.00	x	0.04	x	1000	=	0.50 tn
									TOTAL	=	0.91 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 2	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 3	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 4	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 5	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 6	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 7	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 8	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 9	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 10	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 11	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 12	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 13	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 14	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 15	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 16	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
					TOTAL	= 201.33 tn

PESO PRIMER PISO	=	482.34	tn

SEGUNDO PISO

COLUMNAS

EJE	C	b		d		h				
EJE 2;3;4	4	0.25	x	0.50	x	3.90	x	2.40	=	4.68 tn
	8	0.25	x	0.80	x	3.90	x	2.40	=	14.98 tn
	6	0.24	x	0.30	x	3.90	x	2.40	=	4.04 tn
								TOTAL	=	23.7 tn

VIGAS

EJE	C	L		b		d				
EJE 1	8	4.500	x	0.15	x	0.40	x	2.40	=	5.18 tn
EJE 2	1	3.720	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.23 tn
	1	3.700	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.22 tn
	5	3.350	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	5.53 tn
	1	3.370	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.11 tn
EJE 4	1	3.720	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.23 tn
	1	3.700	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.22 tn
	5	3.350	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	5.53 tn
	1	3.370	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	1.11 tn
EJE A,B,C,E,G,I	12	4.300	x	0.24	x	0.55	x	2.40	=	16.35 tn
	6	1.152	x			0.24	x	2.40	=	3.98 tn
EJE D,F,H	3	8.900	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	13.46 tn
	3	1.334	x			0.30	x	2.40	=	2.88 tn
								TOTAL	=	**60.03 tn**

MURO CONCRETO

EJE	C	L		e		h				
EJE 2	3	1.50	x	0.25	x	3.90	x	2.4	=	10.53 tn
EJE 4	3	1.50	x	0.25	x	3.90	x	2.4	=	10.53 tn
								TOTAL	=	**21.06 tn**

MURO ALB.

EJE	C	L		e		h				
EJE A,B,C,E,G,I	12	4.58	x	0.24	x	3.90	x	1.8	=	92.5 tn
								TOTAL	=	**92.5 tn**

MURO TABIQUE

EJE	C	L		Peso/ml			
EJE 1	8	4.50	x	0.261	=	9.40 tn	
EJE 2	1	1.14	x	0.483	=	0.55 tn	
	1	1.12	x	0.483	=	0.54 tn	
	3	3.35	x	0.483	=	4.85 tn	
	2	1.34	x	0.483	=	1.29 tn	
	1	1.36	x	0.483	=	0.65 tn	
EJE 4	1	3.72	x	0.616	=	2.29 tn	
	1	3.70	x	0.616	=	2.28 tn	
	5	3.35	x	0.294	=	4.92 tn	
	1	3.37	x	0.294	=	0.99 tn	
EJE A	1	2.43	x	0.261	=	0.63 tn	
					TOTAL	=	**28.4 tn**

VENTANAS

EJE	CANT.	L		Peso/ml		
EJE 2	2	1.52	x	0.025	=	0.08 tn
	1	1.14	x	0.025	=	0.03 tn
	2	0.92	x	0.025	=	0.05 tn
	1	1.12	x	0.025	=	0.03 tn
	3	3.35	x	0.025	=	0.25 tn
	2	1.34	x	0.025	=	0.07 tn
	3	2.02	x	0.025	=	0.15 tn
	1	1.36	x	0.025	=	0.03 tn
EJE 4	1	3.72	x	0.013	=	0.05 tn
	1	3.70	x	0.013	=	0.05 tn
	5	3.35	x	0.042	=	0.7 tn
	1	3.37	x	0.042	=	0.14 tn
					TOTAL	=	**1.62 tn**

PUERTAS

EJE	CANT.	L1		L		E				
EJE 2	2	x	2.10	x	1.50	x	0.04	x	1000	= 0.25 tn
	2	x	2.10	x	0.90	x	0.04	x	1000	= 0.15 tn
	3	x	2.10	x	2.00	x	0.04	x	1000	= 0.50 tn
									TOTAL =	0.91 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 2	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 3	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 4	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 5	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 6	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 7	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 8	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 9	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 10	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 11	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 12	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 13	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 14	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 15	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 16	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
					TOTAL =	201.33 tn

PESO SEGUNDO PISO	=	429.55	tn

TERCER PISO

COLUMNAS

EJE	C	b		d		h			
EJE 2;3;4	4	0.25	x	0.50	x	3.90	x	2.40	= 4.68 tn
	8	0.25	x	0.80	x	3.90	x	2.40	= 14.98 tn
	6	0.24	x	0.30	x	3.90	x	2.40	= 4.04 tn
								TOTAL =	23.7 tn

VIGAS

EJE	C	L		b		d			
EJE 1	8	4.500	x	0.15	x	0.40	x	2.40	= 5.18 tn
EJE 2	1	3.720	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 1.23 tn
	1	3.700	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 1.22 tn
	5	3.350	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 5.53 tn
	1	3.370	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 1.11 tn
EJE 4	1	3.720	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 1.23 tn
	1	3.700	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 1.22 tn
	5	3.350	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 5.53 tn
	1	3.370	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 1.11 tn
EJE A,B,C,E,G,I	12	4.300	x	0.24	x	0.55	x	2.40	= 16.35 tn
	6	1.152	x			0.24	x	2.40	= 3.98 tn
EJE D,F,H	3	8.900	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 13.46 tn
	3	1.334	x			0.30	x	2.40	= 2.88 tn
								TOTAL =	60.03 tn

MURO CONCRETO

EJE	C	L		e		h				
EJE 2	3	1.50	x	0.25	x	3.90	x	2.4	=	10.53 tn
EJE 4	3	1.50	x	0.25	x	3.90	x	2.4	=	10.53 tn
								TOTAL	=	21.06 tn

MURO ALB.

EJE	C	L		e		h				
EJE A,B,C,E,G,I	12	4.58	x	0.24	x	3.90	x	1.8	=	92.5 tn
								TOTAL	=	92.5 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 2	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 3	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 4	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 5	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 6	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 7	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 8	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 9	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 10	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 11	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 12	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 13	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 14	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 15	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 16	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
					TOTAL	= 201.33 tn

PESO TERCER PISO	=	398.61	tn

PESO TOTAL WD	=	1,310.50	tn

METRADO DE CARGA (WL)

PRIMER PISO

PAÑO	A		S/C		INC			
PAÑO 1	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 2	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 3	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 4	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 5	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 6	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 7	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 8	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 9	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 10	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 11	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 12	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 13	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 14	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 15	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 16	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
					TOTAL	=	59.54	tn

SEGUNDO PISO

PAÑO	A		S/C		INC			
PAÑO 1	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 2	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 3	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 4	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 5	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 6	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 7	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 8	41.18	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 9	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 10	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 11	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 12	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 13	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 14	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 15	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 16	11.48	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
					TOTAL	**=**	**59.54**	tn

TERCER PISO

PAÑO	A		S/C		INC			
PAÑO 1	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 2	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 3	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 4	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 5	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 6	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 7	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 8	41.18	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 9	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 10	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 11	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 12	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 13	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 14	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 15	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 16	11.48	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
					TOTAL	**=**	**10.53**	tn

PESO TOTAL WL	**=**	**129.61**	**tn**

PESO TOTAL PRIMER PISO	541.88	tn	**WD=**	1,310.50	tn
PESO TOTAL SEGUNDO PISO	489.09	tn	**WL =**	129.61	tn
PESO TOTAL TERCER PISO	409.15	tn	**TOTAL =**	**1,440.11**	**tn**
	1,440.11	tn			

E-06: Metrado de cargas del Módulo II propuesto

METRADO DE CARGA (WD)

DATOS

PISOS	h
1	5.40
2	3.90
3	3.90

VIGA	b	d
V-1	0.25	0.55
V-2	0.15	0.40
V-3	0.24	0.55
V-4	0.30	0.70

COLUMNA	b	d
C-1	0.25	0.50
C-2	0.25	0.90
C-3	0.24	0.30

PRIMER PISO

COLUMNAS

EJE	C	b		d		h				
EJE 2;3;4	4	0.25	x	0.50	x	5.40	x	2.40	=	6.48 tn
	6	0.25	x	0.90	x	5.40	x	2.40	=	17.5 tn
	4	0.24	x	0.30	x	5.40	x	2.40	=	3.73 tn
								TOTAL	=	27.71 tn

VIGAS

EJE	C	L		b		d				
EJE 1	6	4.500	x	0.15	x	0.40	x	2.40	=	3.89 tn
EJE 2	2	3.570	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	2.36 tn
	2	3.500	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	2.31 tn
	2	3.600	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	2.38 tn
EJE 4	2	3.570	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	2.36 tn
	2	3.500	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	2.31 tn
	2	3.600	x	0.25	x	0.55	x	2.40	=	2.38 tn
EJE A,C,E,G	8	4.300	x	0.24	x	0.55	x	2.40	=	10.9 tn
	4	1.152	x			0.24	x	2.40	=	2.65 tn
EJE B,D,F	3	8.900	x	0.30	x	0.70	x	2.40	=	13.46 tn
	3	1.334	x			0.30	x	2.40	=	2.88 tn
								TOTAL	=	47.86 tn

MURO CONCRETO

EJE	C	L		e		h				
EJE 2	2	1.10	x	0.25	x	5.40	x	2.4	=	7.13 tn
EJE 4	2	1.10	x	0.25	x	5.40	x	2.4	=	7.13 tn
								TOTAL	=	14.26 tn

MURO ALB.

EJE	C	L		e		h				
EJE A,C,E,G	8	4.58	x	0.24	x	5.40	x	1.8	=	85.38 tn
								TOTAL	=	85.38 tn

MURO TABIQUE

EJE	C	L		Peso/ml		
EJE 1	6	4.50	x	0.261	=	7.05 tn
EJE 2	1	3.57	x	0.483	=	1.72 tn
	1	1.49	x	0.483	=	0.72 tn
	1	3.60	x	0.483	=	1.74 tn
	1	1.59	x	0.483	=	0.77 tn
	1	3.50	x	0.483	=	1.69 tn
	1	1.56	x	0.483	=	0.75 tn
EJE 4	2	3.57	x	0.294	=	2.1 tn

		2	3.50	x		0.294		=	2.06 tn
		2	3.60	x		0.294		=	2.12 tn
	EJE G	1	2.43	x		0.261		=	0.63 tn
							TOTAL	=	21.34 tn

VENTANAS

EJE	CANT.	L		Peso/ml			
EJE 2	2	3.57	x	0.025		=	0.18 tn
	2	3.50	x	0.025		=	0.18 tn
	2	3.60	x	0.025		=	0.18 tn
EJE 4	2	3.57	x	0.042		=	0.3 tn
	2	3.50	x	0.042		=	0.29 tn
	2	3.60	x	0.042		=	0.3 tn
					TOTAL	=	1.43 tn

PUERTAS

EJE	CANT.	L1		L		E			
EJE 2	3 x	2.10	x	2.00	x	0.04	x 1000	=	0.50 tn
							TOTAL	=	0.50 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 2	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 3	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 4	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 5	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 6	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 7	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 8	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 9	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 10	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 11	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 12	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
					TOTAL	=	151.00 tn

PESO PRIMER PISO	=	349.48	tn

SEGUNDO PISO

COLUMNAS

EJE	C	b		d		h			
EJE 2;3;4	4	0.25	x	0.50	x	3.90	x 2.40	=	4.68 tn
	6	0.25	x	0.90	x	3.90	x 2.40	=	12.64 tn
	4	0.24	x	0.30	x	3.90	x 2.40	=	2.7 tn
							TOTAL	=	20.01 tn

VIGAS

EJE	C	L		b		d			
EJE 1	6	4.500	x	0.15	x	0.40	x 2.40	=	3.89 tn
EJE 2	2	3.570	x	0.25	x	0.55	x 2.40	=	2.36 tn
	2	3.500	x	0.25	x	0.55	x 2.40	=	2.31 tn
	2	3.600	x	0.25	x	0.55	x 2.40	=	2.38 tn
EJE 4	2	3.570	x	0.25	x	0.55	x 2.40	=	2.36 tn
	2	3.500	x	0.25	x	0.55	x 2.40	=	2.31 tn
	2	3.600	x	0.25	x	0.55	x 2.40	=	2.38 tn
EJE A,C,E,G	8	4.300	x	0.24	x	0.55	x 2.40	=	10.9 tn
	4	1.152	x			0.24	x 2.40	=	2.65 tn
EJE B,D,F	3	8.900	x	0.30	x	0.70	x 2.40	=	13.46 tn
	3	1.334	x			0.30	x 2.40	=	2.88 tn
							TOTAL	=	47.86 tn

MURO CONCRETO

EJE	C	L		e		h				
EJE 2	2	1.10	x	0.25	x	3.90	x	2.4	=	5.15 tn
EJE 4	2	1.10	x	0.25	x	3.90	x	2.4	=	5.15 tn
								TOTAL	=	10.3 tn

MURO ALB.

EJE	C	L		e		h				
EJE A,C,E,G	8	4.58	x	0.24	x	3.90	x	1.8	=	61.66 tn
								TOTAL	=	61.66 tn

MURO TABIQUE

EJE	C	L		Peso/ml		
EJE 1	6	4.50	x	0.261	=	7.05 tn
EJE 2	1	3.57	x	0.483	=	1.72 tn
	1	1.49	x	0.483	=	0.72 tn
	1	3.60	x	0.483	=	1.74 tn
	1	1.59	x	0.483	=	0.77 tn
	1	3.50	x	0.483	=	1.69 tn
	1	1.56	x	0.483	=	0.75 tn
EJE 4	2	3.57	x	0.294	=	2.1 tn
	2	3.50	x	0.294	=	2.06 tn
	2	3.60	x	0.294	=	2.12 tn
EJE G	1	2.43	x	0.261	=	0.63 tn
				TOTAL	=	21.34 tn

VENTANAS

EJE	CANT.	L		Peso/ml		
EJE 2	2	3.57	x	0.025	=	0.18 tn
	2	3.50	x	0.025	=	0.18 tn
	2	3.60	x	0.025	=	0.18 tn
EJE 4	2	3.57	x	0.042	=	0.3 tn
	2	3.50	x	0.042	=	0.29 tn
	2	3.60	x	0.042	=	0.3 tn
				TOTAL	=	1.43 tn

PUERTAS

EJE	CANT.	L1		L		E				
EJE 2	3	x 2.10	x	2.00	x	0.04	x	1000	=	0.50 tn
								TOTAL	=	0.50 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 2	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 3	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 4	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 5	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 6	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 7	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 8	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 9	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 10	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 11	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 12	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
				TOTAL	=	151.00 tn

PESO SEGUNDO PISO	=	314.11	tn

TERCER PISO

COLUMNAS

EJE	C	b		d		h			
EJE 2;3;4	4	0.25	x	0.50	x	3.90	x	2.40	= 4.68 tn
	6	0.25	x	0.90	x	3.90	x	2.40	= 12.64 tn
	4	0.24	x	0.30	x	3.90	x	2.40	= 2.7 tn
								TOTAL	= 20.01 tn

VIGAS

EJE	C	L		b		d			
EJE 1	6	4.500	x	0.15	x	0.40	x	2.40	= 3.89 tn
EJE 2	2	3.570	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 2.36 tn
	2	3.500	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 2.31 tn
	2	3.600	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 2.38 tn
EJE 4	2	3.570	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 2.36 tn
	2	3.500	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 2.31 tn
	2	3.600	x	0.25	x	0.55	x	2.40	= 2.38 tn
EJE A,C,E,G	8	4.300	x	0.24	x	0.55	x	2.40	= 10.9 tn
	4	1.152	x			0.24	x	2.40	= 2.65 tn
EJE B,D,F	3	8.900	x	0.30	x	0.70	x	2.40	= 13.46 tn
	3	1.334	x			0.30	x	2.40	= 2.88 tn
								TOTAL	= 47.86 tn

MURO CONCRETO

EJE	C	L		e		h			
EJE 2	2	1.10	x	0.25	x	3.90	x	2.4	= 5.15 tn
EJE 4	2	1.10	x	0.25	x	3.90	x	2.4	= 5.15 tn
								TOTAL	= 10.3 tn

MURO ALB.

EJE	C	L		e		h			
EJE A,B,C,E,G,I	8	4.58	x	0.24	x	3.90	x	1.8	= 61.66 tn
								TOTAL	= 61.66 tn

LOSA ALIGERADA

PAÑO	C	A		Tn/m2		
PAÑO 1	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 2	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 3	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 4	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 5	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 6	1	41.175	x	0.478	=	19.68 tn
PAÑO 7	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 8	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 9	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 10	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 11	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
PAÑO 12	1	11.475	x	0.478	=	5.49 tn
					TOTAL	= 151.00 tn

PESO TERCER PISO =	290.83	tn

PESO TOTAL WD =	954.42	tn

METRADO DE CARGA (WL)

PRIMER PISO

PAÑO	A		S/C		INC			
PAÑO 1	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 2	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 3	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 4	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 5	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 6	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 7	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 8	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 9	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 10	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 11	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 12	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
					TOTAL	**=**	**44.65**	tn

SEGUNDO PISO

PAÑO	A		S/C		INC			
PAÑO 1	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 2	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 3	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 4	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 5	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 6	41.175	x	250	x	0.5	=	5.15	tn
PAÑO 7	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 8	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 9	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 10	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 11	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
PAÑO 12	11.475	x	400	x	0.5	=	2.30	tn
					TOTAL	**=**	**44.65**	tn

TERCER PISO

PAÑO	A		S/C		INC			
PAÑO 1	41.175	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 2	41.175	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 3	41.175	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 4	41.175	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 5	41.175	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 6	41.175	x	100	x	0.25	=	1.03	tn
PAÑO 7	11.475	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 8	11.475	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 9	11.475	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 10	11.475	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 11	11.475	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
PAÑO 12	11.475	x	100	x	0.25	=	0.29	tn
					TOTAL	**=**	**7.90**	tn

PESO TOTAL WL	**=**	**97.20**	**tn**

	PESO TOTAL PRIMER PISO	394.13	tn	**WD=**	954.42 tn
	PESO TOTAL SEGUNDO PISO	358.76	tn	**WL =**	97.20 tn
	PESO TOTAL TERCER PISO	298.73	tn	**TOTAL =**	**1,051.62 tn**
		1,051.62	tn		

ANEXO F: Diseño sismorresistente E.030-1977

DISEÑO SISMORRESISTENTE (E.030-1977)

ANALISIS ESTATICO PABELLON 1 (MODULO 1)

1. Datos:

Z= factor de zona.

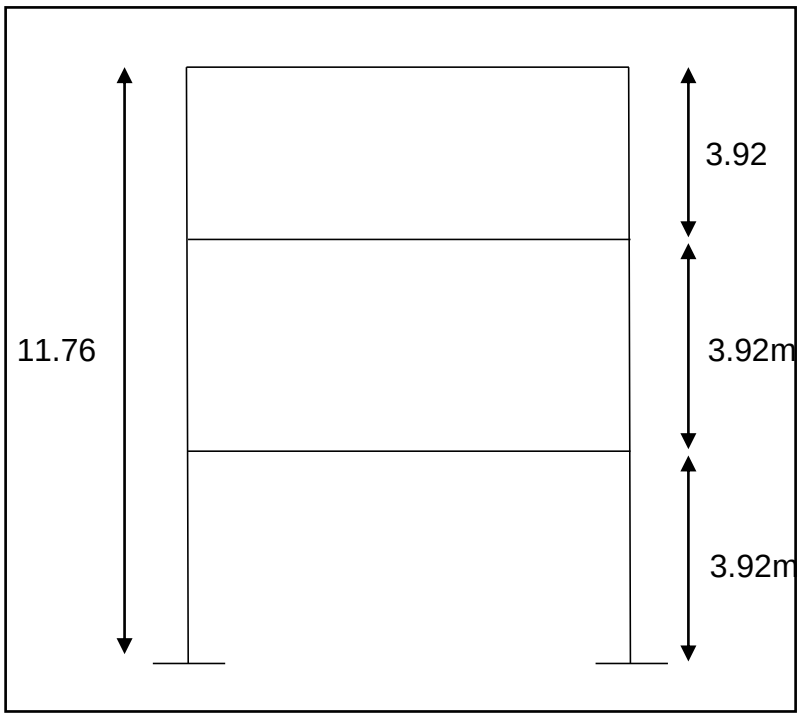
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Coeficiente de amplificación sísmica.

Rd= Factor de Ductilidad.

T= Periodo fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

	S1	S2	S3
Ts	0.30	0.60	0.90
S	1.00	1.20	1.40

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

$$Txx = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{5.61} = 0.147$$

$$Tyy = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{3.64} = 0.226$$

Coeficiente sísmico “C”

$$Cxx = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.147}{0.60} + 1} = 0.643$$

$$Cyy = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.226}{0.60} + 1} = 0.581$$

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.643
S2=	1.20
R=	5.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.581
S2=	1.20
R=	2.50 Albañilería Confinada

2. Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

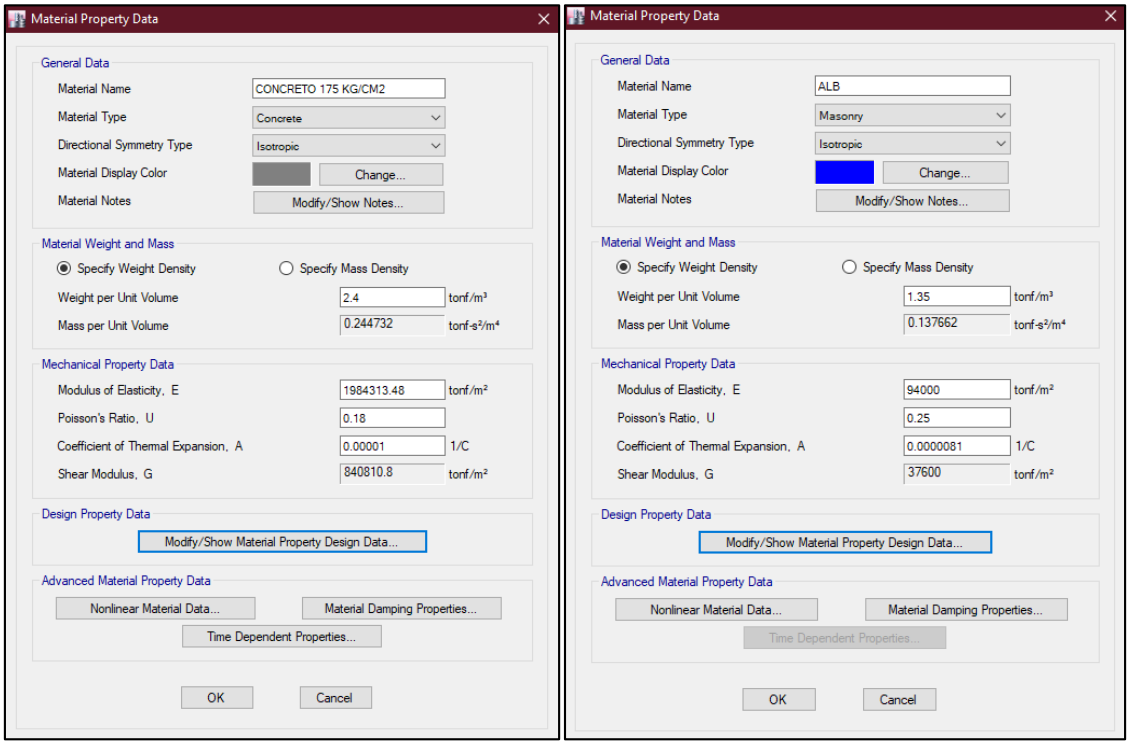
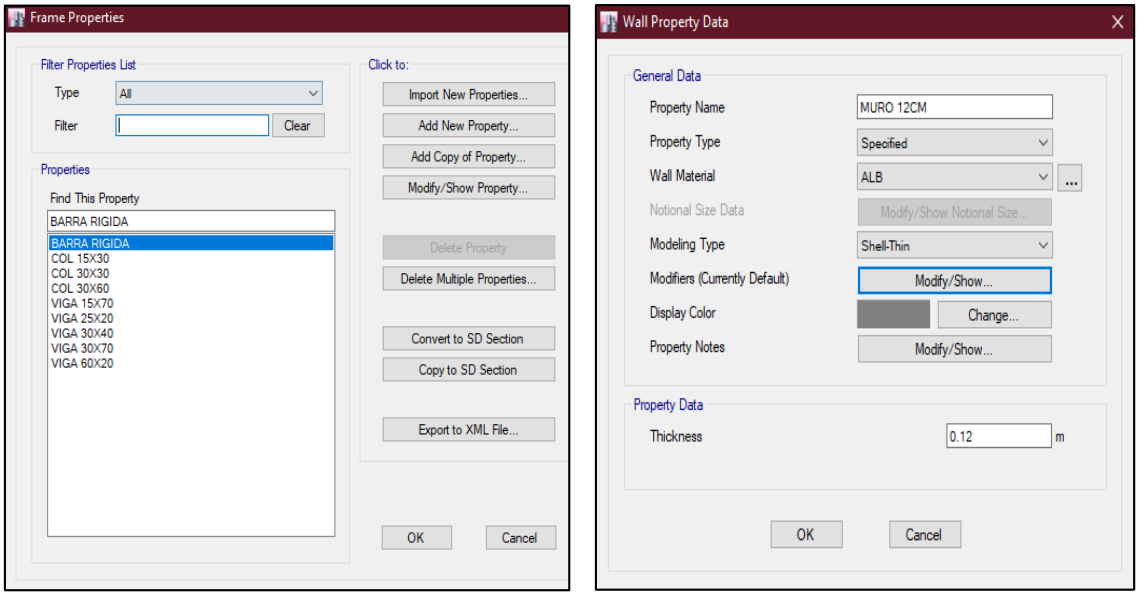


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.



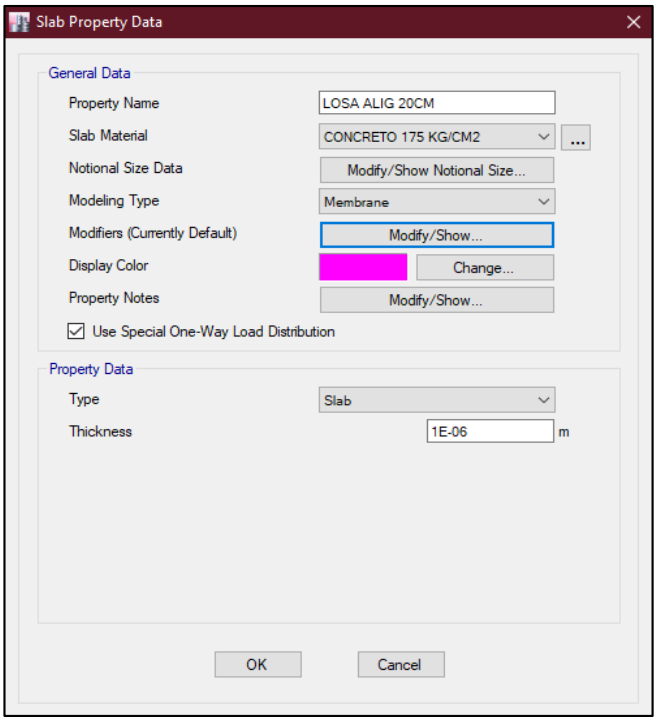
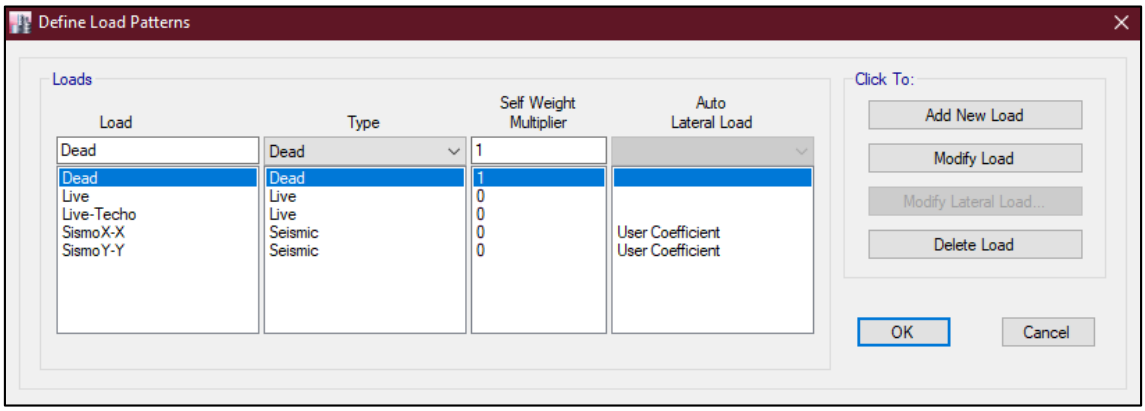


Figura : Parámetros de cargas



3. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.643 * 1.20}{5} = 0.14043$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.581 * 1.20}{2.5} = 0.25378$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

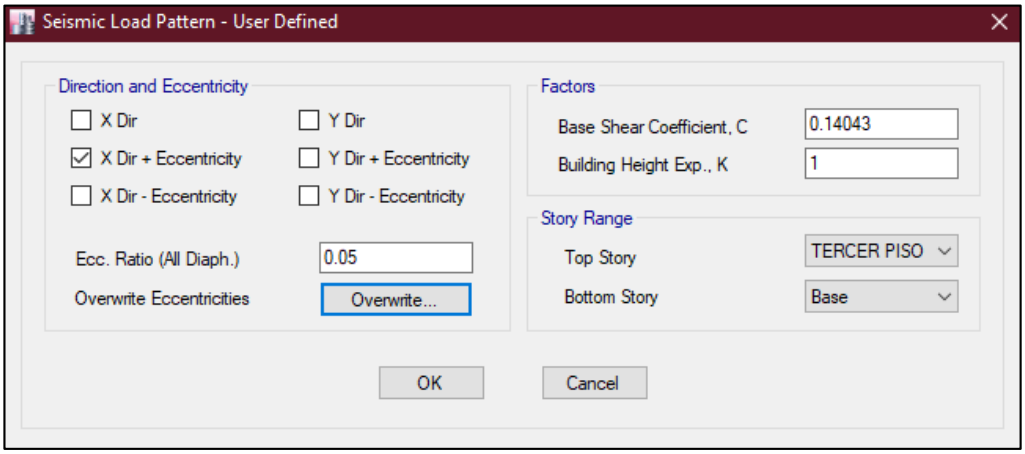


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

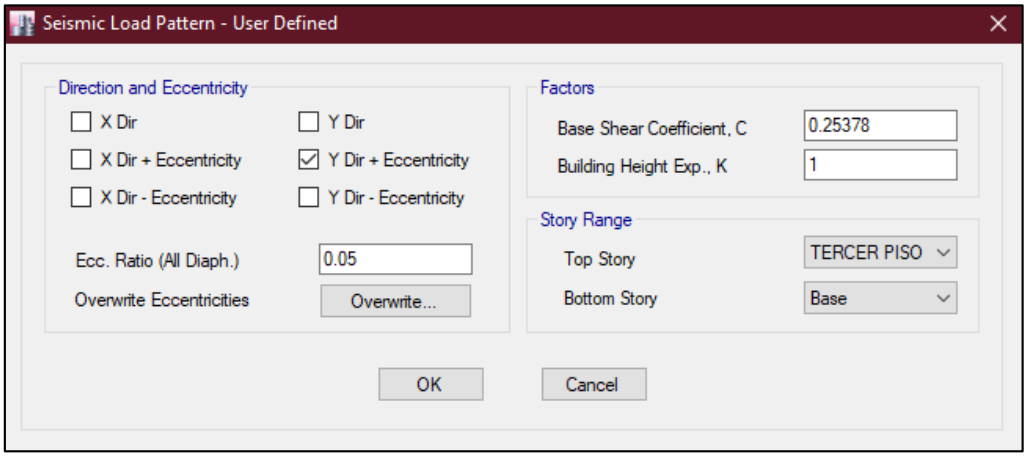


Figura : Datos de fuentes masivas

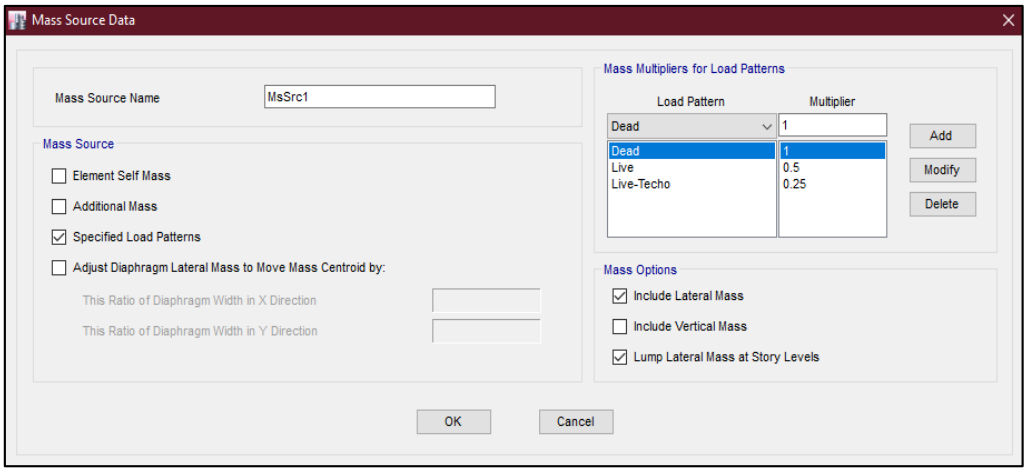


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCM	YCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	15.4358	7.3545	12.6337	7.4320
SEGUNDO PISO	D2	15.4672	7.3014	12.5840	7.8474
TERCER PISO	D3	15.6543	3.2165	12.683	7.8869

Tabla: Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.14043	1	1359.46	190.909
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.25378	1	1359.46	345.004

Tabla: Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido	δ (m) Corregido	Δ Limite-X	CONTROL
		D*0.75*R	%		
PRIMER PISO	0.009934	0.03725	3.73%	1.00%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.007284	0.02732	2.73%	1.00%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.00424	0.01590	1.59%	1.00%	NO CUMPLE

Tabla: Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis Y	δ (m) Corregido	δ (m) Corregido	Δ Limite-Y	CONTROL
		D*0.75*R	%		
PRIMER PISO	0.002394	0.004489	0.45%	1.00%	CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.002085	0.003909	0.39%	1.00%	CUMPLE
TERCER NIVEL	0.001317	0.002469	0.25%	1.00%	CUMPLE

ANALISIS ESTATICO PABELLON 1 (MODULO 2)

4. Datos:

Z= factor de zona.

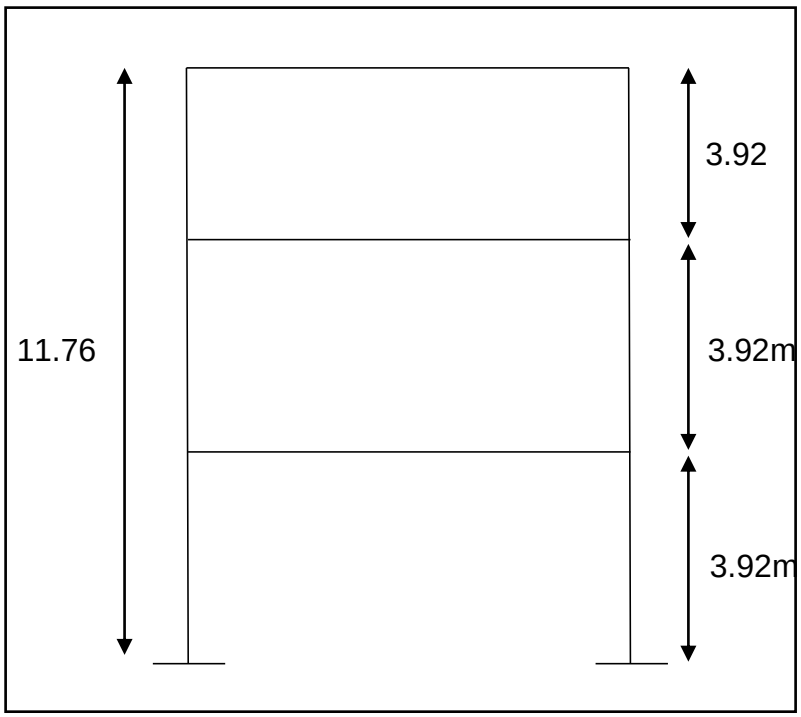
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Coeficiente de amplificación sísmica.

Rd= Factor de Ductilidad.

T= Periodo fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

	S1	S2	S3
Ts	0.30	0.60	0.90
S	1.00	1.20	1.40

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

$$Txx = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{5.61} = 0.147$$

$$Tyy = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{3.64} = 0.226$$

Coeficiente sísmico “C”

$$Cxx = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.147}{0.60} + 1} = 0.643$$

$$Cyy = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.226}{0.60} + 1} = 0.581$$

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.643
S2=	1.20
R=	5.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.581
S2=	1.20
R=	2.50 Albañilería Confinada

5. Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

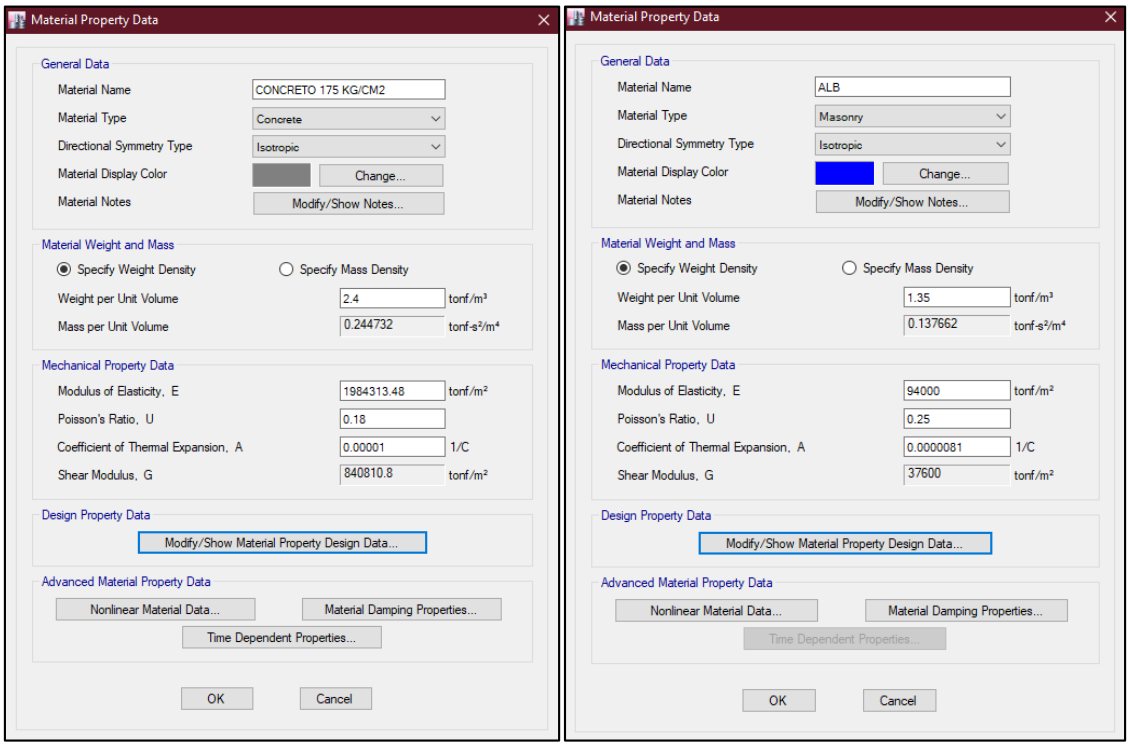
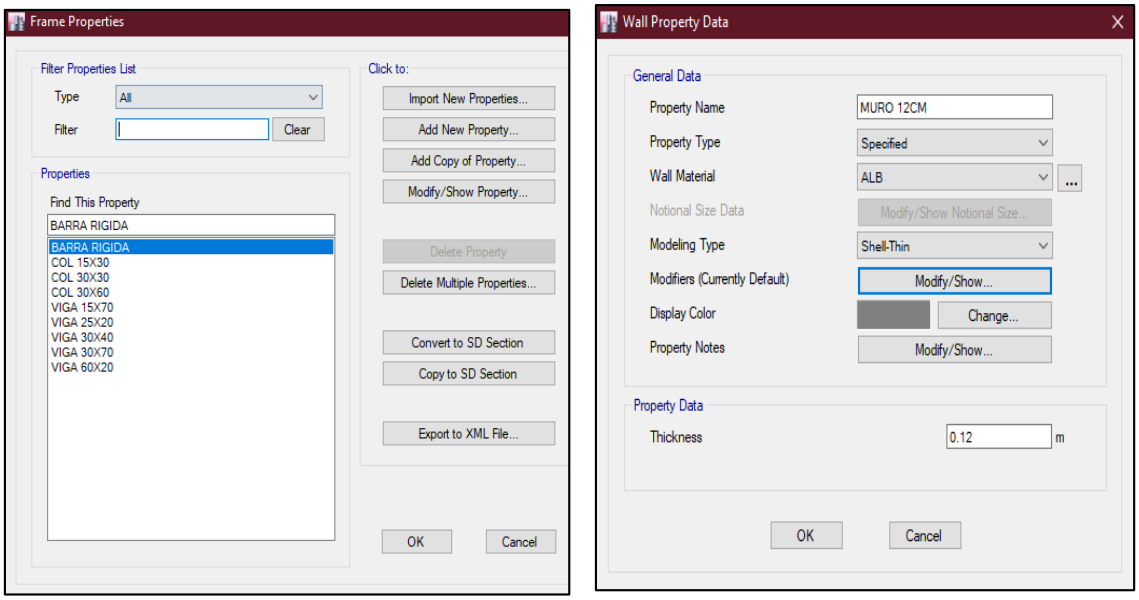


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.



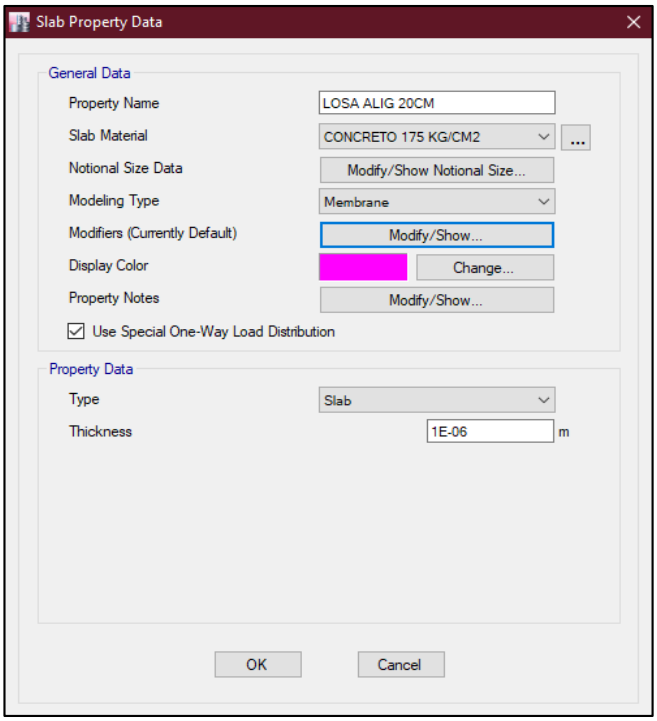
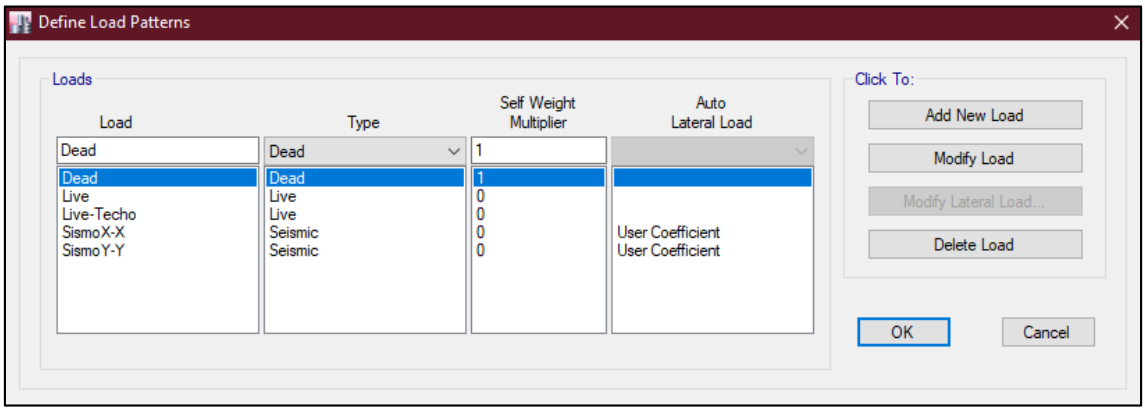


Figura : Parámetros de cargas



6. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.643 * 1.20}{5} = 0.14043$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.581 * 1.20}{2.5} = 0.25378$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

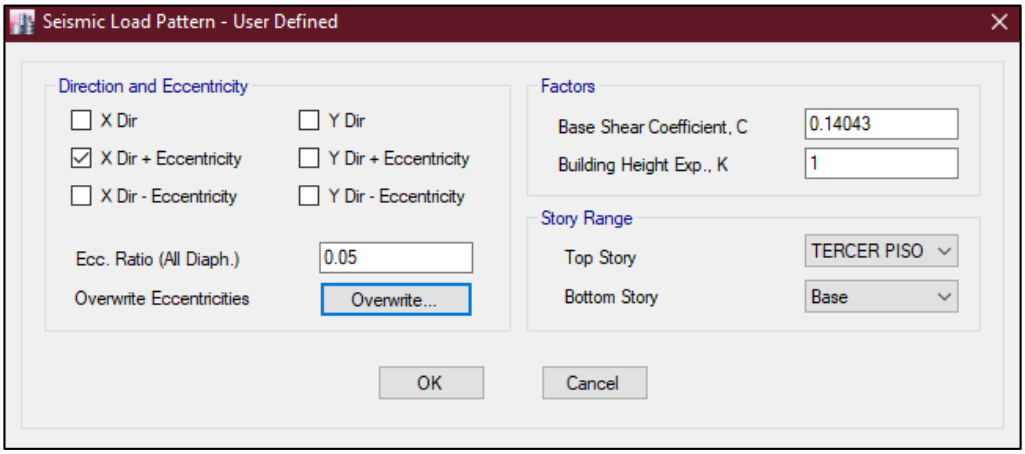


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

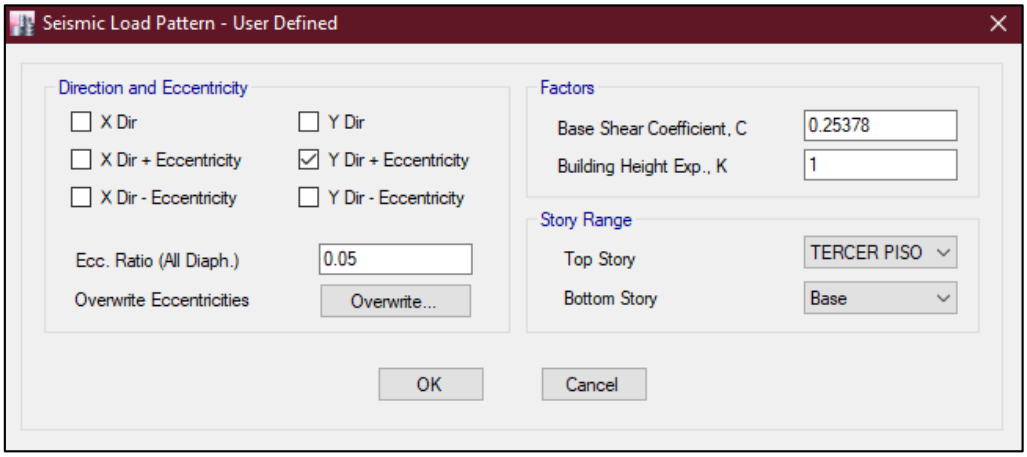


Figura : Datos de fuentes masivas

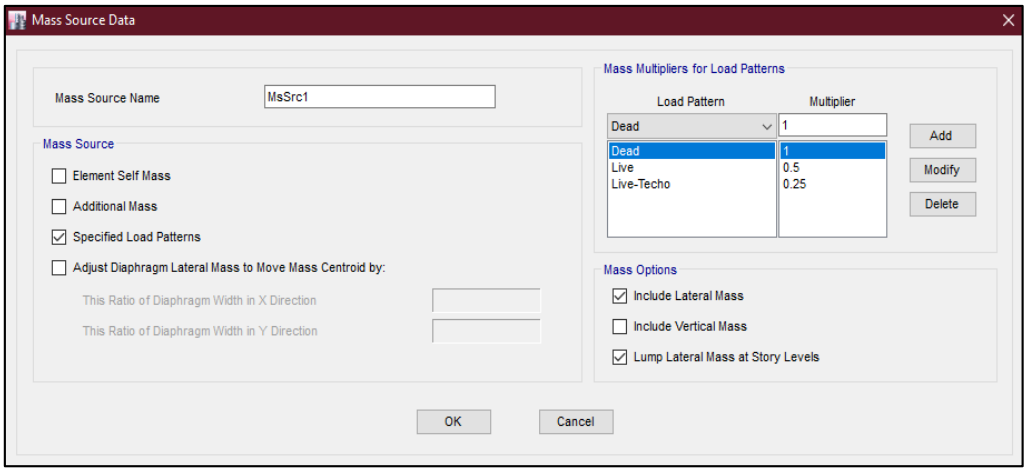


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCM	YCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	15.9049	7.3316	17.3909	7.4305
SEGUNDO PISO	D2	15.8909	7.2802	17.4307	7.8606
TERCER PISO	D3	15.8057	3.2117	17.3866	7.9192

Tabla: Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.14043	1	1343.89	188.72
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.25378	1	1343.89	341.05

Tabla: Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido D*0.75*R	δ (m) Corregido %	Δ Limite-X	CONTROL
PRIMER PISO	0.009863	0.03699	3.70%	1.00%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.007232	0.02712	2.71%	1.00%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.004217	0.01581	1.58%	1.00%	NO CUMPLE

Tabla: Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis Y	δ (m) Corregido D*0.75*R	δ (m) Corregido %	Δ Limite-Y	CONTROL
PRIMER PISO	0.001616	0.00303	0.30%	1.00%	CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.001438	0.002696	0.27%	1.00%	CUMPLE
TERCER NIVEL	0.000944	0.001770	0.18%	1.00%	CUMPLE

ANÁLISIS ESTÁTICO PABELLÓN 2 – MÓDULO 1

7. Datos:

Z= factor de zona.

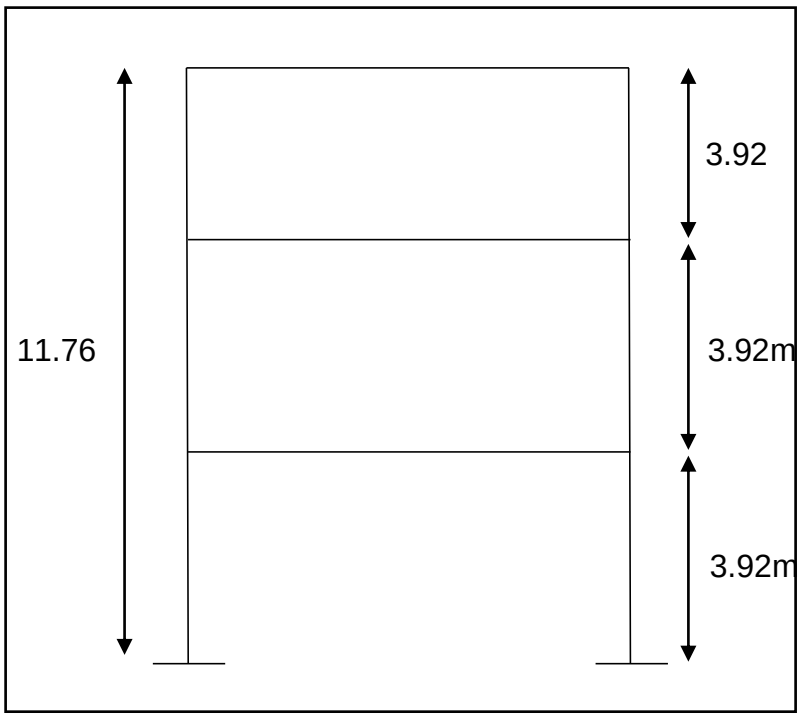
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Coeficiente de amplificación sísmica.

Rd= Factor de Ductilidad.

T= Periodo fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

	S1	S2	S3
Ts	0.30	0.60	0.90
S	1.00	1.20	1.40

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

$$Txx = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{6} = 0.1372$$

$$Tyy = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{3.64} = 0.226$$

Coeficiente sísmico “C”

$$Cxx = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.1372}{0.60} + 1} = 0.651$$

$$Cyy = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.226}{0.60} + 1} = 0.581$$

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.651
S2=	1.20
R=	5.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.581
S2=	1.20
R=	2.50 Albañilería Confinada

8. Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

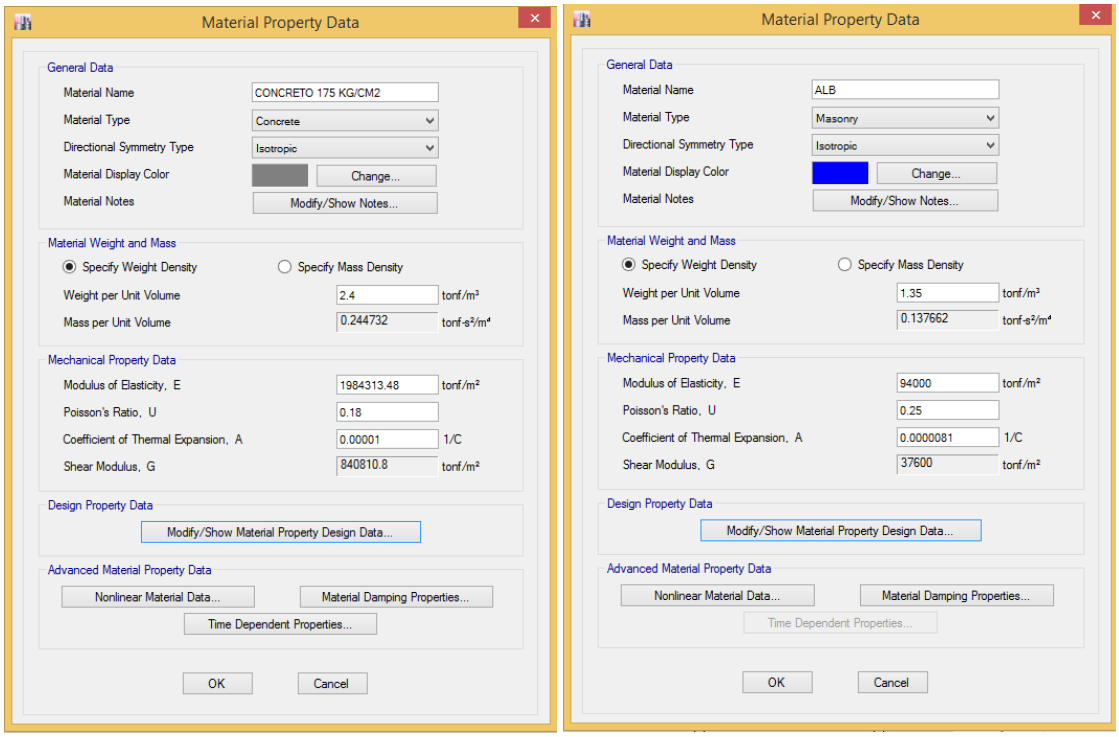
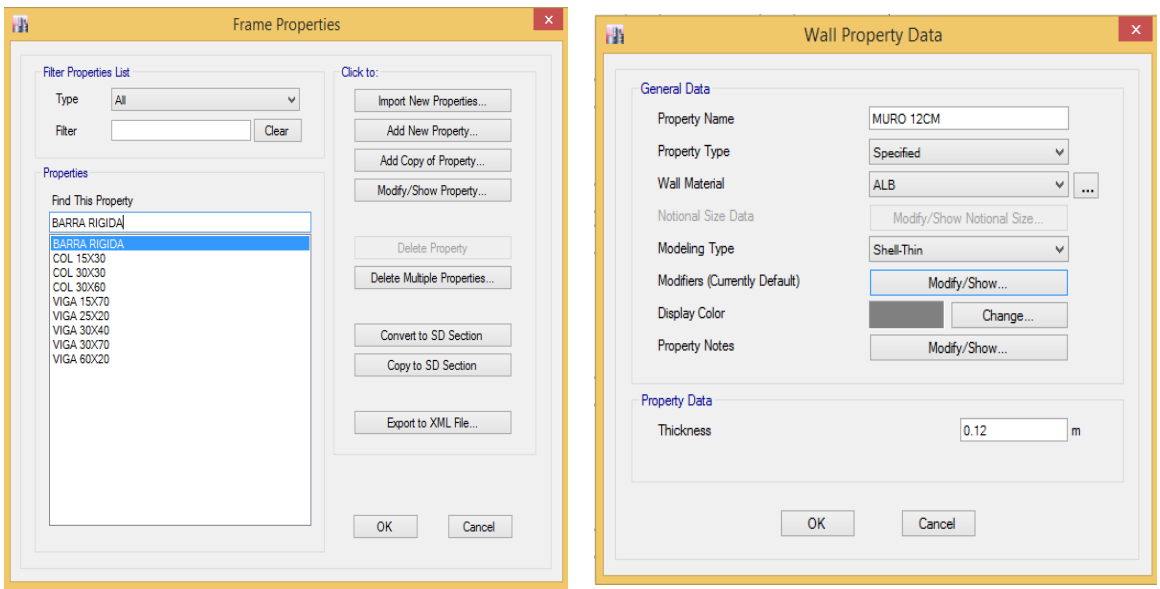


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.



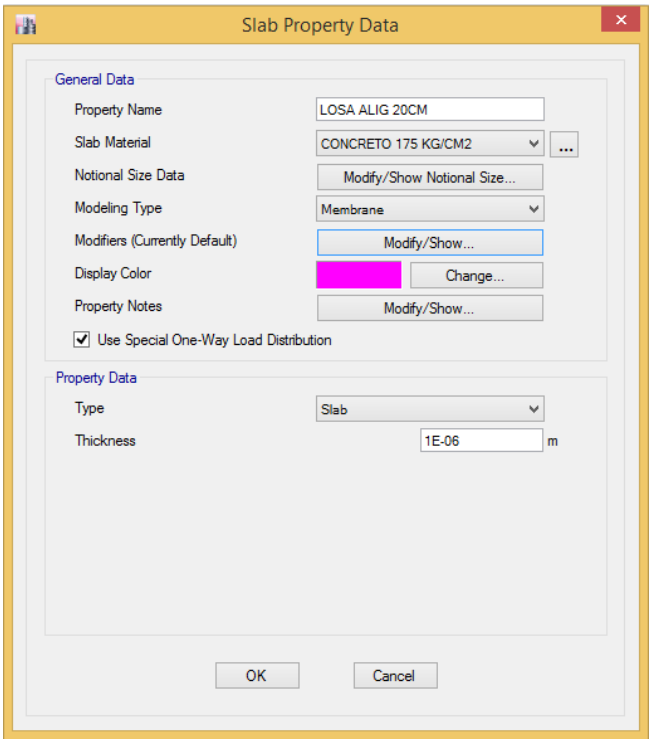
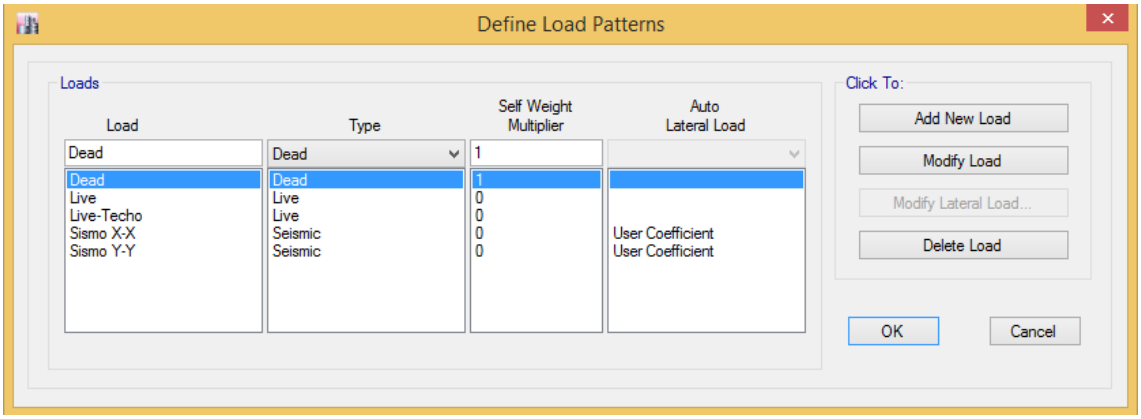


Figura : Parámetros de cargas



9. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.651 * 1.20}{5} = 0.14217$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.581 * 1.20}{2.5} = 0.25378$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

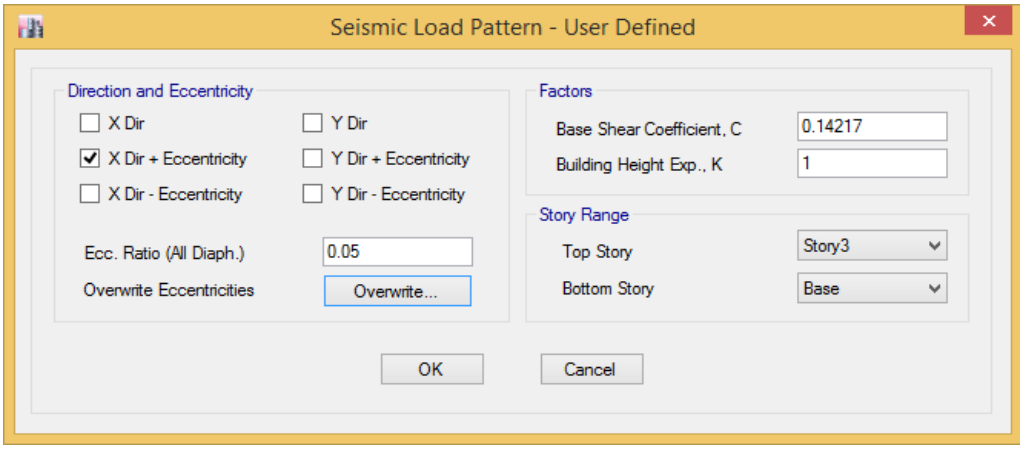


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

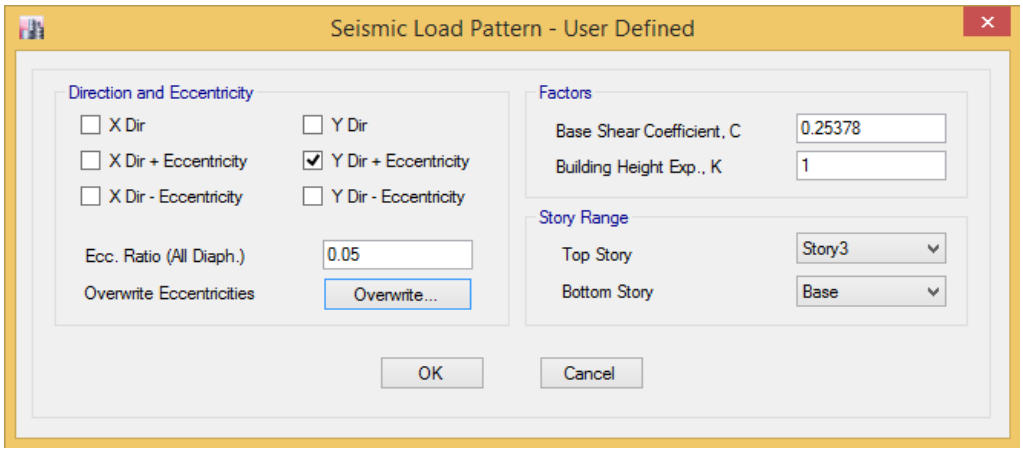


Figura : Datos de fuentes masivas

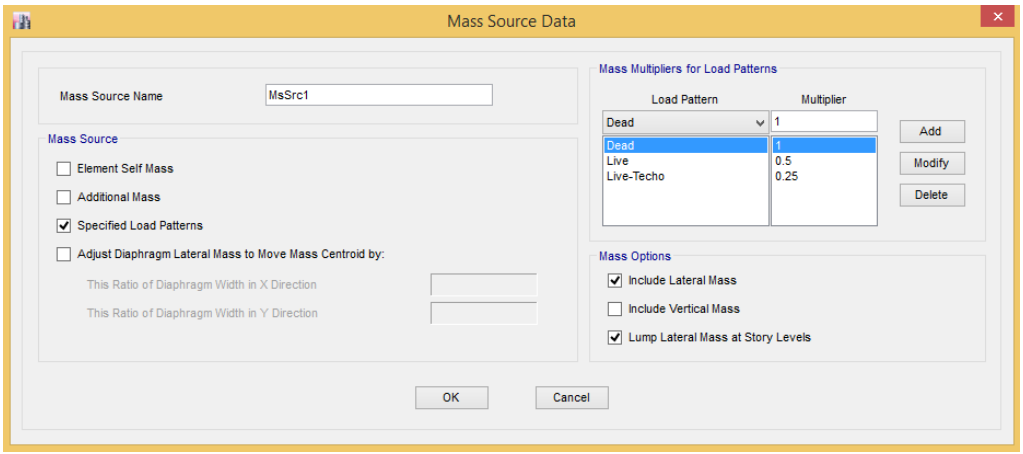


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	17.9754	7.3395	18	7.4597
SEGUNDO PISO	D2	17.9748	7.2877	18	7.9785
TERCER PISO	D3	17.9382	3.1025	18	8.1552

Tabla : Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.14217	1	1506.74	214.214
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.25378	1	1506.74	382.381

Figura : Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis X	δ (m) Corregido D*0.75*R	δ (m) Corregido %	Δ Límite X	CONTROL
PRIMER PISO	0.009888	0.037080	3.71%	1.00%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.007179	0.026921	2.69%	1.00%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.004119	0.015446	1.54%	1.00%	NO CUMPLE

Figura : Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis Y	δ (m) Corregido D*0.75*R	δ (m) Corregido %	Δ Límite Y	CONTROL
PRIMER PISO	0.001684	0.003158	0.31%	1.00%	CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.001465	0.002747	0.27%	1.00%	CUMPLE
TERCER NIVEL	0.000974	0.001827	0.18%	1.00%	CUMPLE

ANÁLISIS ESTÁTICO PABELLÓN 2 – MÓDULO 2

10. Datos:

Z= factor de zona.

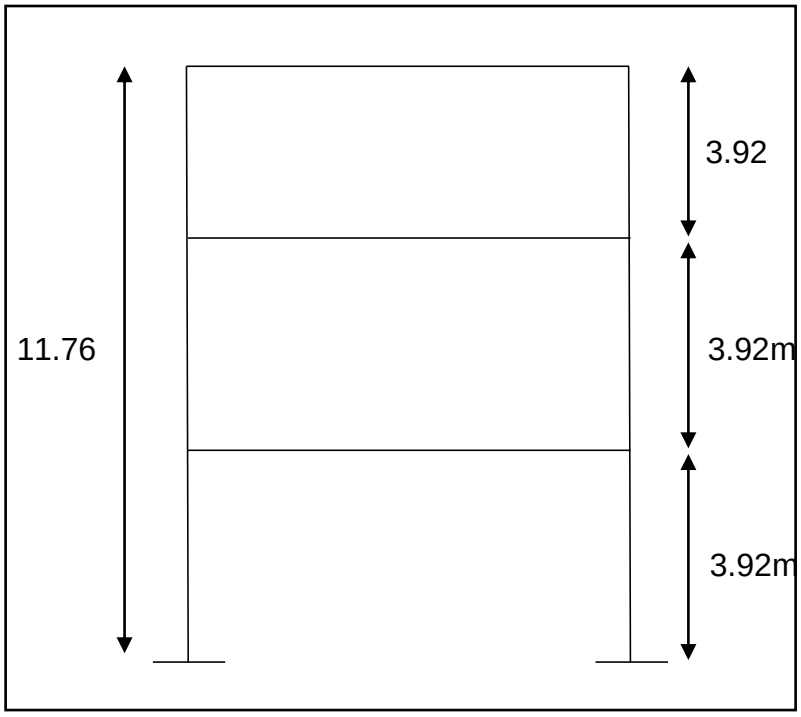
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Coeficiente de amplificación sísmica.

Rd= Factor de Ductilidad.

T= Periodo fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

	S1	S2	S3
Ts	0.30	0.60	0.90
S	1.00	1.20	1.40

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

$$Txx = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{5.196} = 0.158$$

$$Tyy = \frac{0.07h}{\sqrt{D}} = \frac{0.07 * 11.76}{3.64} = 0.226$$

Coeficiente sísmico “C”

$$Cxx = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.158}{0.60} + 1} = 0.633$$

$$Cyy = \frac{0.08}{\frac{T}{Ts} + 1} = \frac{0.80}{\frac{0.226}{0.60} + 1} = 0.581$$

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.651
S2=	1.20
R=	5.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.70
U=	1.30
C=	0.581
S2=	1.20
R=	2.50 Albañilería Confinada

1. Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

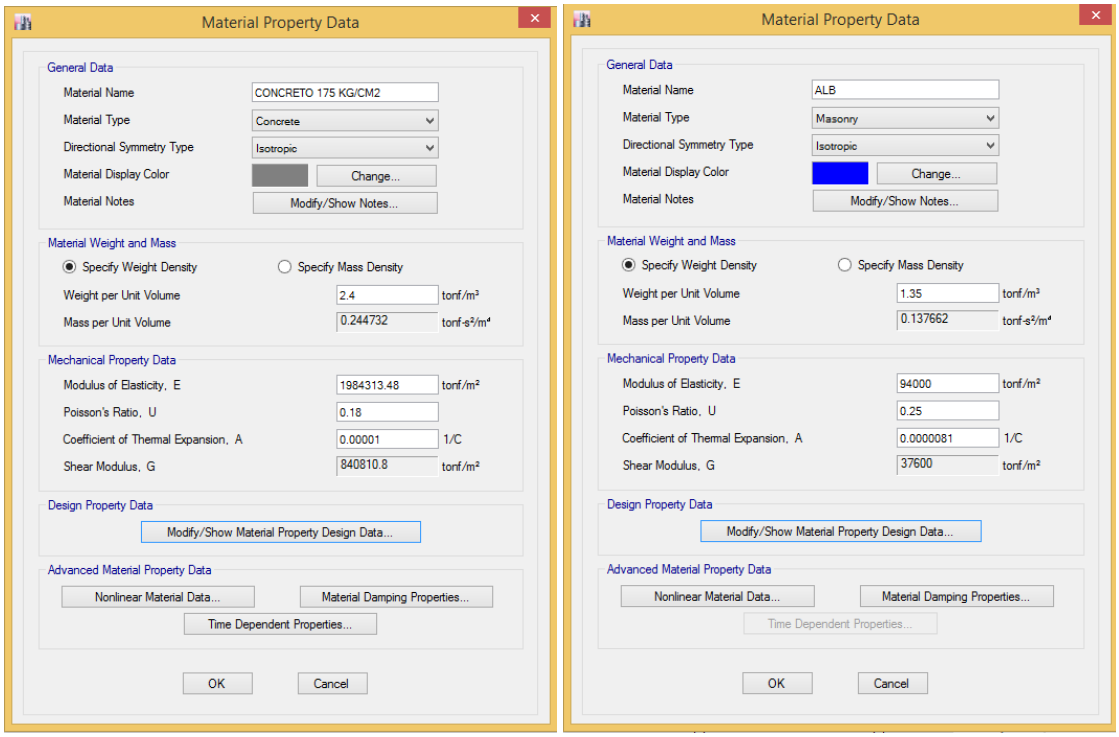
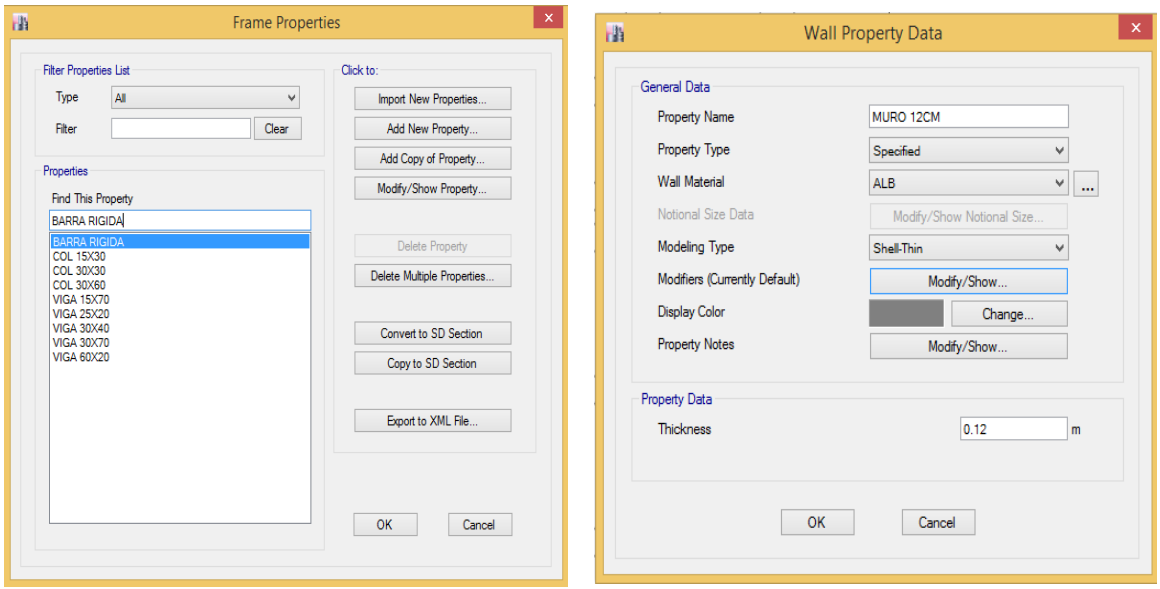


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.



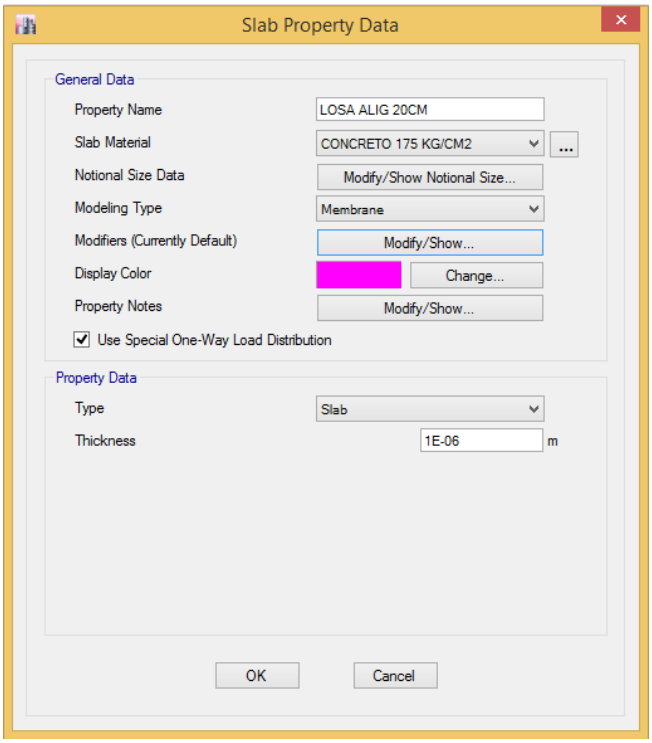
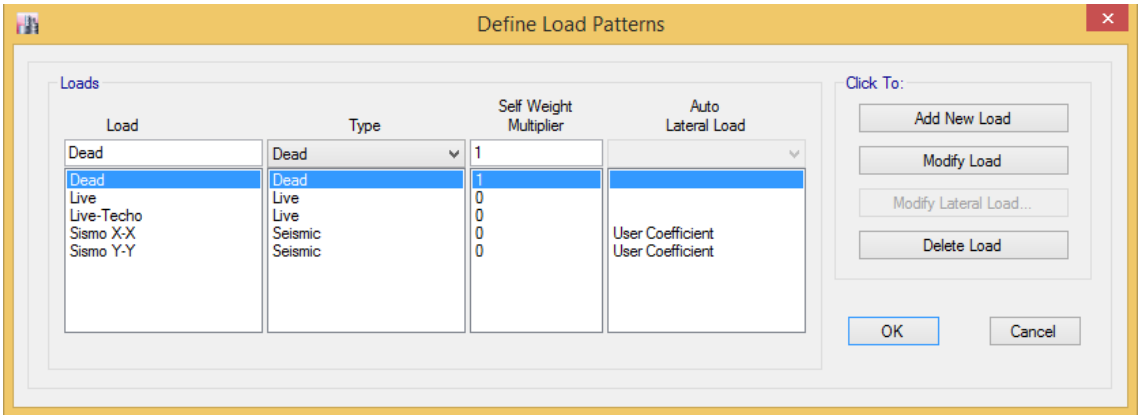


Figura : Parámetros de cargas



2. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.633 * 1.20}{5} = 0.13822$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{Rd} = \frac{0.70 * 1.30 * 0.581 * 1.20}{2.5} = 0.25378$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

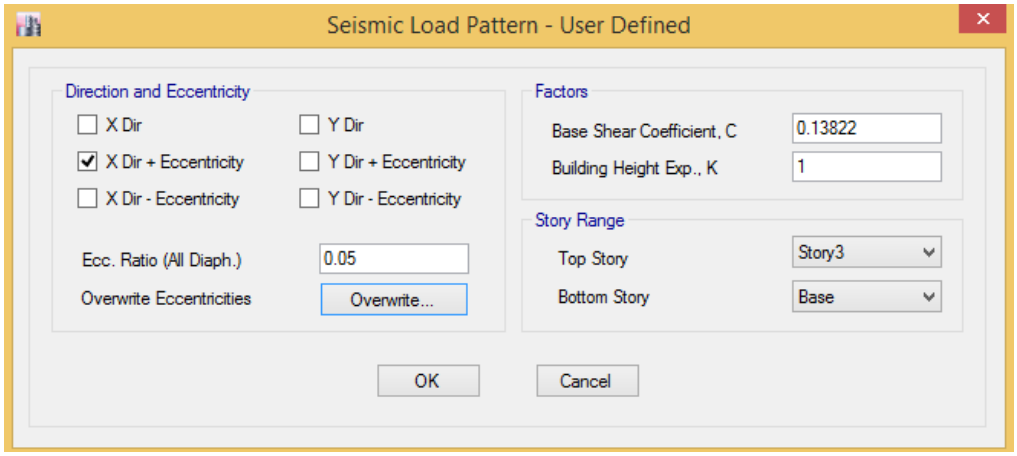


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

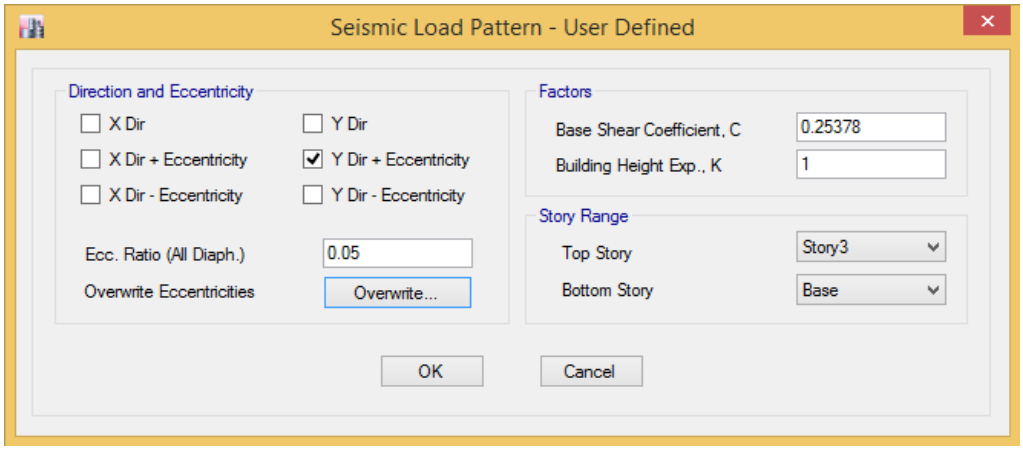


Figura : Datos de fuentes masivas

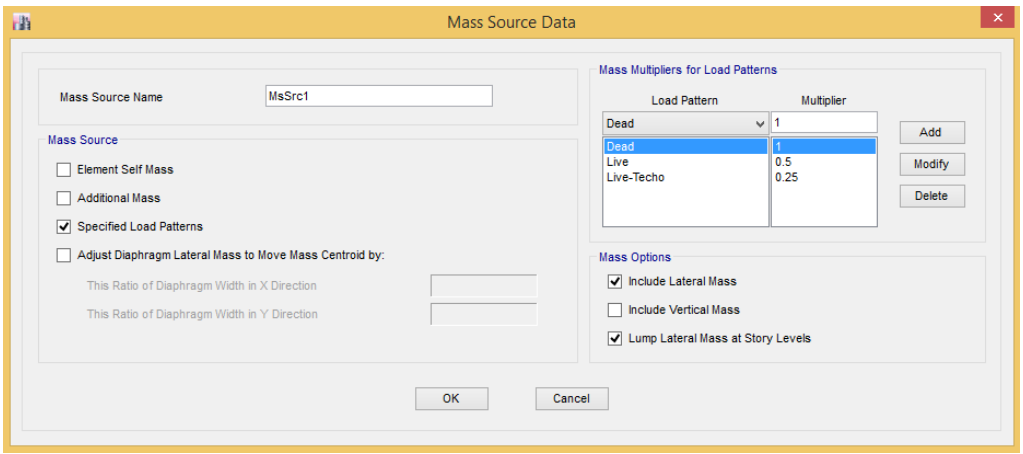


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCM	YCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	13.9008	7.3407	17.7477	7.4448
SEGUNDO PISO	D2	13.8598	7.2876	17.8305	7.8637
TERCER PISO	D3	13.7822	3.1291	17.7861	7.8806

Tabla : Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.13822	1	1150.36	159.00
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.25378	1	1150.36	291.94

Figura : Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido D*0.75*R	δ (m) Corregido %	Δ Límite X	CONTROL
PRIMER PISO	0.009519	0.035696	3.56%	1.00%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.007	0.02625	2.63%	1.00%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.004052	0.015195	1.52%	1.00%	NO CUMPLE

Figura : Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis Y	δ (m) Corregido D*0.75*R	δ (m) Corregido %	Δ Límite Y	CONTROL
PRIMER PISO	0.002524	0.0047325	0.47%	1.00%	CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.002212	0.0041475	0.41%	1.00%	CUMPLE
TERCER NIVEL	0.001465	0.0027469	0.27%	1.00%	CUMPLE

ANEXO G: Diseño sismorresistente E.030-2019

DISEÑO SISMORRESISTENTE (E.030-2019)

ANALISIS ESTATICO PABELLON 1 (MODULO 1)

1. Datos:

Z= factor de zona.

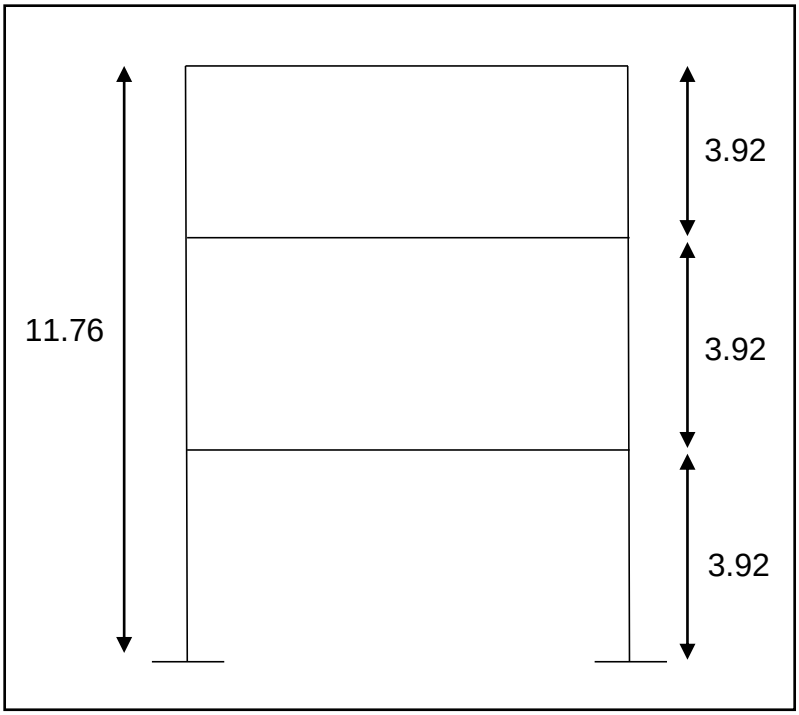
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Factor de amplificación sismica.

R= Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

T= Periodo fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

Factor de Suelo				
Zona/Suelo	**S0**	**S1**	**S2**	**S3**
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla : Periodos Tpy Tl

`	S0	S1	S2	S3
Tp(s)	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl(s)	3.00	2.50	2.00	1.60

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

Ct= 35

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos de concreto armado sin muros de corte.

Ct=60

Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

$$Txx = \frac{hn}{Ct} = \frac{11.76}{35} = 0.336$$

$$Tyy = \frac{hn}{Ct} = \frac{11.76}{60} = 0.196$$

De acuerdo a las características de sitio, se defina C:

$$T < Tp$$

$$0.336 < 0.60$$

$$0.196 < 0.60$$

$$C = 2.5$$

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	8.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	3.00 Albañilería Confinada

2. Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

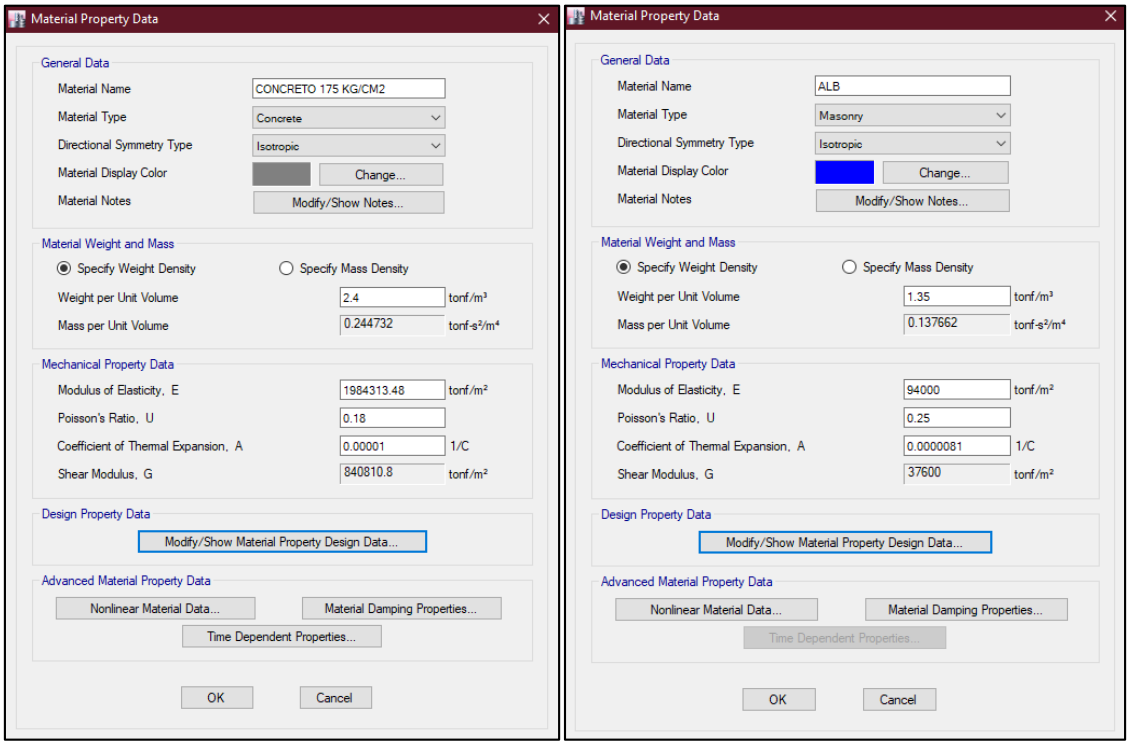
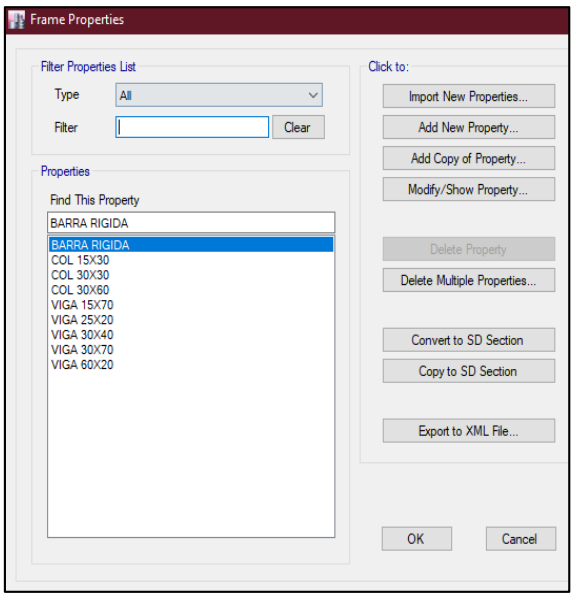
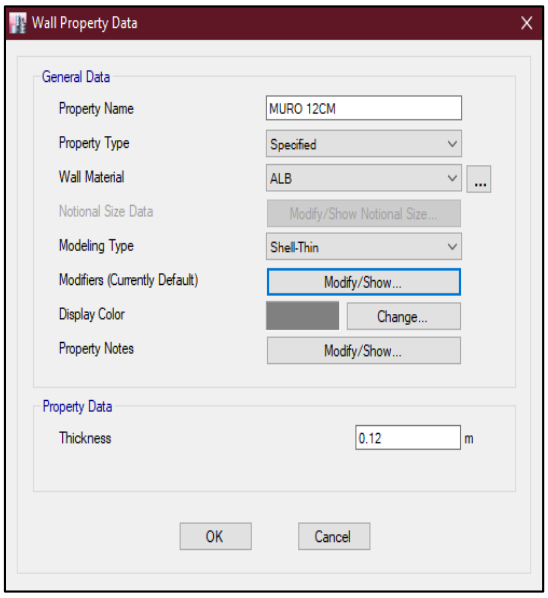


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.





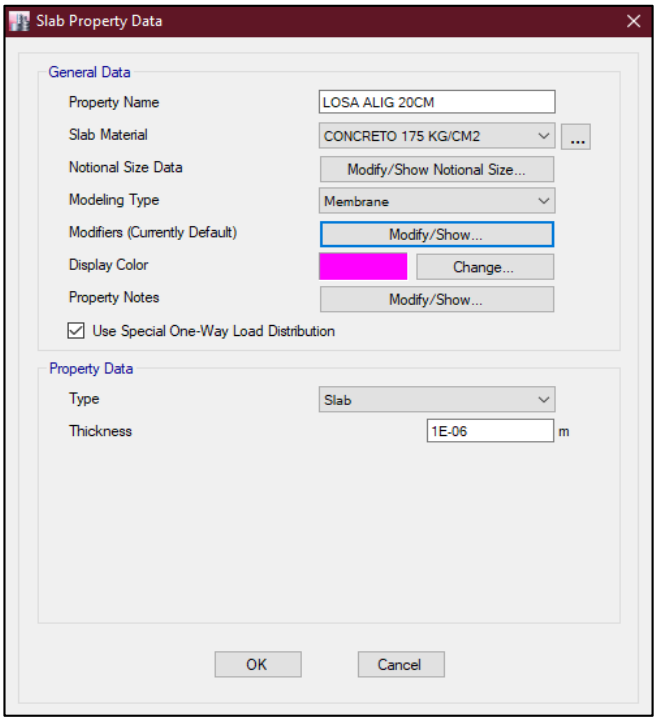
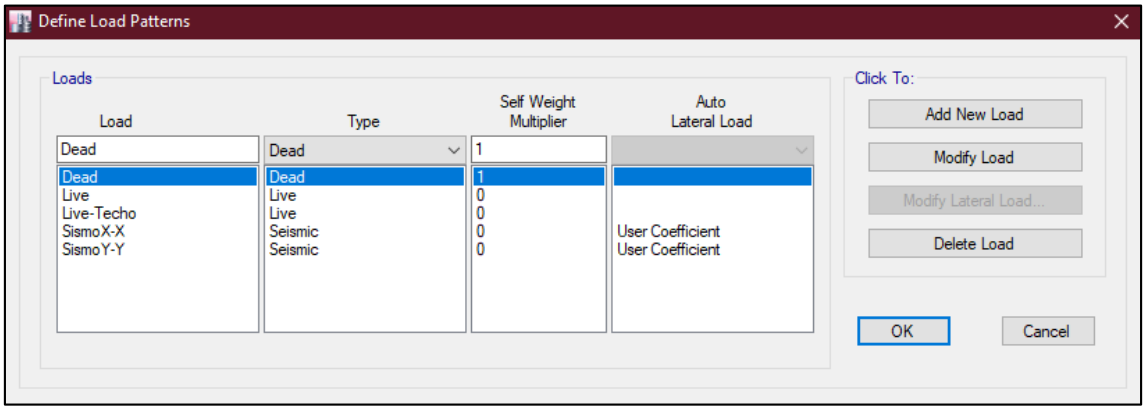


Figura : Parámetros de cargas



3. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{0.25 * 1.50 * 2.5 * 1.20}{8} = 0.1406$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{0.25 * 1.50 * 2.50 * 1.20}{3} = 0.3750$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

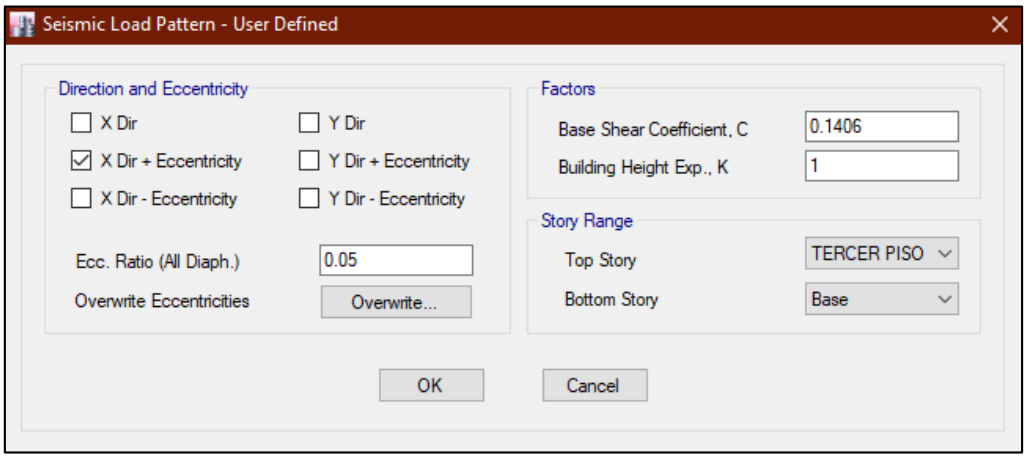


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

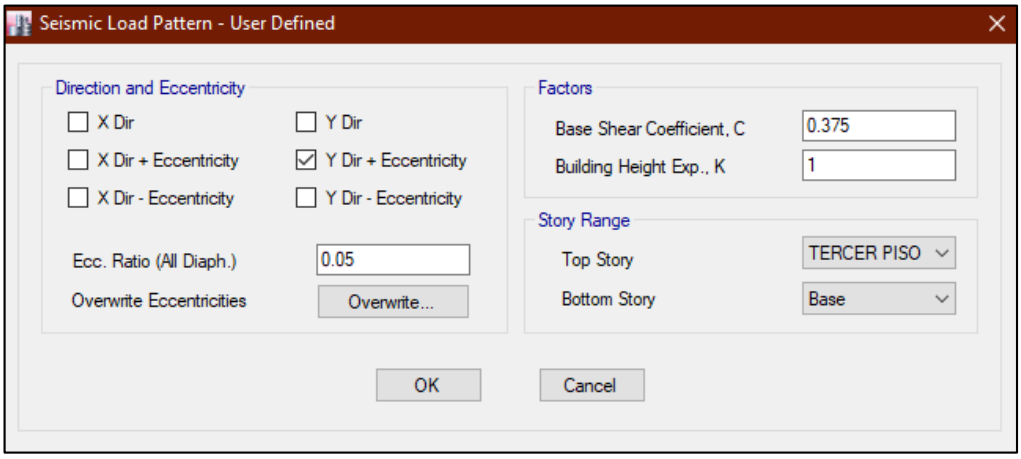


Figura : Datos de fuentes masivas

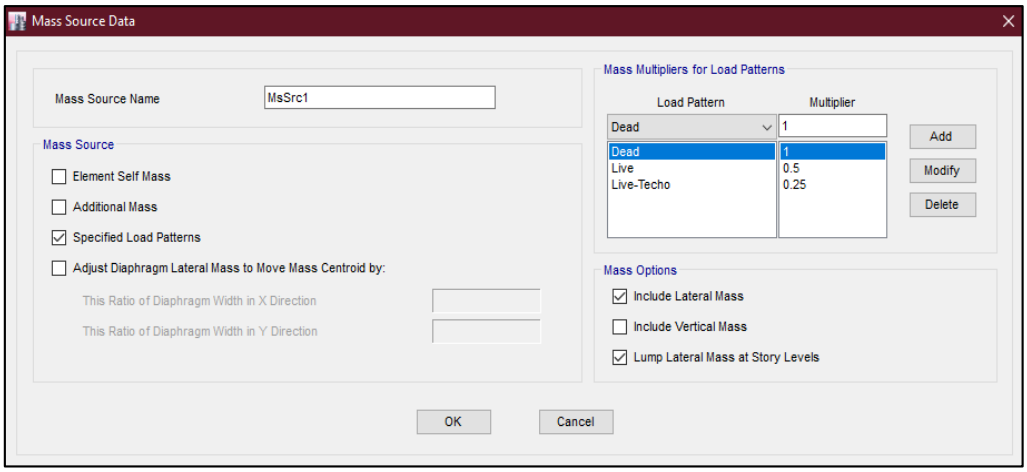


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCM	YCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	15.4358	7.3545	12.6337	7.4320
SEGUNDO PISO	D2	15.4672	7.3014	12.5840	7.8474
TERCER PISO	D3	15.6543	3.2165	12.683	7.8869

Tabla: Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.1406	1	1359.46	191.140
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.3750	1	1359.46	509.798

Tabla: Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido D*0.85*R	δ (m) Corregido %	Δ Limite-X	CONTROL
PRIMER PISO	0.009946	0.06763	6.76%	0.70%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.007293	0.04959	4.96%	0.70%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.004245	0.02887	2.89%	0.70%	NO CUMPLE

Tabla: Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis Y	δ (m) Corregido D*0.85*R	δ (m) Corregido %	Δ Limite-Y	CONTROL
PRIMER PISO	0.003538	0.009022	0.90%	0.50%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.003082	0.007859	0.79%	0.50%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.001946	0.0049623	0.50%	0.50%	CUMPLE

ANALISIS ESTATICO PABELLON 1 (MODULO 2)

4. Datos:

Z= factor de zona.

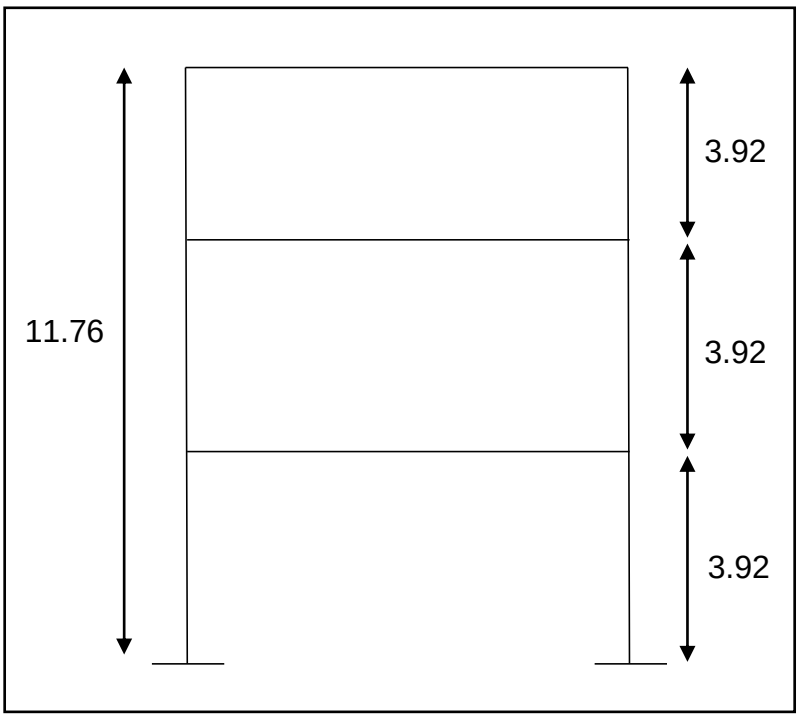
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Factor de amplificación sismica.

R= Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

T= Periodo fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

Factor de Suelo				
Zona/Suelo	**S0**	**S1**	**S2**	**S3**
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla : Periodos Tpy Tl

`	S0	S1	S2	S3
Tp(s)	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl(s)	3.00	2.50	2.00	1.60

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

Ct= 35

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente pórticos de concreto armado sin muros de corte.

Ct=60

Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

$$Txx = \frac{hn}{Ct} = \frac{11.76}{35} = 0.336$$

$$Tyy = \frac{hn}{Ct} = \frac{11.76}{60} = 0.196$$

Se defina C:

$$T < Tp$$

$$0.336 < 0.60$$

$$0.196 < 0.60$$

$$C = 2.5$$

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	8.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	3.00 Albañilería Confinada

5. Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

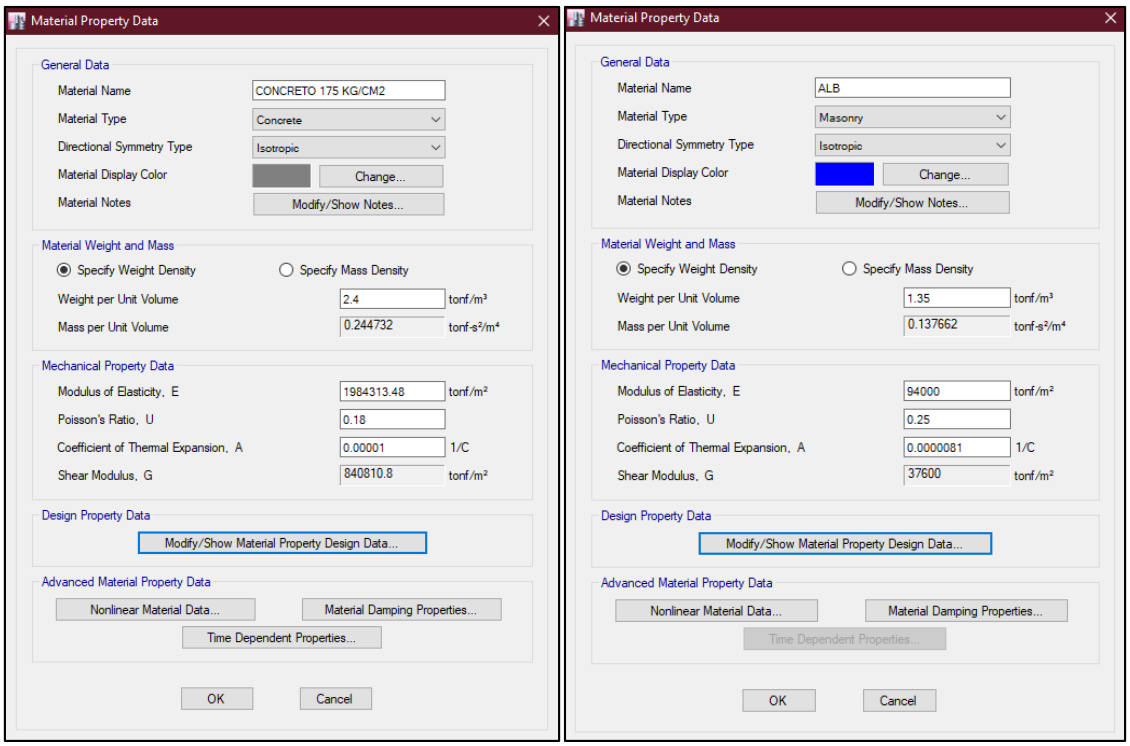
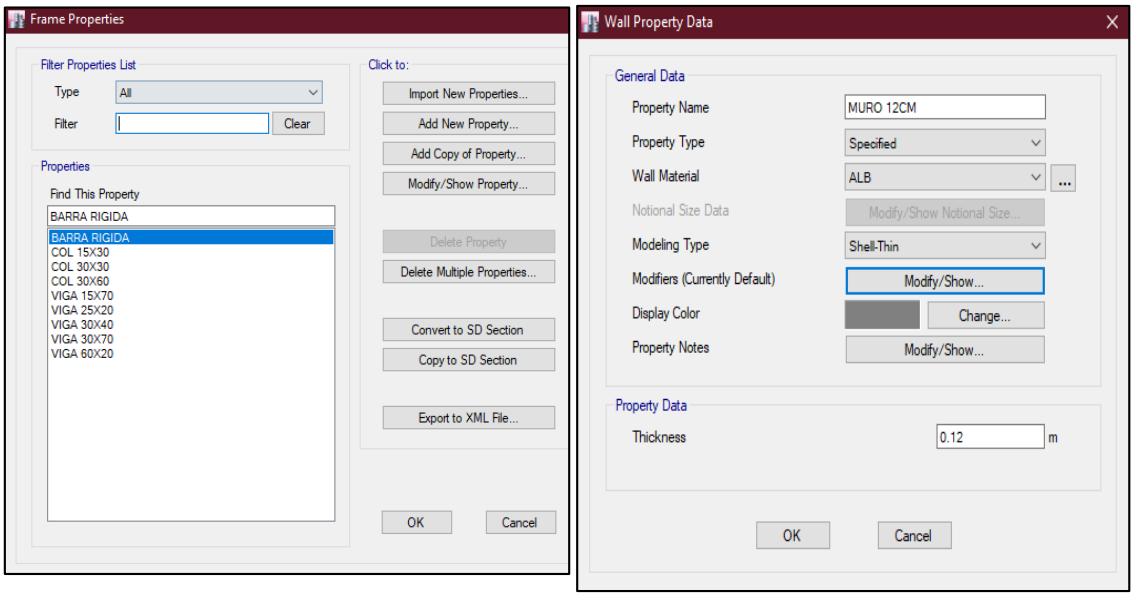


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.



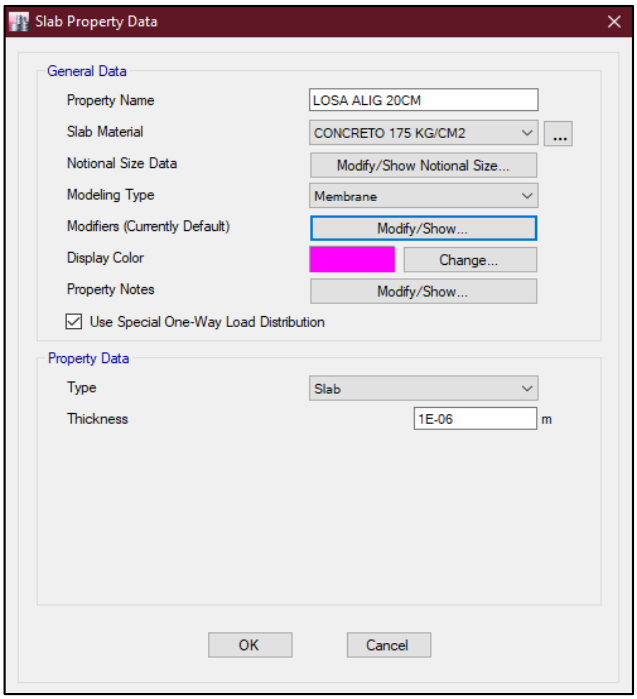
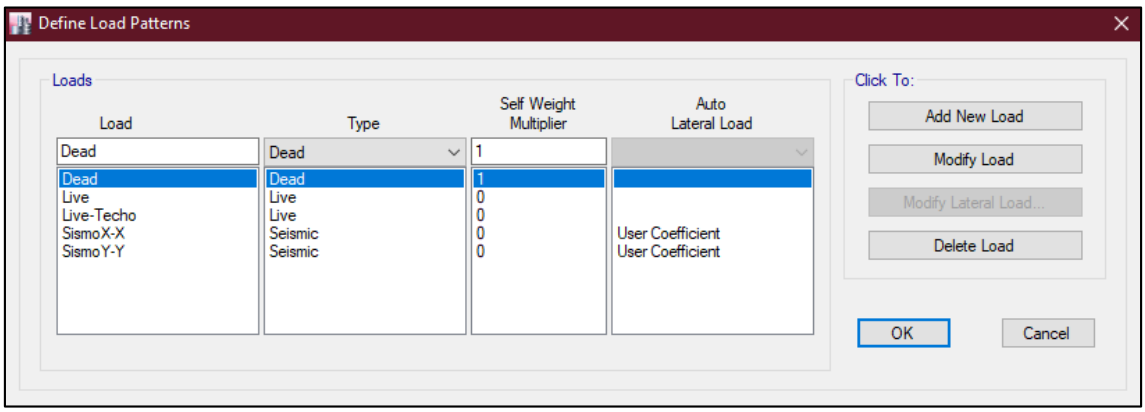


Figura : Parámetros de cargas



6. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{0.25 * 1.50 * 2.5 * 1.20}{8} = 0.1406$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{0.25 * 1.50 * 2.50 * 1.20}{3} = 0.3750$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

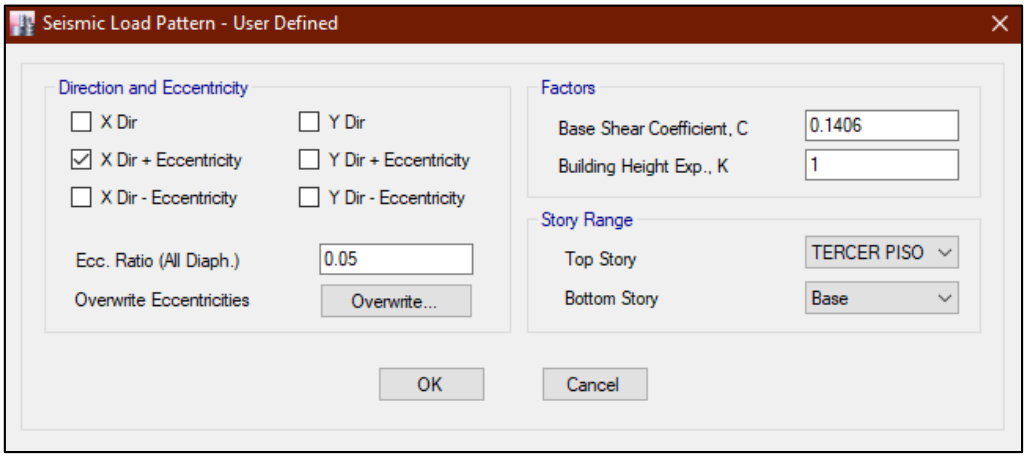


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

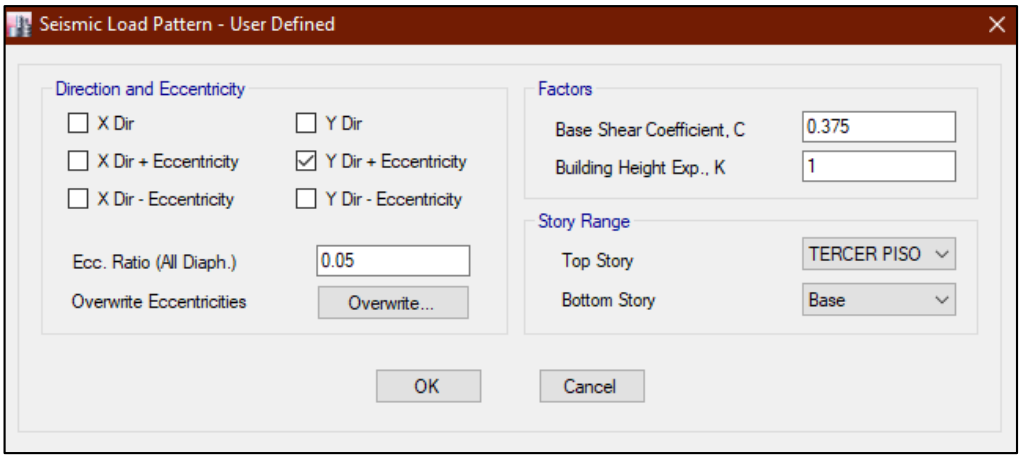


Figura : Datos de fuentes masivas

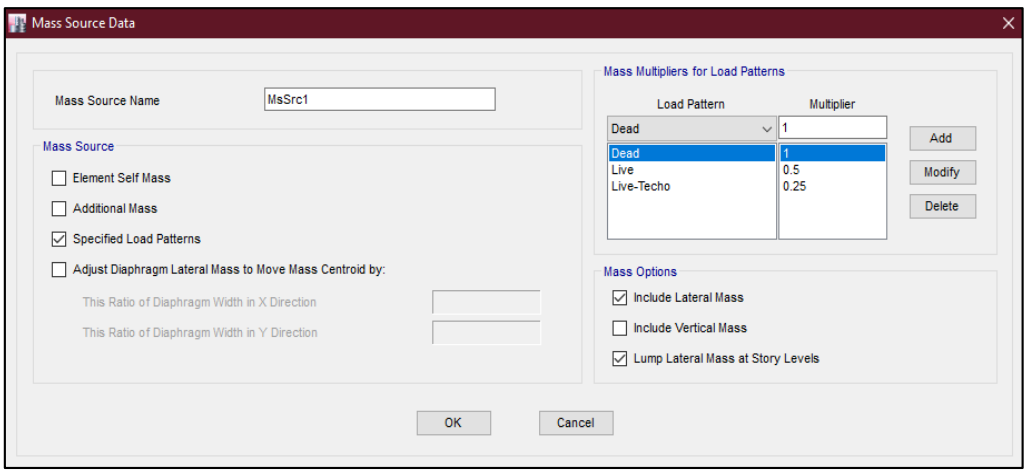


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCM	YCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	15.9049	7.3316	17.3909	7.4305
SEGUNDO PISO	D2	15.8909	7.2802	17.4307	7.8606
TERCER PISO	D3	15.8057	3.2117	17.3866	7.9192

Tabla: Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.1406	1	1343.89	188.951
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.3750	1	1343.89	503.959

Tabla: Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido	δ (m) Corregido	Δ Limite-X	CONTROL
		D*0.85*R	%		
PRIMER PISO	0.00988	0.06715	6.72%	0.70%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.00724	0.04924	4.93%	0.70%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.00422	0.02871	2.87%	0.70%	NO CUMPLE

Tabla: Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis Y	δ (m) Corregido	δ (m) Corregido	Δ Limite-Y	CONTROL
		D*0.85*R	%		
PRIMER PISO	0.002388	0.006089	0.61%	0.50%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.002125	0.005419	0.54%	0.50%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.001395	0.003557	0.36%	0.50%	CUMPLE

DISEÑO SISMORRESISTENTE (E.030-2019)

ANÁLISIS ESTÁTICO PABELLÓN 2 – MÓDULO 1

7. Datos:

Z= factor de zona.

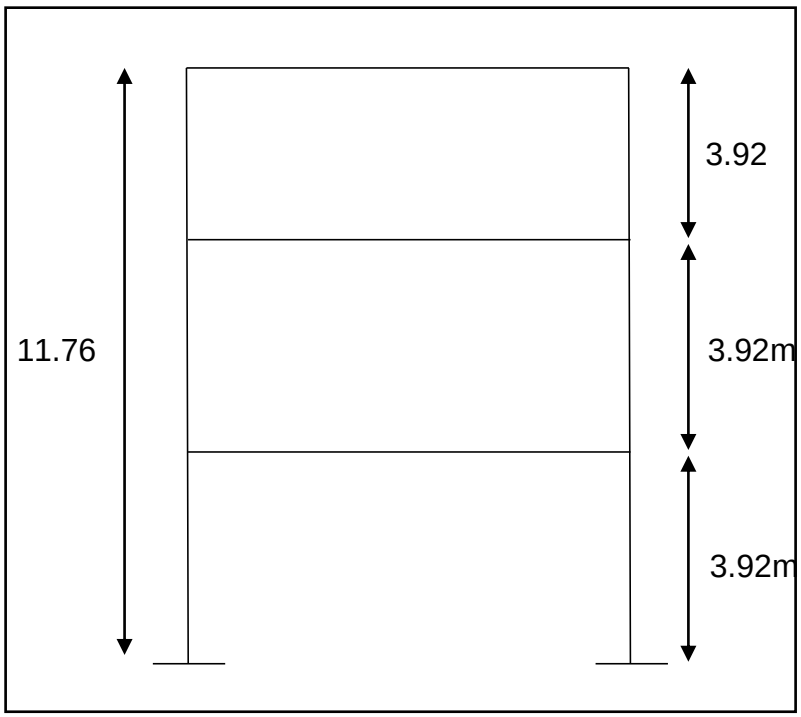
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Factor de amplificación sísmica.

R= Coeficiente básico de reducción Ro.

T= Periodo de vibración fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

Factor de Suelo				
Zona/Suelo	**S0**	**S1**	**S2**	**S3**
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla: Periodos Tp y TI

`	S0	S1	S2	S3
Tp(s)	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl(s)	3.00	2.50	2.00	1.60

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

Ct = 35

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

Ct = 60

Para edificios de albañileria y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

$$Txx = \frac{h_n}{C_t} = \frac{11.76}{35} = 0.336$$

$$Tyy = \frac{h_n}{C_t} = \frac{11.76}{60} = 0.196$$

De acuerdo a las características de sitio, se define C:

$$T < Tp$$

$$0.336 < 0.60$$

$$0.196 < 0.60$$

$$C = 2.5$$

OK

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	8.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	3.00 Albañilería Confinada

8. Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

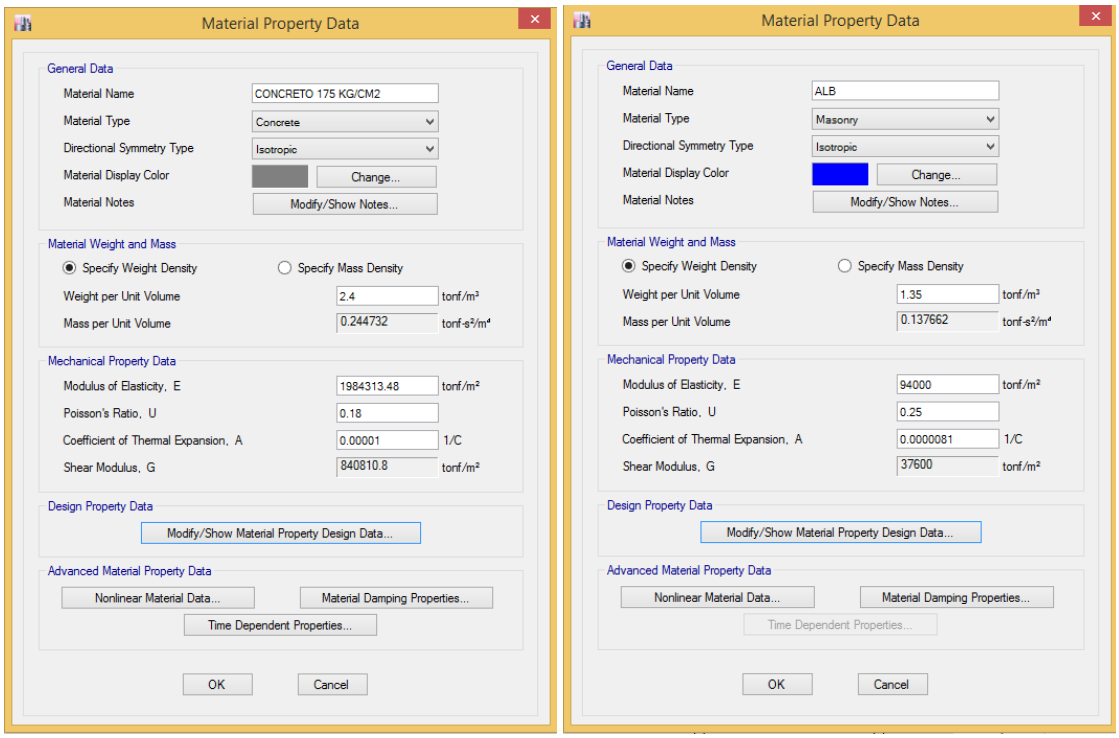
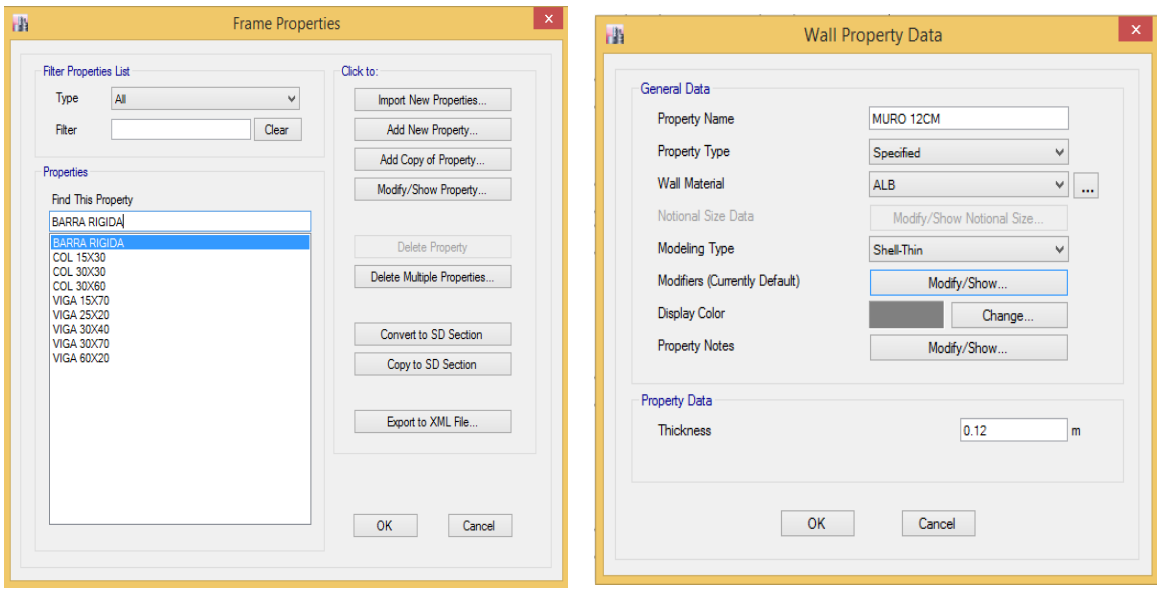


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.



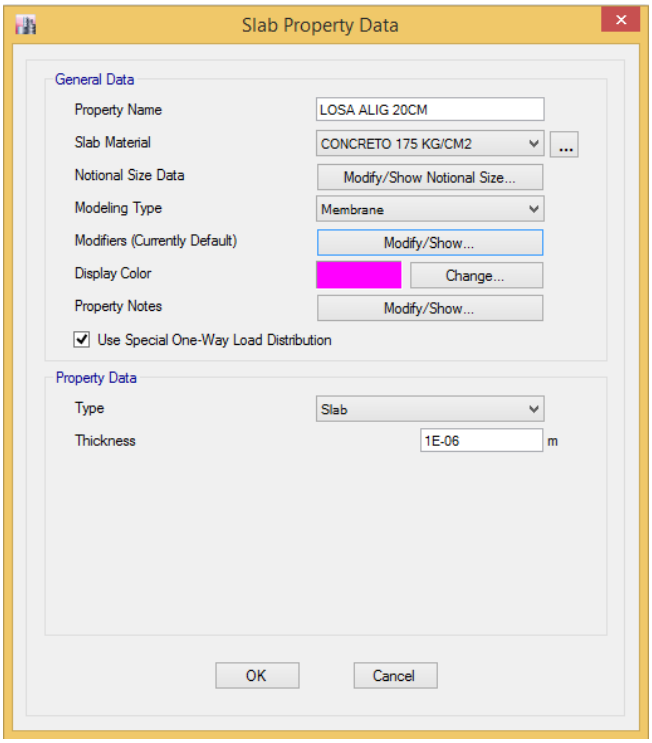
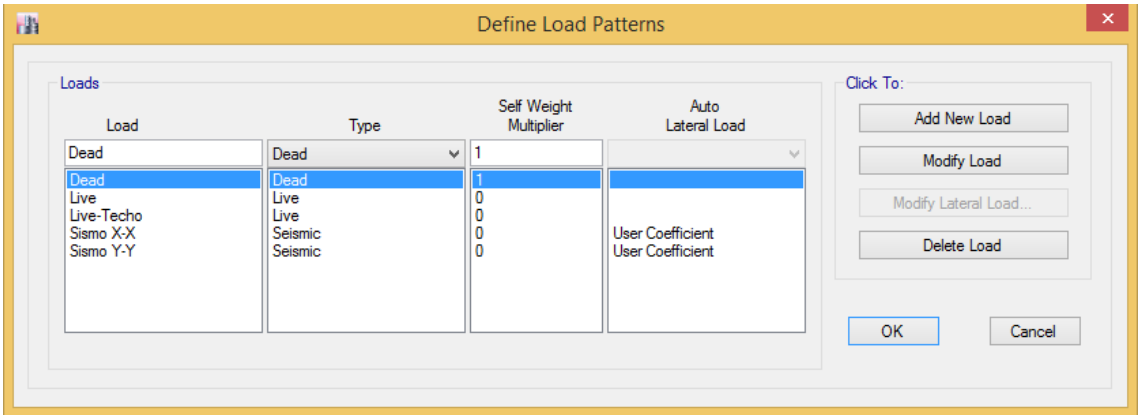


Figura : Parámetros de cargas



9. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{.25 * 1.50 * 2.5 * 1.20}{8} = 0.1406$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{0.25 * 1.50 * 2.5 * 1.20}{3} = 0.3750$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

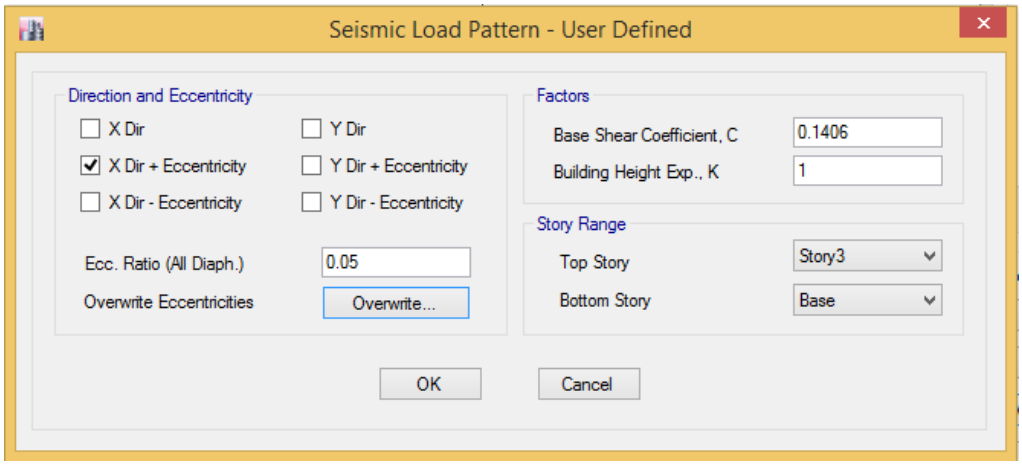


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

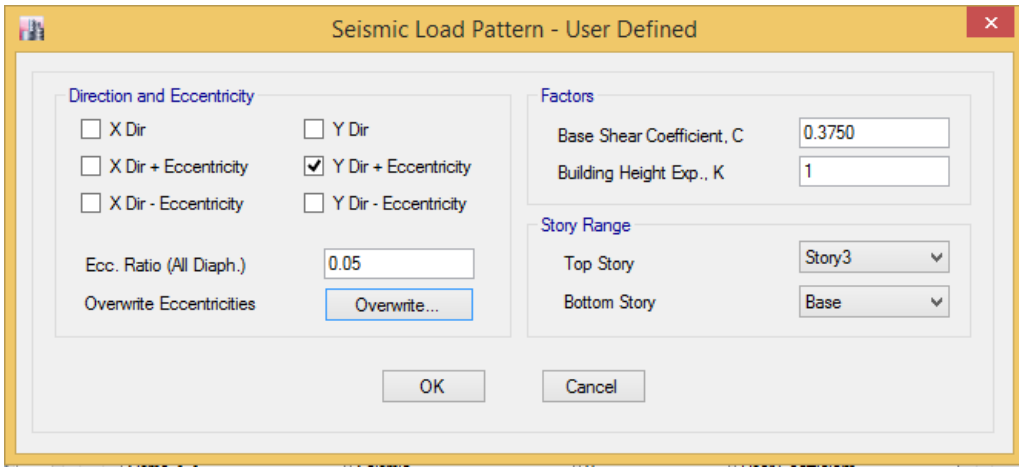


Figura : Datos de fuentes masivas

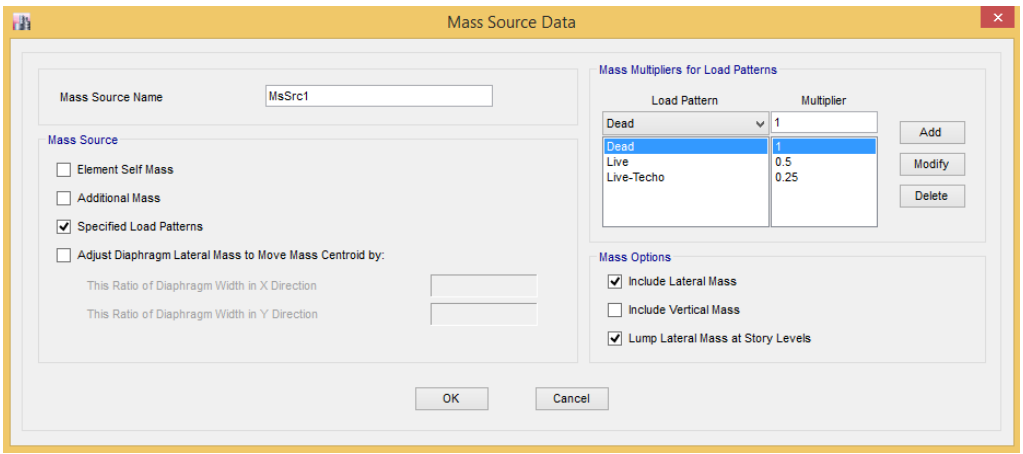


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	17.9754	7.3395	18	7.4597
SEGUNDO PISO	D2	17.9748	7.2877	18	7.9785
TERCER PISO	D3	17.9382	3.1025	18	8.1552

Tabla : Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.1406	1	1506.74	211.848
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.3750	1	1506.74	565.029

Figura : Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido	δ (m) Corregido	Δ Límite X	CONTROL
		D*0.85*R	%		
PRIMER PISO	0.009779	0.0664972	6.65%	0.70%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.007099	0.0482732	4.83%	0.70%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.004073	0.0276964	2.77%	0.70%	NO CUMPLE

Figura : Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis Y	δ (m) Corregido	δ (m) Corregido	Δ Límite Y	CONTROL
		D*0.85*R	%		
PRIMER PISO	0.002489	0.006347	0.635%	0.50%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.002747	0.007005	0.701%	0.50%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.001827	0.004659	0.466%	0.50%	CUMPLE

DISEÑO SISMORRESISTENTE (E.030-2019)

ANÁLISIS ESTÁTICO PABELLÓN 2 – MÓDULO 2

1. Datos:

Z= factor de zona.

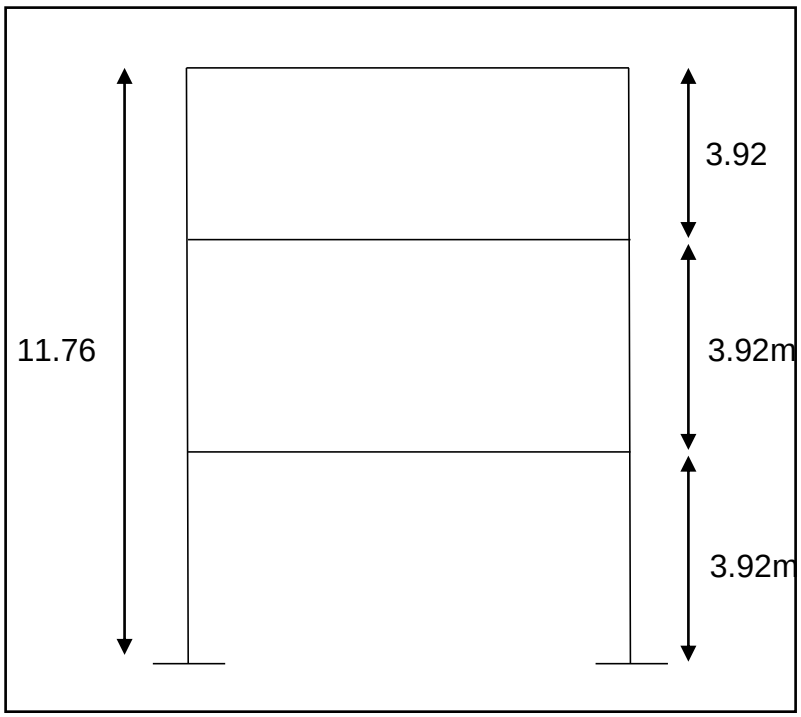
U= Factor de uso de importancia.

S=Factor de suelo.

C= Factor de amplificación sísmica.

R= Coeficiente básico de reducción Ro.

T= Periodo de vibración fundamental de la estructura.



Calculo del Factor de Amplificación Sísmica (C)

Tabla : Parámetro de sitio (S, Tp y TI)

Factor de Suelo				
Zona/Suelo	**S0**	**S1**	**S2**	**S3**
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Tabla: Periodos Tp y Tl

`	S0	S1	S2	S3
Tp(s)	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl(s)	3.00	2.50	2.00	1.60

El periodo fundamental de vibración para cada dirección se puede estimar como:

Ct = 35

Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente: Pórticos de concreto armado sin muros de corte.

Ct = 60

Para edificios de albañileria y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

$$Txx = \frac{h_n}{C_t} = \frac{11.76}{35} = 0.336$$

$$Tyy = \frac{h_n}{C_t} = \frac{11.76}{60} = 0.196$$

De acuerdo a las características de sitio, se define C:

$$T < Tp$$

$$0.336 < 0.60$$

$$0.196 < 0.60$$

$$C = 2.5$$

OK

Tablas de resumen

Tabla : Dirección X-X

Dirección X-X	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	8.00 Pórticos

Tabla : Dirección Y-Y

Dirección Y-Y	
Z=	0.25
U=	1.50
C=	2.50
S2=	1.20
R=	3.00 Albañilería Confinada

\Modelamiento de la estructura

Figura : Materiales

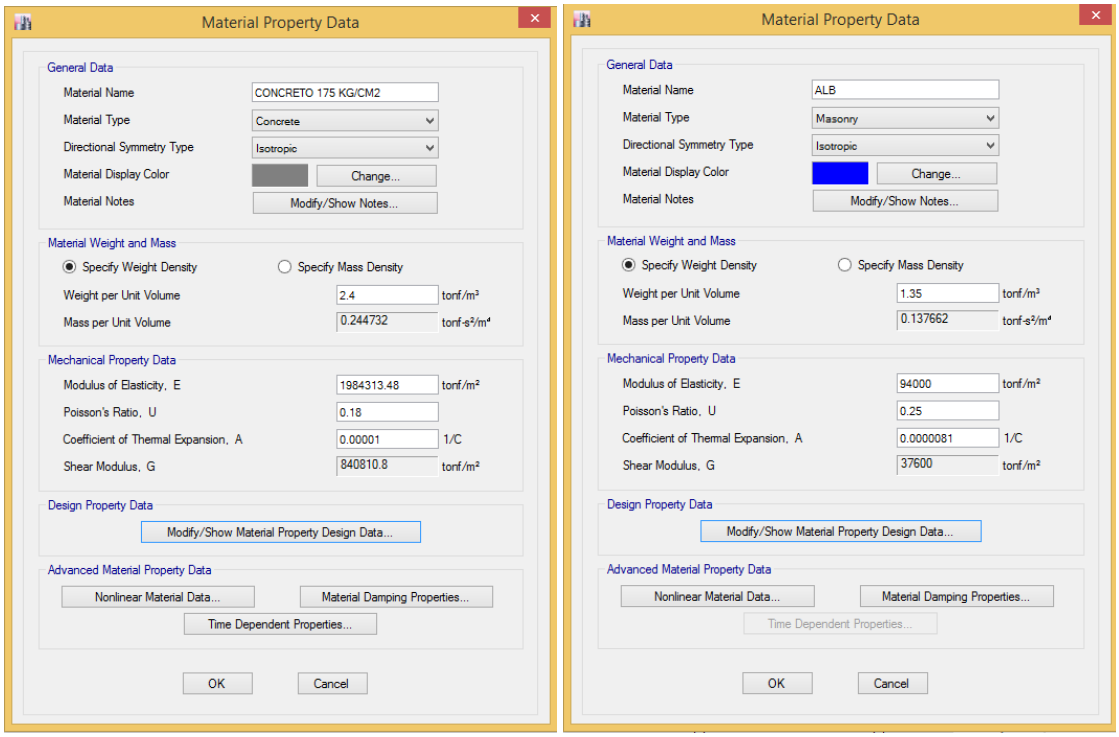
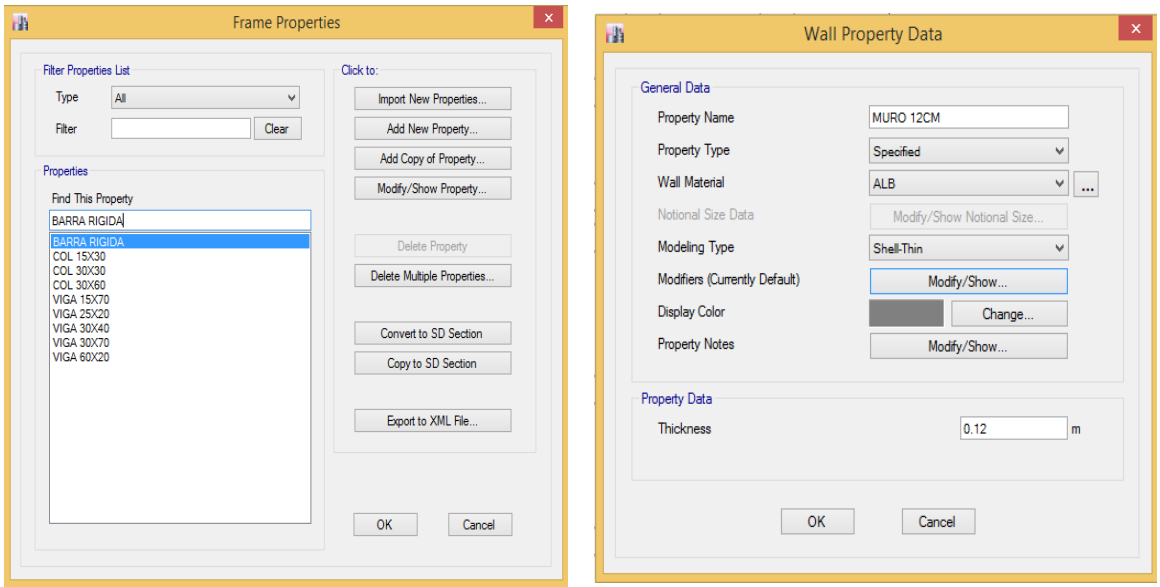


Figura : Secciones de vigas, losas, columnas y muros.



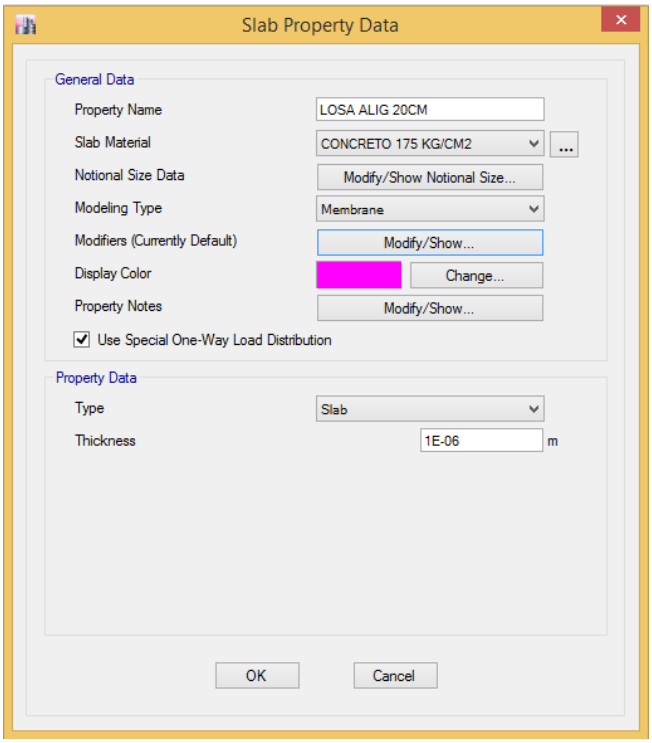
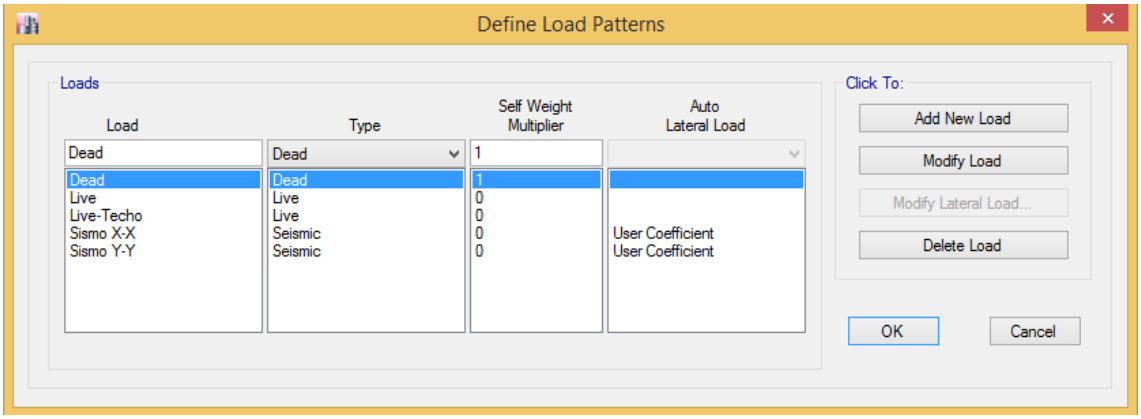


Figura : Parámetros de cargas



2. Análisis

El factor C, se calculó de la siguiente manera:

$$Cx - x = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{.25 * 1.50 * 2.5 * 1.20}{8} = 0.1406$$

$$Cy - y = \frac{Z.U.C.S}{R} = \frac{0.25 * 1.50 * 2.5 * 1.20}{3} = 0.3750$$

Figura : Patrón de carga sísmica x-x

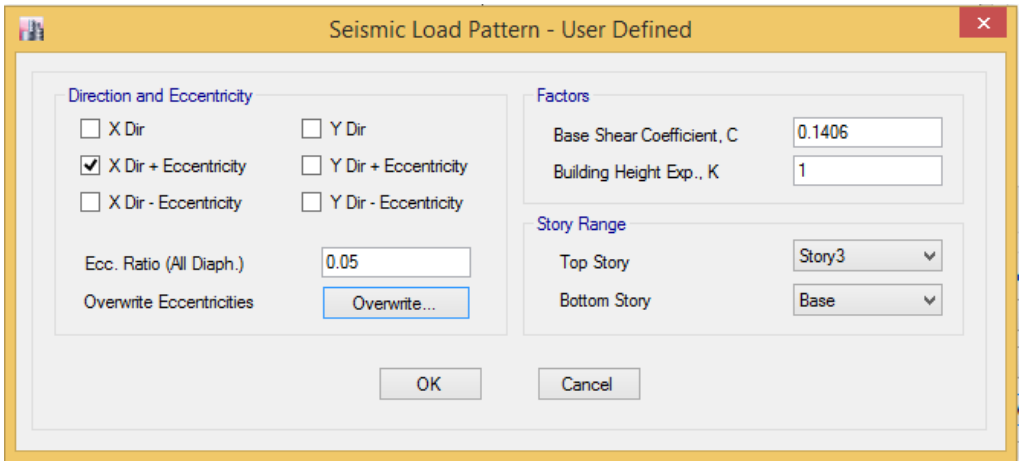


Figura : Patrón de carga sísmica Y-Y

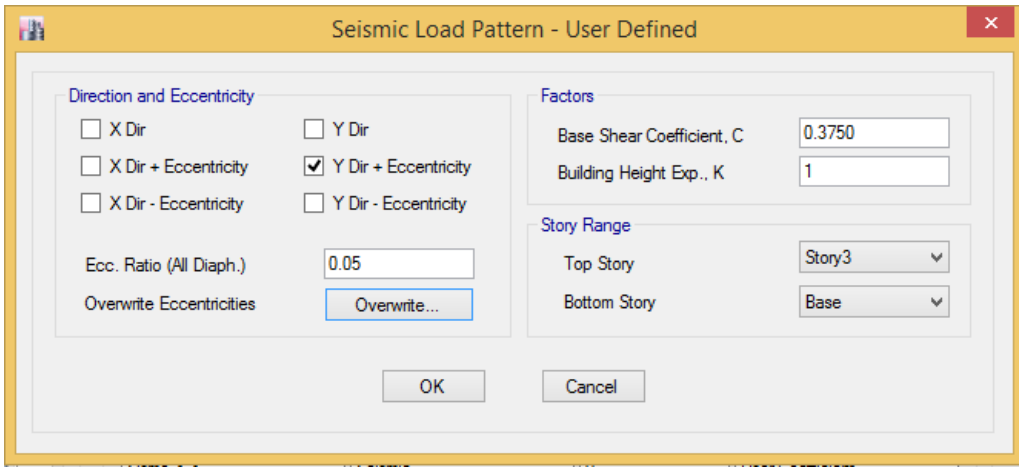


Figura : Datos de fuentes masivas

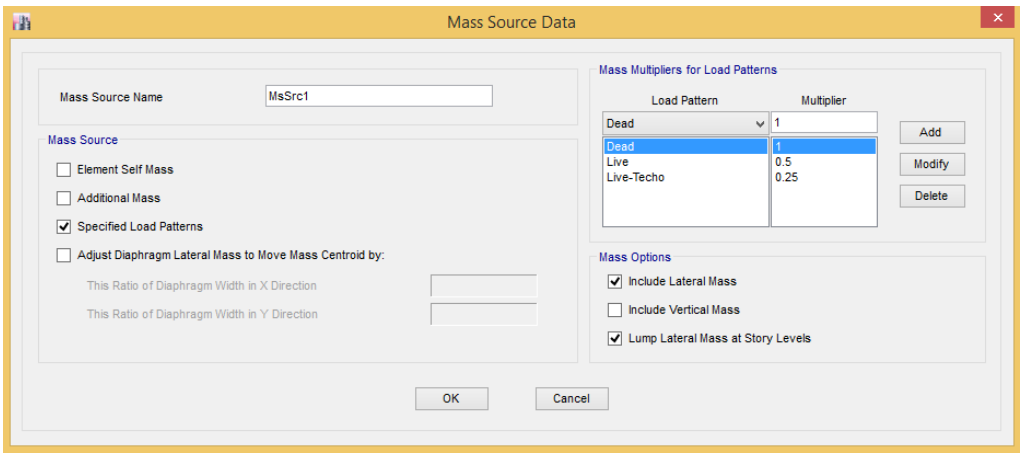


Tabla : Centro de masas y rigideces

Story	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
PRIMER PISO	D1	13.9008	7.3407	17.7477	7.4448
SEGUNDO PISO	D2	13.8598	7.2876	17.8305	7.8637
TERCER PISO	D3	13.7822	3.1291	17.7861	7.8806

Tabla : Fuerza cortante en la base

Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity	C	K	PESO	V Cortante
			%			tonf	tonf
SismoX-X	Seismic	X + Ecc. Y	5	0.1406	1	1150.36	161.741
SismoY-Y	Seismic	Y + Ecc. X	5	0.3750	1	1150.36	431.386

Figura : Desplazamientos relativos X-X

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido D*0.85*R	δ (m) Corregido %	Δ Límite X	CONTROL
PRIMER PISO	0.009683	0.0658444	6.58%	0.70%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.007121	0.0484228	4.84%	0.70%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.004121	0.0280228	2.80%	0.70%	NO CUMPLE

Figura : Desplazamientos relativos Y-Y

ENTREPISO	δ (m) Análisis x	δ (m) Corregido D*0.85*R	δ (m) Corregido %	Δ Límite Y	CONTROL
PRIMER PISO	0.00373	0.0095115	0.95%	0.50%	NO CUMPLE
SEGUNDO NIVEL	0.003269	0.0083359	0.83%	0.50%	NO CUMPLE
TERCER NIVEL	0.002165	0.0055208	0.55%	0.50%	NO CUMPLE

ANEXO H: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones

H-01: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°01-Módulo I

Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2016)

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2016

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Pórticos	8
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	8.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	35	0.435
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P \cdot T_L}{T^2} \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

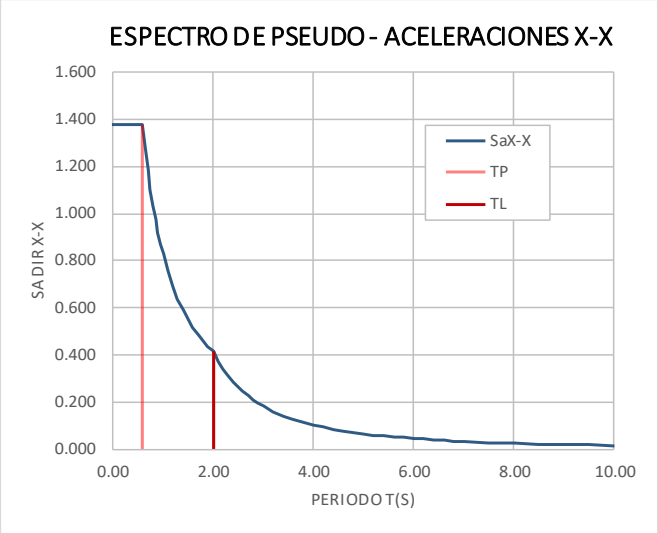
Factor de Escala (Sa)

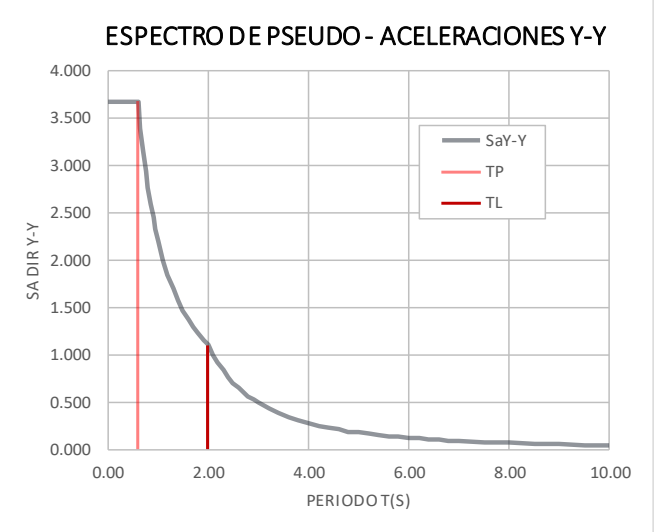
g	9.81 m/s2

$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.552
Sa_{Y-Y}	1.472

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	2.50	1.380	3.679
0.02	2.50	1.380	3.679
0.04	2.50	1.380	3.679
0.06	2.50	1.380	3.679
0.08	2.50	1.380	3.679
0.10	2.50	1.380	3.679
0.12	2.50	1.380	3.679
0.14	2.50	1.380	3.679
0.16	2.50	1.380	3.679
0.18	2.50	1.380	3.679
0.20	2.50	1.380	3.679
0.25	2.50	1.380	3.679
0.30	2.50	1.380	3.679
0.35	2.50	1.380	3.679
0.40	2.50	1.380	3.679
0.45	2.50	1.380	3.679
0.50	2.50	1.380	3.679
0.55	2.50	1.380	3.679
0.60	2.50	1.380	3.679
0.65	2.31	1.273	3.396
0.70	2.14	1.182	3.153
0.75	2.00	1.104	2.943
0.80	1.88	1.035	2.759
0.85	1.76	0.974	2.597
0.90	1.67	0.920	2.453
0.95	1.58	0.871	2.323
1.00	1.50	0.828	2.207
1.10	1.36	0.752	2.007
1.20	1.25	0.690	1.839
1.30	1.15	0.637	1.698
1.40	1.07	0.591	1.577
1.50	1.00	0.552	1.472
1.60	0.94	0.517	1.380
1.70	0.88	0.487	1.298
1.80	0.83	0.460	1.226
1.90	0.79	0.436	1.162
2.00	0.75	0.414	1.104
2.10	0.68	0.375	1.001
2.20	0.62	0.342	0.912
2.30	0.57	0.313	0.834
2.40	0.52	0.287	0.766
2.50	0.48	0.265	0.706
2.60	0.44	0.245	0.653
2.70	0.41	0.227	0.606
2.80	0.38	0.211	0.563
2.90	0.36	0.197	0.525
3.00	0.33	0.184	0.491
3.20	0.29	0.162	0.431
3.40	0.26	0.143	0.382
3.60	0.23	0.128	0.341
3.80	0.21	0.115	0.306
4.00	0.19	0.103	0.276
4.20	0.17	0.094	0.250
4.40	0.15	0.086	0.228
4.60	0.14	0.078	0.209
4.80	0.13	0.072	0.192
5.00	0.12	0.066	0.177
5.20	0.11	0.061	0.163
5.40	0.10	0.057	0.151
5.60	0.10	0.053	0.141
5.80	0.09	0.049	0.131
6.00	0.08	0.046	0.123
6.20	0.08	0.043	0.115
6.40	0.07	0.040	0.108
6.60	0.07	0.038	0.101
6.80	0.06	0.036	0.095
7.00	0.06	0.034	0.090
7.50	0.05	0.029	0.078
8.00	0.05	0.026	0.069
8.50	0.04	0.023	0.061
9.00	0.04	0.020	0.055
9.50	0.03	0.018	0.049
10.00	0.03	0.017	0.044





1.5625

H-02: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°01-Módulo II

Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2016)

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2016

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Pórticos	8
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	8.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	35	0.435
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P \cdot T_L}{T^2} \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

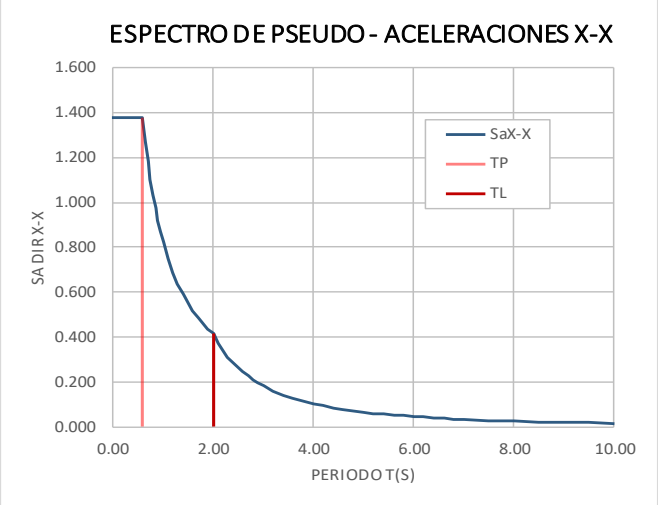
Factor de Escala (Sa)

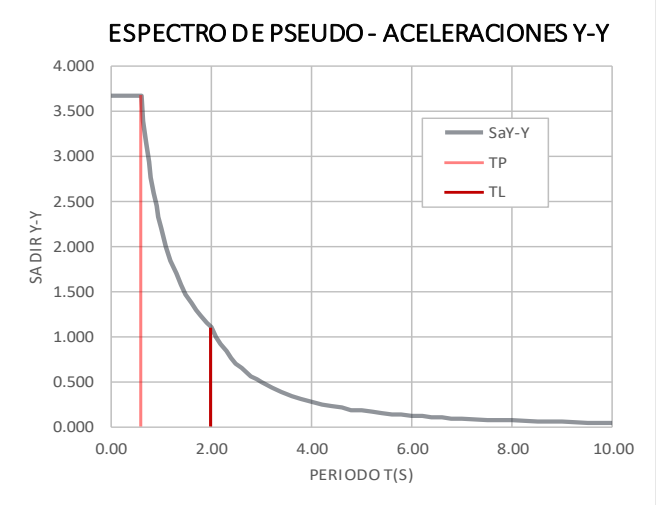
g	9.81 m/s2

$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.552
Sa_{Y-Y}	1.472

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	2.50	1.380	3.679
0.02	2.50	1.380	3.679
0.04	2.50	1.380	3.679
0.06	2.50	1.380	3.679
0.08	2.50	1.380	3.679
0.10	2.50	1.380	3.679
0.12	2.50	1.380	3.679
0.14	2.50	1.380	3.679
0.16	2.50	1.380	3.679
0.18	2.50	1.380	3.679
0.20	2.50	1.380	3.679
0.25	2.50	1.380	3.679
0.30	2.50	1.380	3.679
0.35	2.50	1.380	3.679
0.40	2.50	1.380	3.679
0.45	2.50	1.380	3.679
0.50	2.50	1.380	3.679
0.55	2.50	1.380	3.679
0.60	2.50	1.380	3.679
0.65	2.31	1.273	3.396
0.70	2.14	1.182	3.153
0.75	2.00	1.104	2.943
0.80	1.88	1.035	2.759
0.85	1.76	0.974	2.597
0.90	1.67	0.920	2.453
0.95	1.58	0.871	2.323
1.00	1.50	0.828	2.207
1.10	1.36	0.752	2.007
1.20	1.25	0.690	1.839
1.30	1.15	0.637	1.698
1.40	1.07	0.591	1.577
1.50	1.00	0.552	1.472
1.60	0.94	0.517	1.380
1.70	0.88	0.487	1.298
1.80	0.83	0.460	1.226
1.90	0.79	0.436	1.162
2.00	0.75	0.414	1.104
2.10	0.68	0.375	1.001
2.20	0.62	0.342	0.912
2.30	0.57	0.313	0.834
2.40	0.52	0.287	0.766
2.50	0.48	0.265	0.706
2.60	0.44	0.245	0.653
2.70	0.41	0.227	0.606
2.80	0.38	0.211	0.563
2.90	0.36	0.197	0.525
3.00	0.33	0.184	0.491
3.20	0.29	0.162	0.431
3.40	0.26	0.143	0.382
3.60	0.23	0.128	0.341
3.80	0.21	0.115	0.306
4.00	0.19	0.103	0.276
4.20	0.17	0.094	0.250
4.40	0.15	0.086	0.228
4.60	0.14	0.078	0.209
4.80	0.13	0.072	0.192
5.00	0.12	0.066	0.177
5.20	0.11	0.061	0.163
5.40	0.10	0.057	0.151
5.60	0.10	0.053	0.141
5.80	0.09	0.049	0.131
6.00	0.08	0.046	0.123
6.20	0.08	0.043	0.115
6.40	0.07	0.040	0.108
6.60	0.07	0.038	0.101
6.80	0.06	0.036	0.095
7.00	0.06	0.034	0.090
7.50	0.05	0.029	0.078
8.00	0.05	0.026	0.069
8.50	0.04	0.023	0.061
9.00	0.04	0.020	0.055
9.50	0.03	0.018	0.049
10.00	0.03	0.017	0.044





1.5625

H-03: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°02-Módulo I

Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2016)

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2016

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Pórticos	8
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	8.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	35	0.435
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P \cdot T_L}{T^2} \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

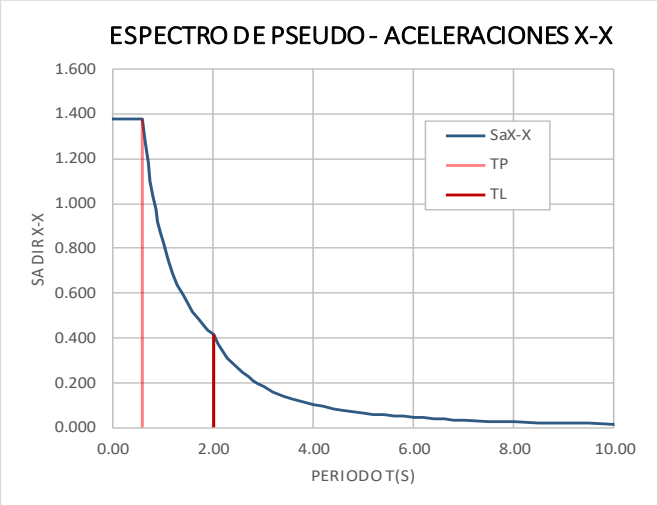
Factor de Escala (Sa)

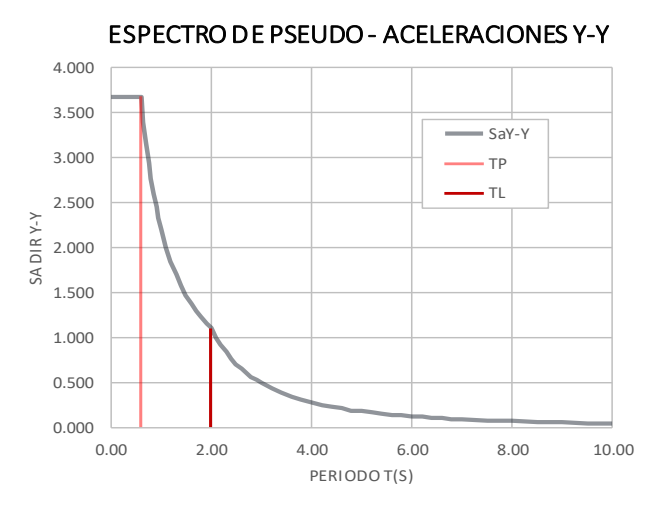
g	9.81 m/s2

$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.552
Sa_{Y-Y}	1.472

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	2.50	1.380	3.679
0.02	2.50	1.380	3.679
0.04	2.50	1.380	3.679
0.06	2.50	1.380	3.679
0.08	2.50	1.380	3.679
0.10	2.50	1.380	3.679
0.12	2.50	1.380	3.679
0.14	2.50	1.380	3.679
0.16	2.50	1.380	3.679
0.18	2.50	1.380	3.679
0.20	2.50	1.380	3.679
0.25	2.50	1.380	3.679
0.30	2.50	1.380	3.679
0.35	2.50	1.380	3.679
0.40	2.50	1.380	3.679
0.45	2.50	1.380	3.679
0.50	2.50	1.380	3.679
0.55	2.50	1.380	3.679
0.60	2.50	1.380	3.679
0.65	2.31	1.273	3.396
0.70	2.14	1.182	3.153
0.75	2.00	1.104	2.943
0.80	1.88	1.035	2.759
0.85	1.76	0.974	2.597
0.90	1.67	0.920	2.453
0.95	1.58	0.871	2.323
1.00	1.50	0.828	2.207
1.10	1.36	0.752	2.007
1.20	1.25	0.690	1.839
1.30	1.15	0.637	1.698
1.40	1.07	0.591	1.577
1.50	1.00	0.552	1.472
1.60	0.94	0.517	1.380
1.70	0.88	0.487	1.298
1.80	0.83	0.460	1.226
1.90	0.79	0.436	1.162
2.00	0.75	0.414	1.104
2.10	0.68	0.375	1.001
2.20	0.62	0.342	0.912
2.30	0.57	0.313	0.834
2.40	0.52	0.287	0.766
2.50	0.48	0.265	0.706
2.60	0.44	0.245	0.653
2.70	0.41	0.227	0.606
2.80	0.38	0.211	0.563
2.90	0.36	0.197	0.525
3.00	0.33	0.184	0.491
3.20	0.29	0.162	0.431
3.40	0.26	0.143	0.382
3.60	0.23	0.128	0.341
3.80	0.21	0.115	0.306
4.00	0.19	0.103	0.276
4.20	0.17	0.094	0.250
4.40	0.15	0.086	0.228
4.60	0.14	0.078	0.209
4.80	0.13	0.072	0.192
5.00	0.12	0.066	0.177
5.20	0.11	0.061	0.163
5.40	0.10	0.057	0.151
5.60	0.10	0.053	0.141
5.80	0.09	0.049	0.131
6.00	0.08	0.046	0.123
6.20	0.08	0.043	0.115
6.40	0.07	0.040	0.108
6.60	0.07	0.038	0.101
6.80	0.06	0.036	0.095
7.00	0.06	0.034	0.090
7.50	0.05	0.029	0.078
8.00	0.05	0.026	0.069
8.50	0.04	0.023	0.061
9.00	0.04	0.020	0.055
9.50	0.03	0.018	0.049
10.00	0.03	0.017	0.044





1.5625

H-04: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Pabellón de aulas N°02-Módulo II

Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2016)

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2016

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Pórticos	8
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	8.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	35	0.435
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P \cdot T_L}{T^2} \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

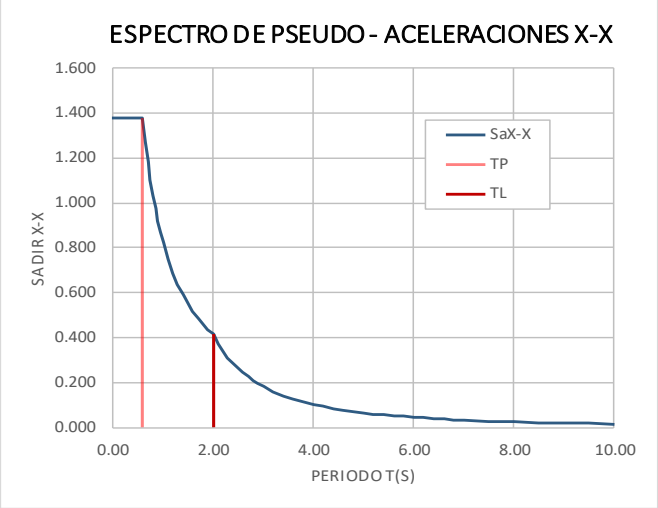
Factor de Escala (Sa)

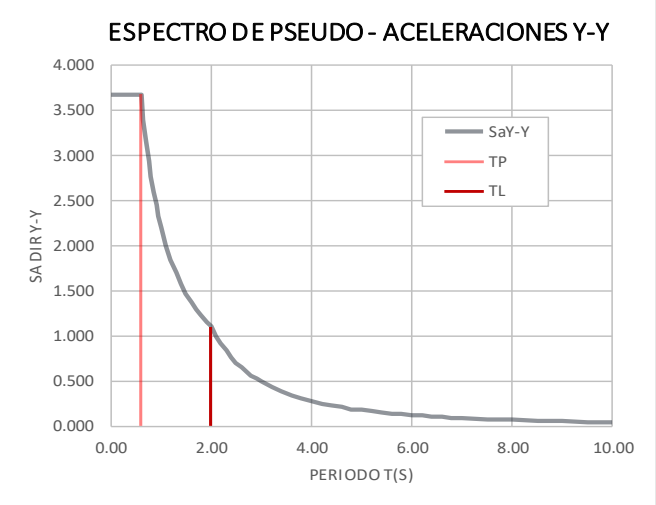
g	9.81 m/s2

$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.552
Sa_{Y-Y}	1.472

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	2.50	1.380	3.679
0.02	2.50	1.380	3.679
0.04	2.50	1.380	3.679
0.06	2.50	1.380	3.679
0.08	2.50	1.380	3.679
0.10	2.50	1.380	3.679
0.12	2.50	1.380	3.679
0.14	2.50	1.380	3.679
0.16	2.50	1.380	3.679
0.18	2.50	1.380	3.679
0.20	2.50	1.380	3.679
0.25	2.50	1.380	3.679
0.30	2.50	1.380	3.679
0.35	2.50	1.380	3.679
0.40	2.50	1.380	3.679
0.45	2.50	1.380	3.679
0.50	2.50	1.380	3.679
0.55	2.50	1.380	3.679
0.60	2.50	1.380	3.679
0.65	2.31	1.273	3.396
0.70	2.14	1.182	3.153
0.75	2.00	1.104	2.943
0.80	1.88	1.035	2.759
0.85	1.76	0.974	2.597
0.90	1.67	0.920	2.453
0.95	1.58	0.871	2.323
1.00	1.50	0.828	2.207
1.10	1.36	0.752	2.007
1.20	1.25	0.690	1.839
1.30	1.15	0.637	1.698
1.40	1.07	0.591	1.577
1.50	1.00	0.552	1.472
1.60	0.94	0.517	1.380
1.70	0.88	0.487	1.298
1.80	0.83	0.460	1.226
1.90	0.79	0.436	1.162
2.00	0.75	0.414	1.104
2.10	0.68	0.375	1.001
2.20	0.62	0.342	0.912
2.30	0.57	0.313	0.834
2.40	0.52	0.287	0.766
2.50	0.48	0.265	0.706
2.60	0.44	0.245	0.653
2.70	0.41	0.227	0.606
2.80	0.38	0.211	0.563
2.90	0.36	0.197	0.525
3.00	0.33	0.184	0.491
3.20	0.29	0.162	0.431
3.40	0.26	0.143	0.382
3.60	0.23	0.128	0.341
3.80	0.21	0.115	0.306
4.00	0.19	0.103	0.276
4.20	0.17	0.094	0.250
4.40	0.15	0.086	0.228
4.60	0.14	0.078	0.209
4.80	0.13	0.072	0.192
5.00	0.12	0.066	0.177
5.20	0.11	0.061	0.163
5.40	0.10	0.057	0.151
5.60	0.10	0.053	0.141
5.80	0.09	0.049	0.131
6.00	0.08	0.046	0.123
6.20	0.08	0.043	0.115
6.40	0.07	0.040	0.108
6.60	0.07	0.038	0.101
6.80	0.06	0.036	0.095
7.00	0.06	0.034	0.090
7.50	0.05	0.029	0.078
8.00	0.05	0.026	0.069
8.50	0.04	0.023	0.061
9.00	0.04	0.020	0.055
9.50	0.03	0.018	0.049
10.00	0.03	0.017	0.044





H-05: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Módulo I propuesto

Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2019)

SISTEMA ESTRUCTURAL- DIRECCION X Y DIRECCION Y

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2019

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Dual	7
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	7.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	60	0.254
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P \cdot T_L}{T^2} \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

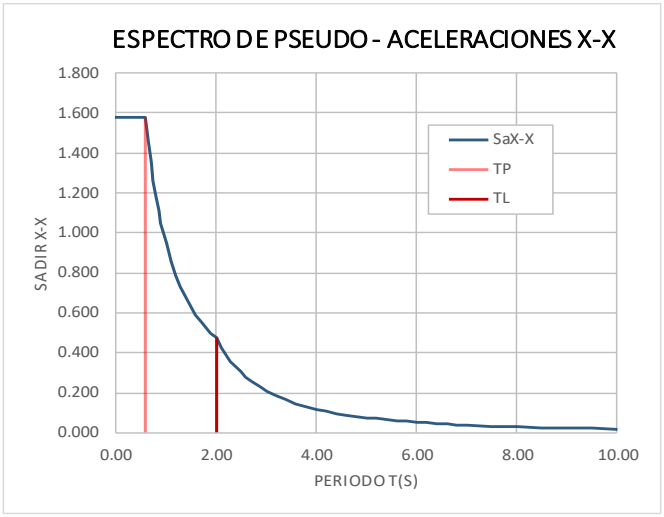
Factor de Escala (Sa)

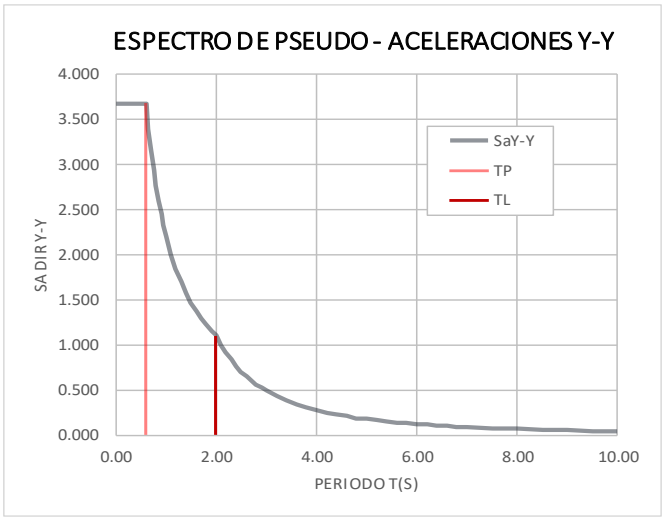
g	9.81 m/s2

$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.631
Sa_{Y-Y}	1.472

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	2.50	1.577	3.679
0.02	2.50	1.577	3.679
0.04	2.50	1.577	3.679
0.06	2.50	1.577	3.679
0.08	2.50	1.577	3.679
0.10	2.50	1.577	3.679
0.12	2.50	1.577	3.679
0.14	2.50	1.577	3.679
0.16	2.50	1.577	3.679
0.18	2.50	1.577	3.679
0.20	2.50	1.577	3.679
0.25	2.50	1.577	3.679
0.30	2.50	1.577	3.679
0.35	2.50	1.577	3.679
0.40	2.50	1.577	3.679
0.45	2.50	1.577	3.679
0.50	2.50	1.577	3.679
0.55	2.50	1.577	3.679
0.60	2.50	1.577	3.679
0.65	2.31	1.455	3.396
0.70	2.14	1.351	3.153
0.75	2.00	1.261	2.943
0.80	1.88	1.182	2.759
0.85	1.76	1.113	2.597
0.90	1.67	1.051	2.453
0.95	1.58	0.996	2.323
1.00	1.50	0.946	2.207
1.10	1.36	0.860	2.007
1.20	1.25	0.788	1.839
1.30	1.15	0.728	1.698
1.40	1.07	0.676	1.577
1.50	1.00	0.631	1.472
1.60	0.94	0.591	1.380
1.70	0.88	0.556	1.298
1.80	0.83	0.526	1.226
1.90	0.79	0.498	1.162
2.00	0.75	0.473	1.104
2.10	0.68	0.429	1.001
2.20	0.62	0.391	0.912
2.30	0.57	0.358	0.834
2.40	0.52	0.328	0.766
2.50	0.48	0.303	0.706
2.60	0.44	0.280	0.653
2.70	0.41	0.260	0.606
2.80	0.38	0.241	0.563
2.90	0.36	0.225	0.525
3.00	0.33	0.210	0.491
3.20	0.29	0.185	0.431
3.40	0.26	0.164	0.382
3.60	0.23	0.146	0.341
3.80	0.21	0.131	0.306
4.00	0.19	0.118	0.276
4.20	0.17	0.107	0.250
4.40	0.15	0.098	0.228
4.60	0.14	0.089	0.209
4.80	0.13	0.082	0.192
5.00	0.12	0.076	0.177
5.20	0.11	0.070	0.163
5.40	0.10	0.065	0.151
5.60	0.10	0.060	0.141
5.80	0.09	0.056	0.131
6.00	0.08	0.053	0.123
6.20	0.08	0.049	0.115
6.40	0.07	0.046	0.108
6.60	0.07	0.043	0.101
6.80	0.06	0.041	0.095
7.00	0.06	0.039	0.090
7.50	0.05	0.034	0.078
8.00	0.05	0.030	0.069
8.50	0.04	0.026	0.061
9.00	0.04	0.023	0.055
9.50	0.03	0.021	0.049
10.00	0.03	0.019	0.044





Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2019)

SISTEMA ESTRUCTURAL- DIRECCION VERTICAL

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2019

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Dual	7
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	7.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	60	0.254
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P \cdot T_L}{T^2} \\ T < 0.2.T_P \rightarrow C = 1 + 7.5.(\dfrac{T}{T_p}) \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

Factor de Escala (Sa)

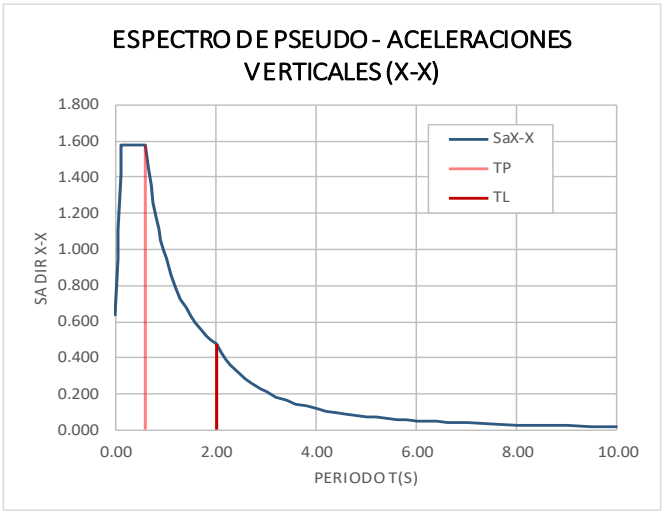
g	9.81 m/s2

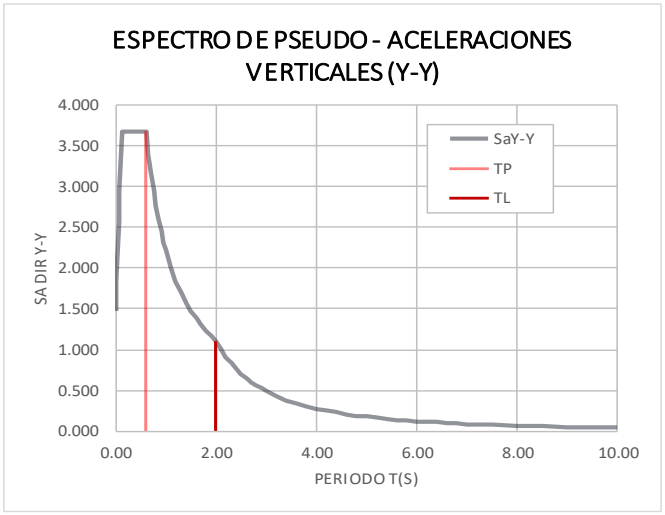
$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.631
Sa_{Y-Y}	1.472

Za_{X-X}	0.4204
Za_{Y-Y}	0.9810

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	1.00	0.631	1.472
0.02	1.25	0.788	1.839
0.04	1.50	0.946	2.207
0.06	1.75	1.104	2.575
0.08	2.00	1.261	2.943
0.10	2.25	1.419	3.311
0.12	2.50	1.577	3.679
0.14	2.50	1.577	3.679
0.16	2.50	1.577	3.679
0.18	2.50	1.577	3.679
0.20	2.50	1.577	3.679
0.25	2.50	1.577	3.679
0.30	2.50	1.577	3.679
0.35	2.50	1.577	3.679
0.40	2.50	1.577	3.679
0.45	2.50	1.577	3.679
0.50	2.50	1.577	3.679
0.55	2.50	1.577	3.679
0.60	2.50	1.577	3.679
0.65	2.31	1.455	3.396
0.70	2.14	1.351	3.153
0.75	2.00	1.261	2.943
0.80	1.88	1.182	2.759
0.85	1.76	1.113	2.597
0.90	1.67	1.051	2.453
0.95	1.58	0.996	2.323
1.00	1.50	0.946	2.207
1.10	1.36	0.860	2.007
1.20	1.25	0.788	1.839
1.30	1.15	0.728	1.698
1.40	1.07	0.676	1.577
1.50	1.00	0.631	1.472
1.60	0.94	0.591	1.380
1.70	0.88	0.556	1.298
1.80	0.83	0.526	1.226
1.90	0.79	0.498	1.162
2.00	0.75	0.473	1.104
2.10	0.68	0.429	1.001
2.20	0.62	0.391	0.912
2.30	0.57	0.358	0.834
2.40	0.52	0.328	0.766
2.50	0.48	0.303	0.706
2.60	0.44	0.280	0.653
2.70	0.41	0.260	0.606
2.80	0.38	0.241	0.563
2.90	0.36	0.225	0.525
3.00	0.33	0.210	0.491
3.20	0.29	0.185	0.431
3.40	0.26	0.164	0.382
3.60	0.23	0.146	0.341
3.80	0.21	0.131	0.306
4.00	0.19	0.118	0.276
4.20	0.17	0.107	0.250
4.40	0.15	0.098	0.228
4.60	0.14	0.089	0.209
4.80	0.13	0.082	0.192
5.00	0.12	0.076	0.177
5.20	0.11	0.070	0.163
5.40	0.10	0.065	0.151
5.60	0.10	0.060	0.141
5.80	0.09	0.056	0.131
6.00	0.08	0.053	0.123
6.20	0.08	0.049	0.115
6.40	0.07	0.046	0.108
6.60	0.07	0.043	0.101
6.80	0.06	0.041	0.095
7.00	0.06	0.039	0.090
7.50	0.05	0.034	0.078
8.00	0.05	0.030	0.069
8.50	0.04	0.026	0.061
9.00	0.04	0.023	0.055
9.50	0.03	0.021	0.049
10.00	0.03	0.019	0.044





H-06: Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones del Módulo II propuesto

Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2019)

SISTEMA ESTRUCTURAL- DIRECCION X Y DIRECCION Y

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2019

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Dual	7
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	7.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	60	0.254
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \dfrac{T_P \cdot T_L}{T^2} \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

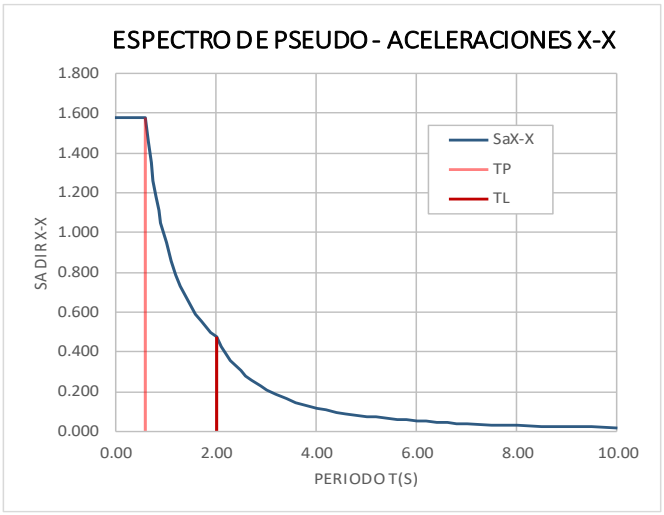
Factor de Escala (Sa)

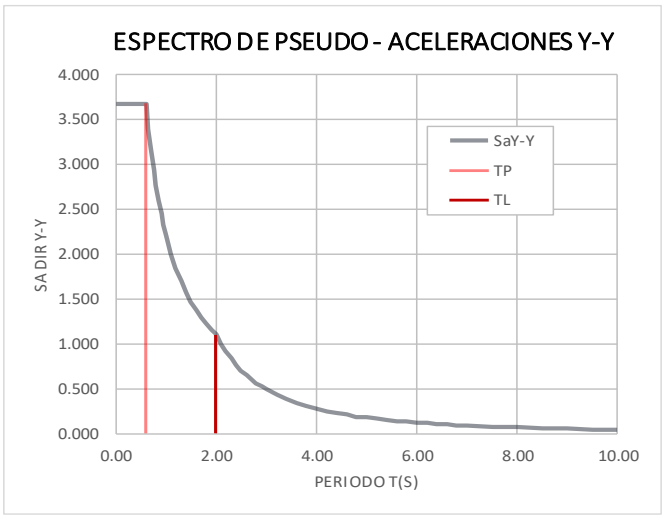
g	9.81 m/s2

$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.631
Sa_{Y-Y}	1.472

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	2.50	1.577	3.679
0.02	2.50	1.577	3.679
0.04	2.50	1.577	3.679
0.06	2.50	1.577	3.679
0.08	2.50	1.577	3.679
0.10	2.50	1.577	3.679
0.12	2.50	1.577	3.679
0.14	2.50	1.577	3.679
0.16	2.50	1.577	3.679
0.18	2.50	1.577	3.679
0.20	2.50	1.577	3.679
0.25	2.50	1.577	3.679
0.30	2.50	1.577	3.679
0.35	2.50	1.577	3.679
0.40	2.50	1.577	3.679
0.45	2.50	1.577	3.679
0.50	2.50	1.577	3.679
0.55	2.50	1.577	3.679
0.60	2.50	1.577	3.679
0.65	2.31	1.455	3.396
0.70	2.14	1.351	3.153
0.75	2.00	1.261	2.943
0.80	1.88	1.182	2.759
0.85	1.76	1.113	2.597
0.90	1.67	1.051	2.453
0.95	1.58	0.996	2.323
1.00	1.50	0.946	2.207
1.10	1.36	0.860	2.007
1.20	1.25	0.788	1.839
1.30	1.15	0.728	1.698
1.40	1.07	0.676	1.577
1.50	1.00	0.631	1.472
1.60	0.94	0.591	1.380
1.70	0.88	0.556	1.298
1.80	0.83	0.526	1.226
1.90	0.79	0.498	1.162
2.00	0.75	0.473	1.104
2.10	0.68	0.429	1.001
2.20	0.62	0.391	0.912
2.30	0.57	0.358	0.834
2.40	0.52	0.328	0.766
2.50	0.48	0.303	0.706
2.60	0.44	0.280	0.653
2.70	0.41	0.260	0.606
2.80	0.38	0.241	0.563
2.90	0.36	0.225	0.525
3.00	0.33	0.210	0.491
3.20	0.29	0.185	0.431
3.40	0.26	0.164	0.382
3.60	0.23	0.146	0.341
3.80	0.21	0.131	0.306
4.00	0.19	0.118	0.276
4.20	0.17	0.107	0.250
4.40	0.15	0.098	0.228
4.60	0.14	0.089	0.209
4.80	0.13	0.082	0.192
5.00	0.12	0.076	0.177
5.20	0.11	0.070	0.163
5.40	0.10	0.065	0.151
5.60	0.10	0.060	0.141
5.80	0.09	0.056	0.131
6.00	0.08	0.053	0.123
6.20	0.08	0.049	0.115
6.40	0.07	0.046	0.108
6.60	0.07	0.043	0.101
6.80	0.06	0.041	0.095
7.00	0.06	0.039	0.090
7.50	0.05	0.034	0.078
8.00	0.05	0.030	0.069
8.50	0.04	0.026	0.061
9.00	0.04	0.023	0.055
9.50	0.03	0.021	0.049
10.00	0.03	0.019	0.044





Cálculo de Espectro de Pseudo Aceleraciones (Norma E030-2019)

SISTEMA ESTRUCTURAL- DIRECCION VERTICAL

Factor de Uso (U)

Categoría		U	OBSERVACIONES
A2	Edificaciones Escenciales	1.50	Revisar tabla N°6 E030-2019

Factor de Zona (Z)

ZONA	Z
Z2	0.25

Factor de Suelo (S)

TIPO	DESCRIPCION	S	T_P	T_L
S2	Suelos Intermedios	1.20	0.60	2.00

Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
DIR X-X	Concreto Armado: Dual	7
DIR Y-Y	Albañilería Armada o Confinada.	3

Factores de Irregularidad

Irregularidad en Altura (I_a)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Irregularidad en Planta (I_p)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Dir X-X	Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad de Diiafragma	☐ AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	☐ DIR X-X	☐ DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	**Se toma el valor mas critico**		**1.00**	**1.00**

Restricciones a la Irregularidad

Categoría		ZONA	Restricciones
A2	Edificaciones Escenciales	Z2	No se permiten irregularidades

Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

R_{X-X}	7.00
R_{Y-Y}	3.00

Periodo fundamental de vibracion (T)

	h_n	C_T	T
DIR X-X	15.24	60	0.254
DIR Y-Y	15.24	60	0.254

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

Construir la funcion Factor de Amplificación Sismica C versus Periodo T (Numeral 2.5)

$$C = \begin{cases} T < T_P \rightarrow C = 2.5 \\ T_P < T < T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \frac{T_P}{T} \\ T > T_L \rightarrow C = 2.5 \cdot \frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \\ T < 0{,}2.T_P \rightarrow C = 1 + 7{,}5.(\frac{T}{T_p}) \end{cases}$$

T_P = 0.60

T_L = 2.00

C_{X-X}	2.50
C_{Y-Y}	2.50

Factor de Escala (Sa)

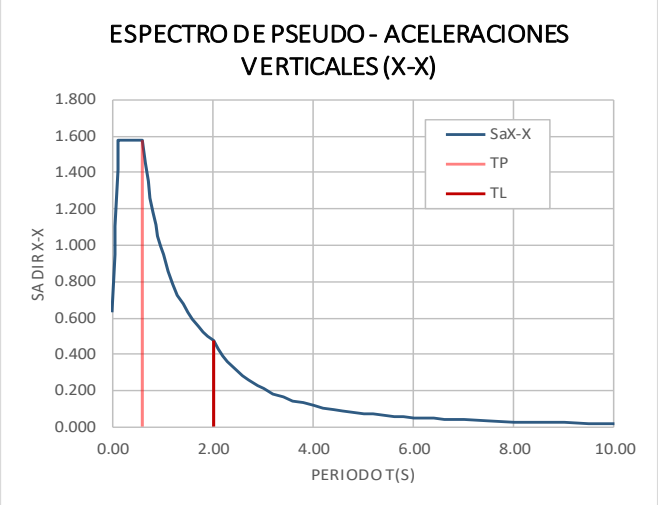
g	9.81 m/s2

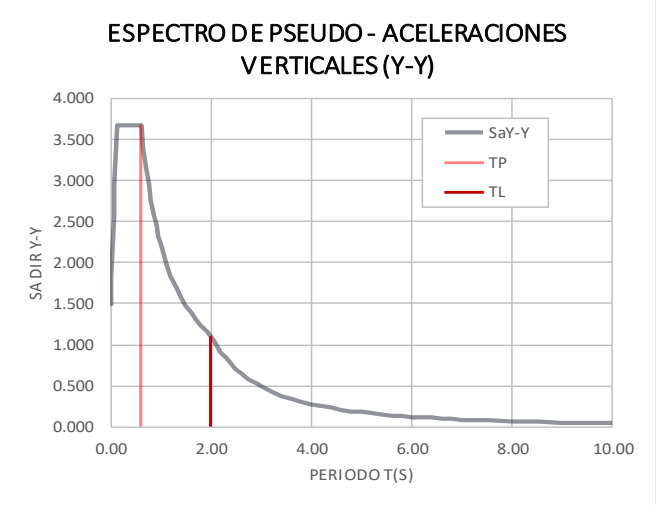
$$S_a = \frac{ZUS}{R} \cdot g$$

Sa_{X-X}	0.631
Sa_{Y-Y}	1.472

Za_{X-X}	0.4204
Za_{Y-Y}	0.9810

T (seg)	C	Sa_{X-X}	Sa_{Y-Y}
0.00	1.00	0.631	1.472
0.02	1.25	0.788	1.839
0.04	1.50	0.946	2.207
0.06	1.75	1.104	2.575
0.08	2.00	1.261	2.943
0.10	2.25	1.419	3.311
0.12	2.50	1.577	3.679
0.14	2.50	1.577	3.679
0.16	2.50	1.577	3.679
0.18	2.50	1.577	3.679
0.20	2.50	1.577	3.679
0.25	2.50	1.577	3.679
0.30	2.50	1.577	3.679
0.35	2.50	1.577	3.679
0.40	2.50	1.577	3.679
0.45	2.50	1.577	3.679
0.50	2.50	1.577	3.679
0.55	2.50	1.577	3.679
0.60	2.50	1.577	3.679
0.65	2.31	1.455	3.396
0.70	2.14	1.351	3.153
0.75	2.00	1.261	2.943
0.80	1.88	1.182	2.759
0.85	1.76	1.113	2.597
0.90	1.67	1.051	2.453
0.95	1.58	0.996	2.323
1.00	1.50	0.946	2.207
1.10	1.36	0.860	2.007
1.20	1.25	0.788	1.839
1.30	1.15	0.728	1.698
1.40	1.07	0.676	1.577
1.50	1.00	0.631	1.472
1.60	0.94	0.591	1.380
1.70	0.88	0.556	1.298
1.80	0.83	0.526	1.226
1.90	0.79	0.498	1.162
2.00	0.75	0.473	1.104
2.10	0.68	0.429	1.001
2.20	0.62	0.391	0.912
2.30	0.57	0.358	0.834
2.40	0.52	0.328	0.766
2.50	0.48	0.303	0.706
2.60	0.44	0.280	0.653
2.70	0.41	0.260	0.606
2.80	0.38	0.241	0.563
2.90	0.36	0.225	0.525
3.00	0.33	0.210	0.491
3.20	0.29	0.185	0.431
3.40	0.26	0.164	0.382
3.60	0.23	0.146	0.341
3.80	0.21	0.131	0.306
4.00	0.19	0.118	0.276
4.20	0.17	0.107	0.250
4.40	0.15	0.098	0.228
4.60	0.14	0.089	0.209
4.80	0.13	0.082	0.192
5.00	0.12	0.076	0.177
5.20	0.11	0.070	0.163
5.40	0.10	0.065	0.151
5.60	0.10	0.060	0.141
5.80	0.09	0.056	0.131
6.00	0.08	0.053	0.123
6.20	0.08	0.049	0.115
6.40	0.07	0.046	0.108
6.60	0.07	0.043	0.101
6.80	0.06	0.041	0.095
7.00	0.06	0.039	0.090
7.50	0.05	0.034	0.078
8.00	0.05	0.030	0.069
8.50	0.04	0.026	0.061
9.00	0.04	0.023	0.055
9.50	0.03	0.021	0.049
10.00	0.03	0.019	0.044





ANEXO I: Verificación de la Regularidad estructural

I-01: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°01-Módulo I

VERIFICACION DEL REGLAMENTO

DERIVAS

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02354
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00798
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01656
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00673
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00962
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00409

El maximo desplazamiento relativo de entrepiso, no debera exceder la fraccion de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla N° 11. Nota : Los límites de la distorsión (deriva) para serán estructuras de uso industrial establecidos por el proyectista , pero en ningún caso excederán el doble de los valores de

Tabla N° 11
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02354	PORTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00798	ALBAÑILERIA	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01656	PORTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00673	ALBAÑILERIA	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00962	PORTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00409	ALBAÑILERIA	OK

PESO

Story	Muerta	Viva	TOTAL
PRIMER PISO	421.6357	62.9016	484.5373
SEGUNDO PISO	423.2103	62.9016	486.1119
TERCER PISO	419.7082	10.7999	430.5081
		TOTAL	1401.1572

VERIFICACION DE IRREGULARIDADES

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ PISO BLANDO

Existe irregularidad de rigidez cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.02354	0.02354	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01656	0.02318	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00962	0.01346	-

ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.00798	0.00798	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00673	0.00942	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00409	0.00572	-



ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	1	**18**		
PISO 1	0.02354	0.02346	**0.02350**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 2 (1.4)	0.023127			

ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	8	**26**		
PISO 1	0.02354	0.02346	**0.02350**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 2 (1.4)	0.023127			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	8		
PISO 1	0.02354	0.02354	**0.02354**	
PISO 2	0.01648	0.01648	**0.01648**	
PISO 2 (1.4)	0.023076			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	18		
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 3	0.00849	0.00962	**0.00905**	
PISO 3 (1.4)	0.012674			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	8	26		
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 3	0.00848	0.00962	**0.00905**	
PISO 3 (1.4)	0.012668			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	8		
PISO 2	0.01648	0.01648	**0.01648**	
PISO 3	0.00849	0.00848	**0.00848**	
PISO 3 (1.4)	0.011878			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	18		
PISO 1	0.00389	0.00389	**0.00389**	
PISO 2	0.00333	0.00333	**0.00333**	
PISO 2 (1.4)	0.004659			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	8	26		
PISO 1	0.00798	0.00798	**0.00798**	
PISO 2	0.00673	0.00673	**0.00673**	
PISO 2 (1.4)	0.009419			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	8		
PISO 1	0.00389	0.00798	**0.00594**	
PISO 2	0.00333	0.00673	**0.00503**	
PISO 2 (1.4)	0.007039			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	18		
PISO 2	0.00333	0.00333	**0.00333**	
PISO 3	0.00206	0.00215	**0.00210**	
PISO 2 (1.4)	0.002944			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	8	26		
PISO 2	0.00673	0.00673	**0.00673**	
PISO 3	0.00413	0.00409	**0.00411**	
PISO 2 (1.4)	0.005749			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	8		
PISO 2	0.00333	0.00673	**0.00503**	
PISO 3	0.00206	0.00413	**0.00309**	
PISO 2 (1.4)	0.004329			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ

Se considera que existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.02354	0.02354	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.01656	0.02649	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00962	0.01346	-

ESPdespYY			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.00798	0.00798	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00673	0.01076	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00409	0.00654	-



ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 1	0.02354	0.02346	**0.02350**	
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 2 (1.6)	0.026430			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 1	0.02354	0.02346	**0.02350**	
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 2 (1.6)	0.026430			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 1	0.02354	0.02354	**0.02354**	
PISO 2	0.01648	0.01648	**0.01648**	
PISO 2 (1.6)	0.026373			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 3	0.00849	0.00962	**0.00905**	
PISO 3 (1.6)	0.014485			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 2	0.01648	0.01656	**0.01652**	
PISO 3	0.00848	0.00962	**0.00905**	
PISO 3 (1.6)	0.014478			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	8		
PISO 2	0.01648	0.01648	**0.01648**	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00849	0.00848	**0.00848**	
PISO 3 (1.6)	0.013575			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	18		
PISO 1	0.00389	0.00389	**0.00389**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00333	0.00333	**0.00333**	
PISO 2 (1.6)	0.005325			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	8	26		
PISO 1	0.00798	0.00798	**0.00798**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00673	0.00673	**0.00673**	
PISO 2 (1.6)	0.010765			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	8		
PISO 1	0.00389	0.00798	**0.00594**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00333	0.00673	**0.00503**	
PISO 2 (1.6)	0.008045			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	18		
PISO 2	0.00333	0.00333	**0.00333**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00206	0.00215	**0.00210**	
PISO 2 (1.6)	0.003365			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	8	26		
PISO 2	0.00673	0.00673	**0.00673**	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00413	0.00409	**0.00411**	
PISO 2 (1.6)	0.006570			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	8		
PISO 2	0.00333	0.00673	**0.00503**	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00206	0.00413	**0.00309**	
PISO 2 (1.6)	0.004947			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA Y PESO

Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

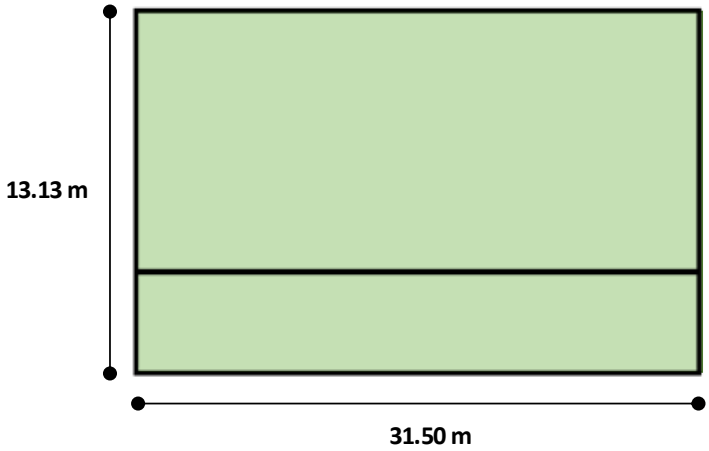
PISOS	PESOS	
PISO 1	484.5373	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 2	486.1119	
PISO 2 (1.5)	729.1678	

PISOS	PESOS	
PISO 2	486.1119	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 3	430.5081	
PISO 2 (1.5)	645.7621	

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD GEOMÉTRICA VERTICAL

La configuración es irregular cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis , la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

DIMENSIÓN EN PLANTA



PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 1	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	31.50 m		

PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 2	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	31.50 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 1	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	13.13 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 2	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	13.13 m		

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio , calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11.

Diaphragm Center of Mass Displacements							
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	Desplazx (cm)	H	Desplaz Laterales
PRIMER PISO	D1	sismoXXPARAFUERZASMax	0.020059		12.04	5.12	23.51
SEGUNDO PISO	D2	sismoXXPARAFUERZASMax	0.030668		18.40	3.92	16.24
TERCER PISO	D4	sismoXXPARAFUERZASMax	0.036523		21.91	3.92	8.96
TERCER PISO	D3	sismoXXPARAFUERZASMax	0.036514		21.91	3.92	8.95
PRIMER PISO	D1	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.008738	1.97	5.12	3.84
SEGUNDO PISO	D2	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.014423	3.25	3.92	3.26
TERCER PISO	D4	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.018748	4.22	3.92	6.62
TERCER PISO	D3	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.018097	4.07	3.92	2.11

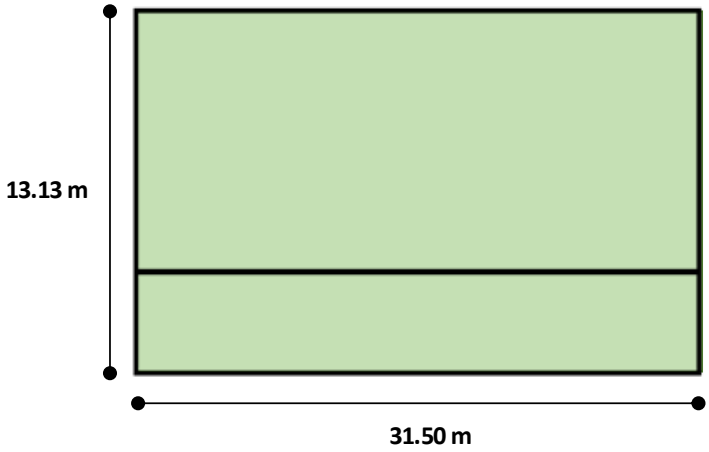
Drifts					Desplazamientos Laterales	Indice de Giro
Story	Item	Load Case/Combo	Max Drift	H	(IRR*R*Drift)*1000	
PRIMER PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.003923	5.12	23.54	1.00
SEGUNDO PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.002759	3.92	16.55	1.02
TERCER PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.001603	3.92	9.62	1.07
PRIMER PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.003548	5.12	7.98	2.08
SEGUNDO PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.00299	3.92	6.73	2.06
TERCER PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.001817	3.92	4.09	1.94

		IRREGULARIDAD TORCIONAL		TORSION EXTREMA	Mayor a 50%Per m
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	2.08	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	2.06	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	1.94	IRREGULAR	IRREGULAR	SI

COMPROBACIÓN DE ESQUINAS ENTRANTES

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

DIMENSIÓN EN PLANTA



NO SE OBSERVAN ESQUINAS ENTRANTES

I-02: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°01-Módulo II

VERIFICACION DEL REGLAMENTO

DERIVAS

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02344
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00495
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01649
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00421
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00958
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00266

El maximo desplazamiento relativo de entrepiso, no debera exceder la fraccion de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla N° 11. Nota : Los límites de la distorsión (deriva) para serán estructuras de uso industrial establecidos por el proyectista , pero en ningún caso excederán el doble de los valores de

Tabla N° 11
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02344	PORTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00495	ALBAÑILERIA	OK
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01649	PORTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00421	ALBAÑILERIA	OK
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00958	PORTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00266	ALBAÑILERIA	OK

PESO

Story	Muerta	Viva	TOTAL
PRIMER PISO	413.9351	62.9016	476.8367
SEGUNDO PISO	417.3471	62.9016	480.2487
TERCER PISO	413.7864	10.7999	424.5863
		TOTAL	1381.6716

VERIFICACION DE IRREGULARIDADES

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ PISO BLANDO

Existe irregularidad de rigidez cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.02344	0.02344	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01649	0.02308	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00958	0.01341	-

ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.00495	0.00495	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00421	0.00589	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00266	0.00373	-



ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	1	**18**		
PISO 1	0.02344	0.02337	**0.02340**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 2 (1.4)	0.023019			

ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	8	**26**		
PISO 1	0.02344	0.02337	**0.02340**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 2 (1.4)	0.023019			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	8		
PISO 1	0.02344	0.02344	**0.02344**	
PISO 2	0.01640	0.01640	**0.01640**	
PISO 2 (1.4)	0.022954			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	18		
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 3	0.00844	0.00958	**0.00901**	
PISO 3 (1.4)	0.012612			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	8	26		
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 3	0.00845	0.00958	**0.00901**	
PISO 3 (1.4)	0.012616			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	8		
PISO 2	0.01640	0.01640	**0.01640**	
PISO 3	0.00844	0.00845	**0.00844**	
PISO 3 (1.4)	0.011820			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	18		
PISO 1	0.00473	0.00473	**0.00473**	
PISO 2	0.00410	0.00410	**0.00410**	
PISO 2 (1.4)	0.005744			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	8	26		
PISO 1	0.00495	0.00495	**0.00495**	
PISO 2	0.00421	0.00421	**0.00421**	
PISO 2 (1.4)	0.005887			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	8		
PISO 1	0.00473	0.00495	**0.00484**	
PISO 2	0.00410	0.00421	**0.00415**	
PISO 2 (1.4)	0.005816			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	18		
PISO 2	0.00410	0.00410	**0.00410**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00266	0.00263	**0.00264**	
PISO 2 (1.4)	0.003698			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	8	26		
PISO 2	0.00421	0.00421	**0.00421**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00252	0.00266	**0.00259**	
PISO 2 (1.4)	0.003628			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	8		
PISO 2	0.00410	0.00421	**0.00415**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00266	0.00252	**0.00259**	
PISO 2 (1.4)	0.003624			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ

Se considera que existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.02344	0.02344	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.01649	0.02638	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00958	0.01341	-

ESPdespYY			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.00495	0.00495	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00421	0.00673	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00266	0.00426	-



ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 1	0.02344	0.02337	**0.02340**	
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 2 (1.6)	0.026307			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 1	0.02344	0.02337	**0.02340**	
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 2 (1.6)	0.026307			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 1	0.02344	0.02344	**0.02344**	
PISO 2	0.01640	0.01640	**0.01640**	
PISO 2 (1.6)	0.026234			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 3	0.00844	0.00958	**0.00901**	
PISO 3 (1.6)	0.014414			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 2	0.01640	0.01649	**0.01644**	
PISO 3	0.00845	0.00958	**0.00901**	
PISO 3 (1.6)	0.014418			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 2	0.01640	0.01640	**0.01640**	
PISO 3	0.00844	0.00845	**0.00844**	
PISO 3 (1.6)	0.013509			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 1	0.00473	0.00473	**0.00473**	
PISO 2	0.00410	0.00410	**0.00410**	
PISO 2 (1.6)	0.006565			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 1	0.00495	0.00495	**0.00495**	
PISO 2	0.00421	0.00421	**0.00421**	
PISO 2 (1.6)	0.006728			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 1	0.00473	0.00495	**0.00484**	
PISO 2	0.00410	0.00421	**0.00415**	
PISO 2 (1.6)	0.006646			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 2	0.00410	0.00410	**0.00410**	
PISO 3	0.00266	0.00263	**0.00264**	
PISO 2 (1.6)	0.004226			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 2	0.00421	0.00421	**0.00421**	
PISO 3	0.00252	0.00266	**0.00259**	
PISO 2 (1.6)	0.004146			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 2	0.00410	0.00421	**0.00415**	
PISO 3	0.00266	0.00252	**0.00259**	
PISO 2 (1.6)	0.004142			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA Y PESO

Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

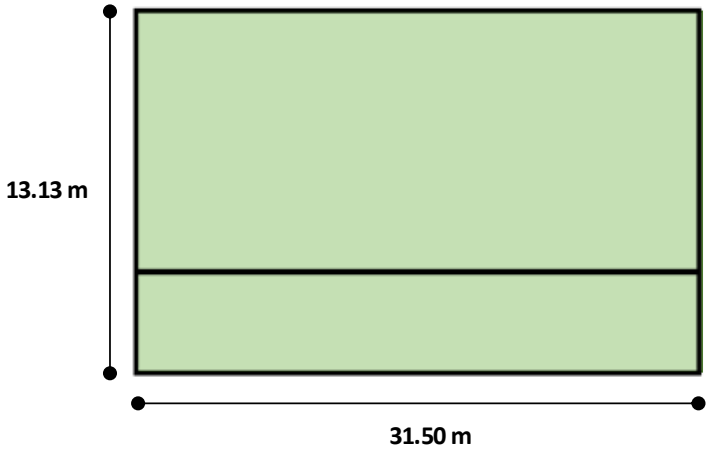
PISOS	PESOS	
PISO 1	476.8367	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 2	480.2487	
PISO 2 (1.5)	720.3730	

PISOS	PESOS	
PISO 2	480.2487	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 3	424.5863	
PISO 2 (1.5)	636.8794	

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD GEOMÉTRICA VERTICAL

La configuración es irregular cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis , la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

DIMENSIÓN EN PLANTA



PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 1	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	31.50 m		

PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 2	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	31.50 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 1	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	13.13 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 2	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	13.13 m		

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio , calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11.

Diaphragm Center of Mass Displacements							
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	Desplazx (cm)	H	Desplaz Laterales
PRIMER PISO	D1	SismoXXPARAFUERZASMax	0.019978		11.99	5.12	23.41
SEGUNDO PISO	D2	SismoXXPARAFUERZASMax	0.030541		18.32	3.92	16.17
TERCER PISO	D4	SismoXXPARAFUERZASMax	0.036375		21.83	3.92	8.93
TERCER PISO	D3	SismoXXPARAFUERZASMax	0.036377		21.83	3.92	8.93

PRIMER PISO	D1	SismoYYPARAFUERZAS Max		0.010816	2.43	5.12	4.75
SEGUNDO PISO	D2	SismoYYPARAFUERZAS Max		0.017887	4.02	3.92	4.06
TERCER PISO	D4	SismoYYPARAFUERZAS Max		0.023071	5.19	3.92	7.93
TERCER PISO	D3	SismoYYPARAFUERZAS Max		0.022341	5.03	3.92	2.56

Drifts					Desplazamientos Laterales	Indice de Giro
Story	Item	Load Case/Combo	Max Drift	H	(IRR*R*Drift)*1000	
PRIMER PISO	X	SismoXXPARAFUERZASMax	0.003907	5.12	23.44	1.00
SEGUNDO PISO	X	SismoXXPARAFUERZASMax	0.002748	3.92	16.49	1.02
TERCER PISO	X	SismoXXPARAFUERZASMax	0.001596	3.92	9.58	1.07

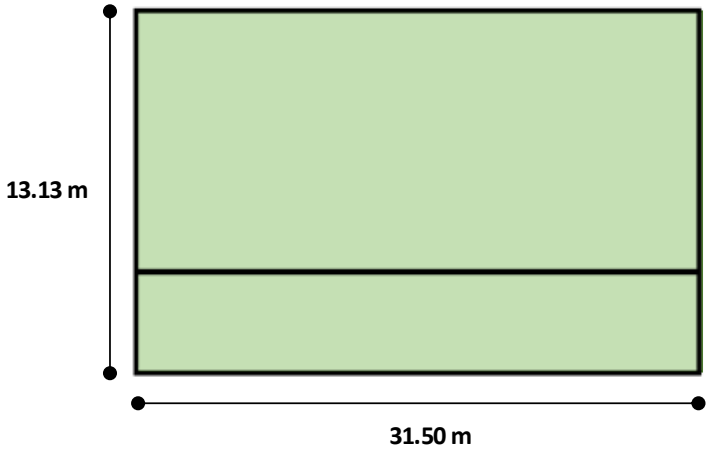
PRIMER PISO	Y	SismoYYPARAFUERZASMax	0.002200	5.12	4.95	1.04
SEGUNDO PISO	Y	SismoYYPARAFUERZASMax	0.001869	3.92	4.21	1.04
TERCER PISO	Y	SismoYYPARAFUERZASMax	0.001183	3.92	2.66	1.04

		IRREGULARIDAD TORCIONAL		TORSION EXTREMA	Mayor a 50%Perm
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	1.04	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	1.04	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	1.04	REGULAR	REGULAR	SI

COMPROBACIÓN DE ESQUINAS ENTRANTES

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

DIMENSIÓN EN PLANTA



NO SE OBSERVAN ESQUINAS ENTRANTES

I-03: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°02-Módulo I

VERIFICACION DEL REGLAMENTO

DERIVAS

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02346
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00608
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01632
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00512
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00931
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00329

El maximo desplazamiento relativo de entrepiso, no debera exceder la fraccion de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla N° 11. Nota : Los límites de la distorsión (deriva) para serán estructuras de uso industrial establecidos por el proyectista , pero en ningún caso excederán el doble de los valores de

Tabla N° 11
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02346	PORTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00608	ALBAÑILERIA	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01632	PORTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00512	ALBAÑILERIA	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00931	PORTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00329	ALBAÑILERIA	OK

PESO

Story	Muerta	Viva	TOTAL
PRIMER PISO	474.8324	71.8875	546.7199
SEGUNDO PISO	478.0611	71.8875	549.9486
TERCER PISO	442.1935	12.3427	454.5362
		TOTAL	1551.2047

VERIFICACION DE IRREGULARIDADES

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ PISO BLANDO

Existe irregularidad de rigidez cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.02346	0.02346	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01632	0.02284	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00931	0.01304	-

ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.00608	0.00608	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00512	0.00717	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00329	0.00460	-



ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	1	**19**		
PISO 1	0.02346	0.02342	**0.02344**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 2 (1.4)	0.022769			

ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	9	**27**		
PISO 1	0.02346	0.02342	**0.02344**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 2 (1.4)	0.022769			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	9		
PISO 1	0.02346	0.02346	**0.02346**	
PISO 2	0.01621	0.01621	**0.01621**	
PISO 2 (1.4)	0.022695			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	19		
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 3	0.00812	0.00931	**0.00872**	
PISO 3 (1.4)	0.012202			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	9	27		
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 3	0.00812	0.00931	**0.00872**	
PISO 3 (1.4)	0.012202			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	9		
PISO 2	0.01621	0.01621	**0.01621**	
PISO 3	0.00812	0.00812	**0.00812**	
PISO 3 (1.4)	0.011368			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	19		
PISO 1	0.00361	0.00361	**0.00361**	
PISO 2	0.00308	0.00308	**0.00308**	
PISO 2 (1.4)	0.004313			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	9	27		
PISO 1	0.00608	0.00608	**0.00608**	
PISO 2	0.00512	0.00512	**0.00512**	
PISO 2 (1.4)	0.007168			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	9		
PISO 1	0.00361	0.00608	**0.00484**	
PISO 2	0.00308	0.00512	**0.00410**	
PISO 2 (1.4)	0.005741			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	19		
PISO 2	0.00308	0.00308	**0.00308**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00189	0.00203	**0.00196**	
PISO 2 (1.4)	0.002742			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	9	27		
PISO 2	0.00512	0.00512	**0.00512**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00303	0.00329	**0.00316**	
PISO 2 (1.4)	0.004422			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	9		
PISO 2	0.00308	0.00512	**0.00410**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00189	0.00303	**0.00246**	
PISO 2 (1.4)	0.003442			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ

Se considera que existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.02346	0.02346	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.01632	0.02611	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00931	0.01304	-

ESPdespYY			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.00608	0.00608	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00512	0.00819	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00329	0.00526	-



ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	19		
PISO 1	0.02346	0.02342	**0.02344**	
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 2 (1.6)	0.026022			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	9	27		
PISO 1	0.02346	0.02342	**0.02344**	
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 2 (1.6)	0.026022			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	9		
PISO 1	0.02346	0.02346	**0.02346**	
PISO 2	0.01621	0.01621	**0.01621**	
PISO 2 (1.6)	0.025938			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	19		
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 3	0.00812	0.00931	**0.00872**	
PISO 3 (1.6)	0.013945			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	9	27		
PISO 2	0.01621	0.01632	**0.01626**	
PISO 3	0.00812	0.00931	**0.00872**	
PISO 3 (1.6)	0.013945			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	9		
PISO 2	0.01621	0.01621	**0.01621**	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00812	0.00812	**0.00812**	
PISO 3 (1.6)	0.012992			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	19		
PISO 1	0.00361	0.00361	**0.00361**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00308	0.00308	**0.00308**	
PISO 2 (1.6)	0.004930			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	9	27		
PISO 1	0.00608	0.00608	**0.00608**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00512	0.00512	**0.00512**	
PISO 2 (1.6)	0.008192			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	9		
PISO 1	0.00361	0.00608	**0.00484**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00308	0.00512	**0.00410**	
PISO 2 (1.6)	0.006561			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	19		
PISO 2	0.00308	0.00308	**0.00308**	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00189	0.00203	**0.00196**	
PISO 2 (1.6)	0.003134			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	9	27		
PISO 2	0.00512	0.00512	**0.00512**	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00303	0.00329	**0.00316**	
PISO 2 (1.6)	0.005054			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	
	1	9		
PISO 2	0.00308	0.00512	**0.00410**	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00189	0.00303	**0.00246**	
PISO 2 (1.6)	0.003934			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA Y PESO

Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

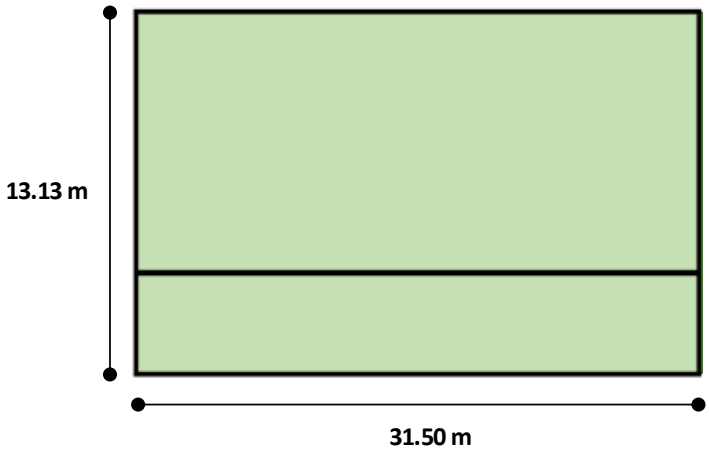
PISOS	PESOS	
PISO 1	546.7199	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 2	549.9486	
PISO 2 (1.5)	824.9229	

PISOS	PESOS	
PISO 2	549.9486	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 3	454.5362	
PISO 2 (1.5)	681.8043	

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD GEOMÉTRICA VERTICAL

La configuración es irregular cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis , la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

DIMENSIÓN EN PLANTA



PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 1	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	31.50 m		

PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 2	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	31.50 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 1	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	13.13 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 2	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	13.13 m		

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio , calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11.

Diaphragm Center of Mass Displacements							
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	Desplazx (cm)	H	Desplaz Laterales
PRIMER PISO	D1	sismoXXPARAFUERZASMax	0.020005		12.00	5.12	23.44
SEGUNDO PISO	D2	sismoXXPARAFUERZASMax	0.030453		18.27	3.92	15.99
TERCER PISO	D4	sismoXXPARAFUERZASMax	0.036083		21.65	3.92	8.62
TERCER PISO	D3	sismoXXPARAFUERZASMax	0.036124		21.67	3.92	8.68
PRIMER PISO	D1	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.009011	2.03	5.12	3.96
SEGUNDO PISO	D2	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.014848	3.34	3.92	3.35
TERCER PISO	D4	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.019374	4.36	3.92	6.93
TERCER PISO	D3	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.018591	4.18	3.92	2.15

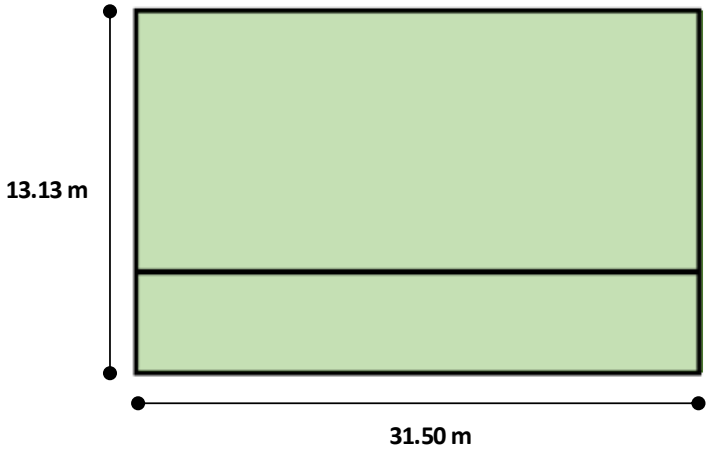
Drifts					Desplazamientos Laterales	Indice de Giro
Story	Item	Load Case/Combo	Max Drift	H	(IRR*R*Drift)*1000	
PRIMER PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.00391	5.12	23.46	1.00
SEGUNDO PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.002719	3.92	16.31	1.02
TERCER PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.001552	3.92	9.31	1.07
PRIMER PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.002702	5.12	6.08	1.54
SEGUNDO PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.002276	3.92	5.12	1.53
TERCER PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.001462	3.92	3.29	1.53

		IRREGULARIDAD TORCIONAL		TORSION EXTREMA	Mayor a 50%Per m
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	1.54	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	1.53	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	1.53	IRREGULAR	IRREGULAR	SI

COMPROBACIÓN DE ESQUINAS ENTRANTES

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

DIMENSIÓN EN PLANTA



NO SE OBSERVAN ESQUINAS ENTRANTES

I-04: Verificación de la Regularidad estructural del Pabellón de aulas N°02-Módulo II

VERIFICACION DEL REGLAMENTO

DERIVAS

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02325
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00778
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01640
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00655
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00945
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00413

El maximo desplazamiento relativo de entrepiso, no debera exceder la fraccion de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la tabla N° 11. Nota : Los límites de la distorsión (deriva) para serán estructuras de uso industrial establecidos por el proyectista , pero en ningún caso excederán el doble de los valores de

Tabla N° 11
LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
PRIMER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.02325	PORTICOS	NO CUMPLE
PRIMER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00778	ALBAÑILERIA	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.01640	PORTICOS	NO CUMPLE
SEGUNDO PISO	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00655	ALBAÑILERIA	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00945	PORTICOS	NO CUMPLE
TERCER PISO	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00413	ALBAÑILERIA	OK

PESO

Story	Muerta	Viva	TOTAL
PRIMER PISO	361.1169	53.9157	415.0326
SEGUNDO PISO	362.873	53.9156	416.7886
TERCER PISO	344.2999	9.2570	353.5569
		TOTAL	1185.3781

VERIFICACION DE IRREGULARIDADES

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ PISO BLANDO

Existe irregularidad de rigidez cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.02325	0.02325	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01640	0.02295	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00945	0.01323	-

ESPdespYY			
PISOS	**DERIVAS (Drift)**	**1.4xDrift**	**VERIFICACION**
PISO 1	0.00778	0.00778	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
PISO 2	0.00655	0.00917	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 3	0.00413	0.00578	-



ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	1	**15**		
PISO 1	0.02325	0.02314	**0.02320**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 2 (1.4)	0.022853			

ESPdespXX				
PISOS	**DERIVAS**		**PROMEDIO**	
	7	**21**		
PISO 1	0.02325	0.02314	**0.02320**	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 2 (1.4)	0.022853			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	7		
PISO 1	0.02325	0.02325	**0.02325**	
PISO 2	0.01625	0.01625	**0.01625**	
PISO 2 (1.4)	0.022751			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	15		
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 3	0.00825	0.00945	**0.00885**	
PISO 3 (1.4)	0.012389			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	7	21		
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 3	0.00827	0.00945	**0.00886**	
PISO 3 (1.4)	0.012403			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	7		
PISO 2	0.01625	0.01625	**0.01625**	
PISO 3	0.00825	0.00827	**0.00826**	
PISO 3 (1.4)	0.011560			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	15		
PISO 1	0.00778	0.00778	**0.00778**	
PISO 2	0.00655	0.00655	**0.00655**	
PISO 2 (1.4)	0.009171			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	7	21		
PISO 1	0.00485	0.00485	**0.00485**	
PISO 2	0.00409	0.00409	**0.00409**	
PISO 2 (1.4)	0.005720			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD POR RIGIDEZ
	1	7		
PISO 1	0.00778	0.00485	**0.00632**	
PISO 2	0.00655	0.00409	**0.00532**	
PISO 2 (1.4)	0.007446			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	15		
PISO 2	0.00655	0.00655	**0.00655**	
PISO 3	0.00415	0.00413	**0.00414**	
PISO 2 (1.4)	0.005793			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	7	21		
PISO 2	0.00409	0.00409	**0.00409**	
PISO 3	0.00248	0.00266	**0.00257**	
PISO 2 (1.4)	0.003596			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO
	1	7		
PISO 2	0.00655	0.00409	**0.00532**	
PISO 3	0.00415	0.00248	**0.00331**	
PISO 2 (1.4)	0.004635			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ

Se considera que existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.

ESPdespXX			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.02325	0.02325	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.01640	0.02623	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00945	0.01323	-

ESPdespYY			
PISOS	DERIVAS (Drift)	1.6xDrift	VERIFICACION
PISO 1	0.00778	0.00778	NO IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 2	0.00655	0.01048	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
PISO 3	0.00413	0.00661	-



ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 1	0.02325	0.02314	**0.02320**	
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 2 (1.6)	0.026118			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 1	0.02325	0.02314	**0.02320**	
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 2 (1.6)	0.026118			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 1	0.02325	0.02325	**0.02325**	
PISO 2	0.01625	0.01625	**0.01625**	
PISO 2 (1.6)	0.026002			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 3	0.00825	0.00945	**0.00885**	
PISO 3 (1.6)	0.014158			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 2	0.01625	0.01640	**0.01632**	
PISO 3	0.00827	0.00945	**0.00886**	
PISO 3 (1.6)	0.014174			

ESPdespXX				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 2	0.01625	0.01625	**0.01625**	
PISO 3	0.00825	0.00827	**0.00826**	
PISO 3 (1.6)	0.013211			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 1	0.00778	0.00778	**0.00778**	
PISO 2	0.00655	0.00655	**0.00655**	
PISO 2 (1.6)	0.010482			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 1	0.00485	0.00485	**0.00485**	
PISO 2	0.00409	0.00409	**0.00409**	
PISO 2 (1.6)	0.006538			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 1	0.00778	0.00485	**0.00632**	
PISO 2	0.00655	0.00409	**0.00532**	
PISO 2 (1.6)	0.008510			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	1	18		
PISO 2	0.00655	0.00655	**0.00655**	
PISO 3	0.00415	0.00413	**0.00414**	
PISO 2 (1.6)	0.006620			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	NO TIENE IRREGULARIDAD EXTEMA DE RIGIDEZ
	8	26		
PISO 2	0.00409	0.00409	**0.00409**	
PISO 3	0.00248	0.00266	**0.00257**	
PISO 2 (1.6)	0.004110			

ESPdespYY				
PISOS	DERIVAS		PROMEDIO	IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ
	1	8		
PISO 2	0.00655	0.00409	**0.00532**	
PISO 3	0.00415	0.00248	**0.00331**	
PISO 2 (1.6)	0.005297			

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD DE MASA Y PESO

Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

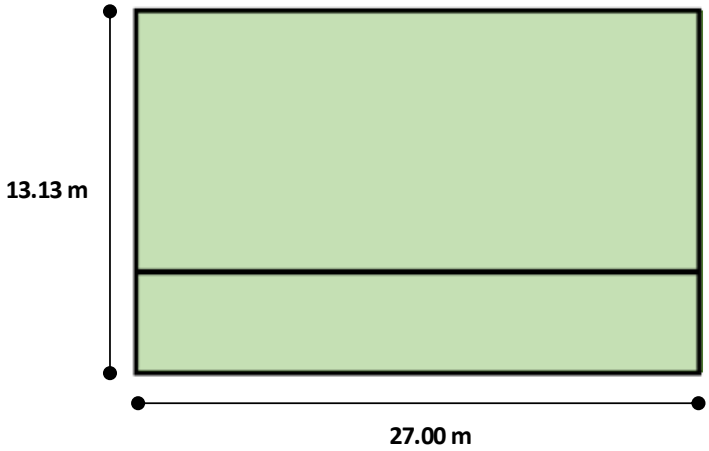
PISOS	PESOS	
PISO 1	415.0326	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 2	416.7886	
PISO 2 (1.5)	625.1829	

PISOS	PESOS	
PISO 2	416.7886	NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO
PISO 3	353.5569	
PISO 2 (1.5)	530.3354	

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD GEOMÉTRICA VERTICAL

La configuración es irregular cuando , en cualquiera de las direcciones de análisis , la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.

DIMENSIÓN EN PLANTA



PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 1	27.00 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	27.00 m		

PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 2	27.00 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	27.00 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 1	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	13.13 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 2	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	13.13 m		

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA

COMPROBACIÓN DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio , calculado incluyendo excentricidad accidental ($\Delta_{máx}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{CM}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla Nº 11.

Diaphragm Center of Mass Displacements							
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX	UY	Desplazx (cm)	H	Desplaz Laterales
PRIMER PISO	D1	sismoXXPARAFUERZASMax	0.019803		11.88	5.12	23.21
SEGUNDO PISO	D2	sismoXXPARAFUERZASMax	0.030287		18.17	3.92	16.05
TERCER PISO	D4	sismoXXPARAFUERZASMax	0.036030		21.62	3.92	8.79
TERCER PISO	D3	sismoXXPARAFUERZASMax	0.036042		21.63	3.92	8.81

PRIMER PISO	D1	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.007852	1.77	5.12	3.45
SEGUNDO PISO	D2	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.012992	2.92	3.92	2.95
TERCER PISO	D4	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.017147	3.86	3.92	6.36
TERCER PISO	D3	sismoYYPARAFUERZAS Max		0.016374	3.68	3.92	1.94

Drifts					Desplazamientos Laterales	Indice de Giro
Story	Item	Load Case/Combo	Max Drift	H	(IRR*R*Drift)*1000	
PRIMER PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.003875	5.12	23.25	1.00
SEGUNDO PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.002733	3.92	16.40	1.02
TERCER PISO	X	sismoXXPARAFUERZASMax	0.001575	3.92	9.45	1.07

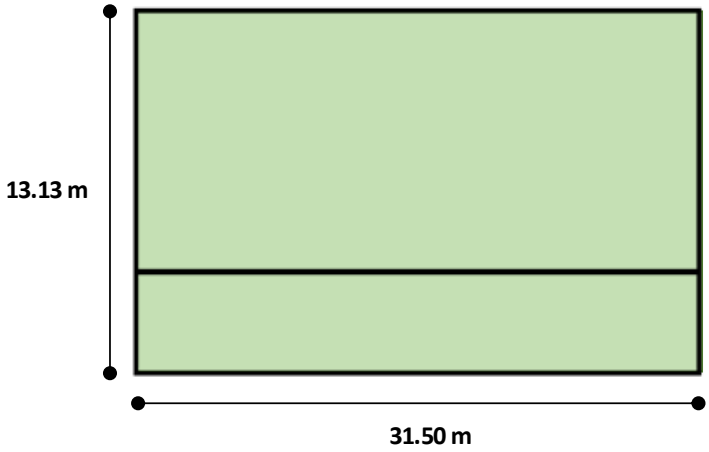
PRIMER PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.003459	5.12	7.78	2.26
SEGUNDO PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.002912	3.92	6.55	2.22
TERCER PISO	Y	sismoYYPARAFUERZASMax	0.001836	3.92	4.13	2.13

		IRREGULARIDAD TORCIONAL		TORSION EXTREMA	Mayor a 50%Perm
Story	Item	Indice de Giro	Resultado	Resultado	
PRIMER PISO	Diaph D1 X	1.00	REGULAR	REGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 X	1.02	REGULAR	REGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 X	1.07	REGULAR	REGULAR	SI
PRIMER PISO	Diaph D1 Y	2.26	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
SEGUNDO PISO	Diaph D2 Y	2.22	IRREGULAR	IRREGULAR	SI
TERCER PISO	Diaph D3 Y	2.13	IRREGULAR	IRREGULAR	SI

COMPROBACIÓN DE ESQUINAS ENTRANTES

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

DIMENSIÓN EN PLANTA



NO SE OBSERVAN ESQUINAS ENTRANTES

ANEXO J: PROPUESTA

PROPUESTA

En el caso de los pabellones 1 y 2, se propone como alternativa de solución una nueva configuración estructural del edificio, respetando el diseño arquitectónico. Los sistemas estructurales propuestos para los módulos I y II son los siguientes: En la dirección corta Y-Y: Albañilería confinada y en la dirección larga X-X: Sistema Dual (Muros de Concreto y Pórticos).

Estos sistemas estructurales tienen en cuenta la categoría de la edificación y la zona de acuerdo a la tabla N°6 (categorías y sistemas estructurales de las edificaciones) de la NTE. E.030 2019.

Los módulos fueron analizados como modelos tridimensionales y con superficies de concreto (losas) infinitamente rígidas con presencia de fuerzas ejercidas en su plano.

En el análisis de los módulos I y II se supuso un comportamiento lineal y elástico. Los elementos de concreto armado se representaron con elementos lineales. Los muros estructurales de concreto se modelaron con elementos de cáscara, con rigideces de membrana y de flexión, aun cuando estas últimas son poco significativas.

Los módulos se analizaron considerando sólo los elementos estructurales, sin embargo, los elementos no estructurales han sido ingresados en el modelo como solicitaciones de carga debido a que aquellos no son importantes en la contribución de la rigidez y resistencia de la edificación.

6.1. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

Se ha considerado concreto cuya resistencia a la compresión es f´c=210 kg/cm2, para Muros estructurales, columnas, vigas y losas; reforzado con varillas de acero corrugado Grado 60° con un esfuerzo a la fluencia fy=4200 Kg/cm2.

Definición de Propiedades de Materiales

Concreto: $f'c = 210\ kg/cm^2$

$E = 15000x\sqrt{210}\ \ kg/cm^2$

$\gamma = 2{,}400\ Kg/m^2$

$\mu = 0.18$ Coeficiente de deformación transversal (coef. poisson)

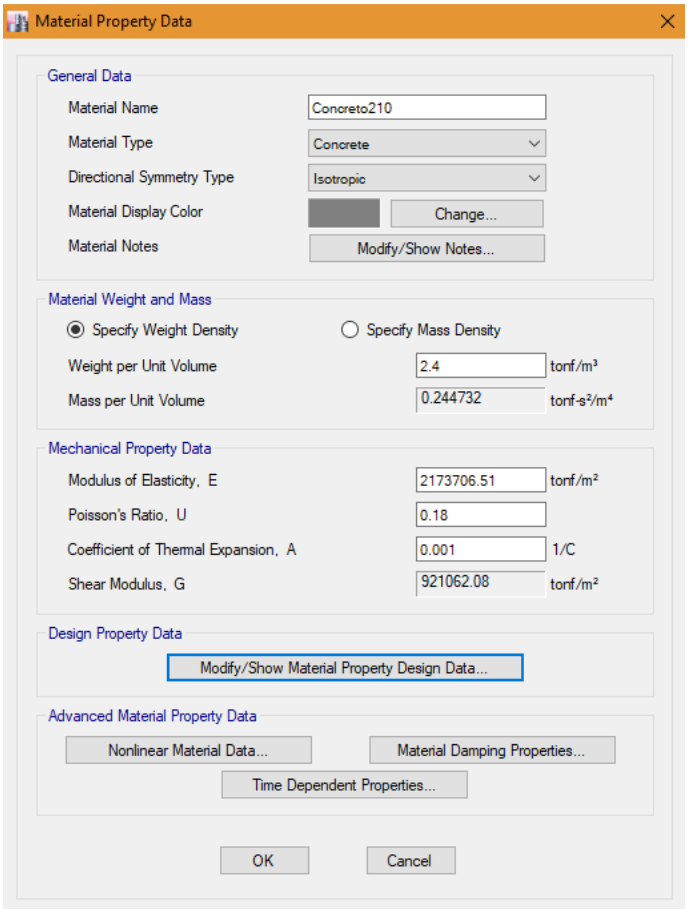


Ilustración 10.*Propiedades del concreto.*
Fuente: Elaboración propia.

Albañilería: $f'm = 65\ kg/cm^2$ (Tabla N°9 - NTE. E.070)

$E = 500xf'm\ kg/cm^2 = 30{,}000\ kg/cm^2$

$\gamma = 1{,}800\ kg/m^3$

$\mu = 0.25$

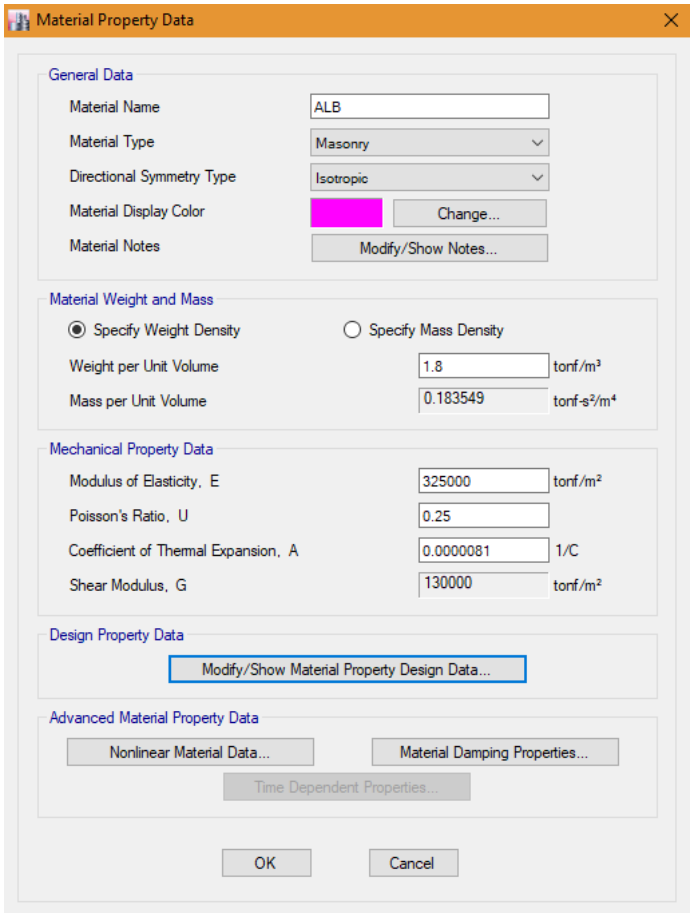


Ilustración 11.*Propiedades de Albañilería.*

Fuente: Elaboración propia.

6.2. REGLAMENTACIÓN Y NORMAS DE DISEÑO

Para el desarrollo estructural del proyecto se ha tenido en cuenta:

- Reglamento Nacional de Edificaciones:

  Norma E.020-2006: Cargas

  Norma E.030-2019: Diseño Sismorresistente

  Norma E.060-2009: Concreto Armado

  Norma E.070-2006: Albañilería

6.3. CARGAS DE GRAVEDAD

Las sobrecargas se evaluaron conforme a la norma E.020 *Cargas.*

- Cargas Vivas (L):

Aulas : 250 kg/m^2
Pasadizos : 400 kg/m^2
Azotea : 100 kg/m^2

Los pesos de los elementos no estructurales se calcularon a partir de sus dimensiones reales. A continuación, se detalla en peso total de los módulos I y II por piso:

- Cargas Muertas (D):

Módulo I

Peso primer piso : 482.34 Tn

Peso segundo piso : 429.55 Tn
Peso tercer piso : 398.61 Tn

Módulo II

Peso primer piso : 349.48 Tn

Peso segundo piso : 314.11 Tn
Peso tercer piso : 290.83 Tn

Para el cálculo del peso total de la edificación se usó el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva de los pisos típicos y el 25% de la carga viva de azotea según lo indicado en la Norma de Estructuras E.030 - 2019 *Diseño Sismorresistente* correspondiente a las edificaciones categoría A (edificaciones esenciales).

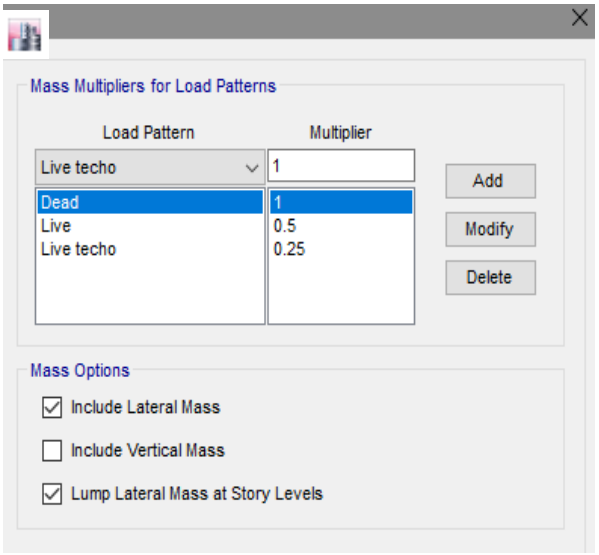


Ilustración 12.*Incidencias de las cargas de gravedad.*

Fuente: Elaboración propia.

- Peso Total (P):

Módulo I

Peso primer piso.

C.M. (100%) : 482.34 Tn

C.V. (50%) : 59.54 Tn

Peso segundo piso.

C.M. (100%) : 429.55 Tn

C.V. (50%) : 59.54 Tn

Peso tercer piso.

C.M. (100%) : 398.61 Tn

C.V. (50%) : 10.53 Tn

Módulo II

Peso primer piso

C.M. (100%) : 349.48 Tn

C.V. (50%) : 44.65 Tn

Peso segundo piso

C.M. (100%)	: 314.11 Tn
C.V. (50%)	: 44.65 Tn

Peso tercer piso

C.M. (100%)	: 290.83 Tn
C.V. (50%)	: 44.65 Tn

6.4. REQUISITOS GENERALES PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO

RESISTENCIA REQUERIDA

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

Las combinaciones de carga han sido tomadas de los reglamentos respectivos para su empleo en el diseño. Estas combinaciones son las siguientes:

1.4CM+1.7CV
1.25CM+1.25CV+-1.00SX
1.25CM+1.25CV+-1.00SY
0.9CM+-1.00SX
0.9CM+-1.00SY

Donde:

CM: Carga muerta
CV: Carga viva
CSx, CSy: Cargas de sismo en dirección x e y, respectivamente

6.5. DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño estructural se ha efectuado para el máximo efecto de las cargas sobre cada uno de los elementos empleando las combinaciones y los esfuerzos permisibles de las especificaciones del reglamento, además se ha escogido el valor máximo de las combinaciones de carga que señala el mismo.

Se resolvió las estructuras utilizando el programa de cómputo ETABS V.16.2.1, dicho programa permite trabajar con elementos tridimensionales considerando además la opción del diafragma rígido para el análisis dinámico.

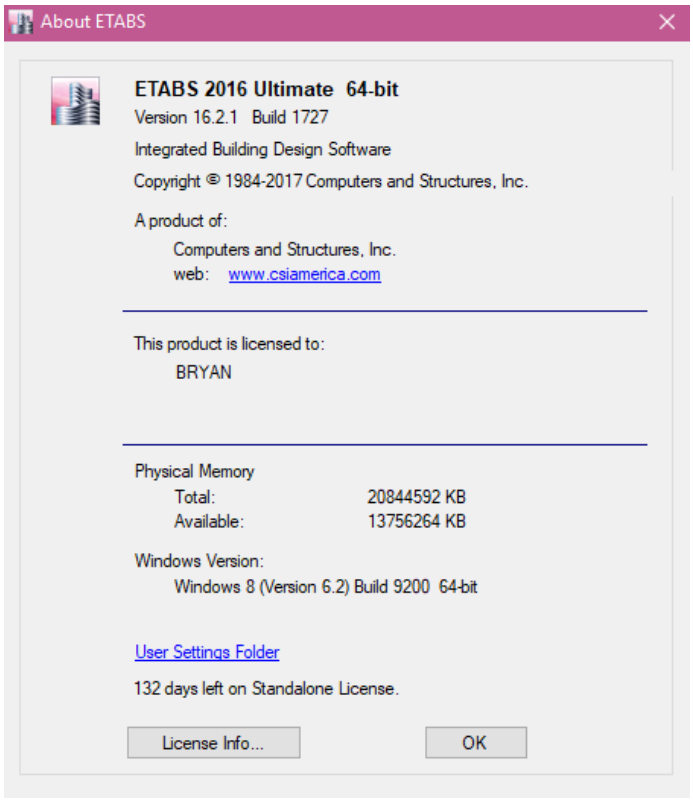


Ilustración 13.*Versión del Programa Etabs 2016 16.2.1.*
Fuente: Elaboración propia.

6.6. ANÁLISIS SÍSMICO

El análisis estructural y los diseños se realizan independientemente para cada caso, de acuerdo a la Norma Peruana de Diseño Sismorresistente (E-030), por tanto, se han considerado los siguientes parámetros:

- **Factor de zona**

  Edificio ubicado en el departamento de Ucayali-Pucallpa
  Zona 2 entonces: Z = 0.25

- **Factor de Uso**

  Edificación esencial (A): U = 1.50

- **Factor del suelo**

Suelo tipo S2 (Anexo D: Estudio de Suelos): S = 1.20

- **Periodos de vibración (seg.)**

Tp = 0.60
TL = 2.00

- **Factor de reducción**

En X-X Sistema estructural Dual: R = 7
En Y-Y Albañilería Armada: R = 3

6.7. ESPECTRO DE RESPUESTA

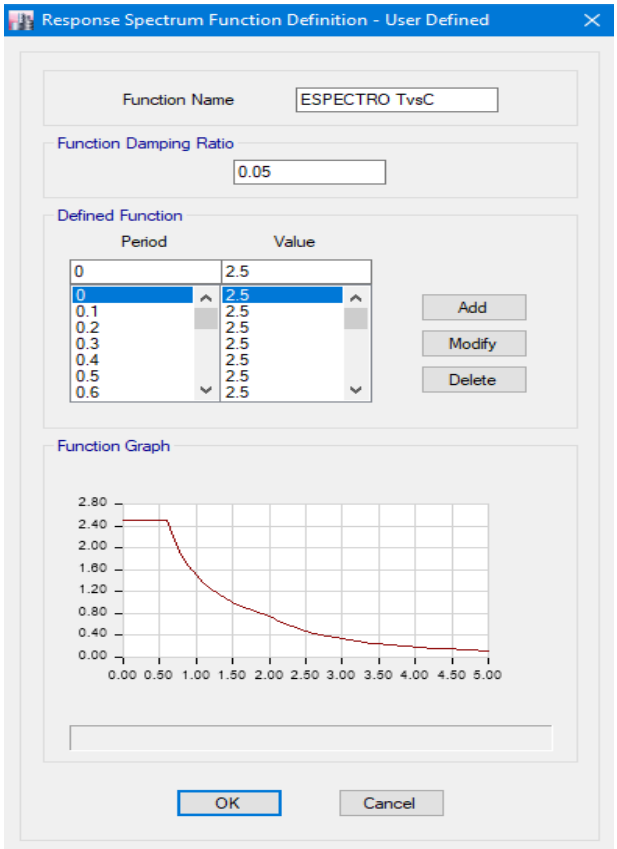


Ilustración 14.*Espectro de respuesta en direcciones horizontes.*

Fuente: Elaboración propia.

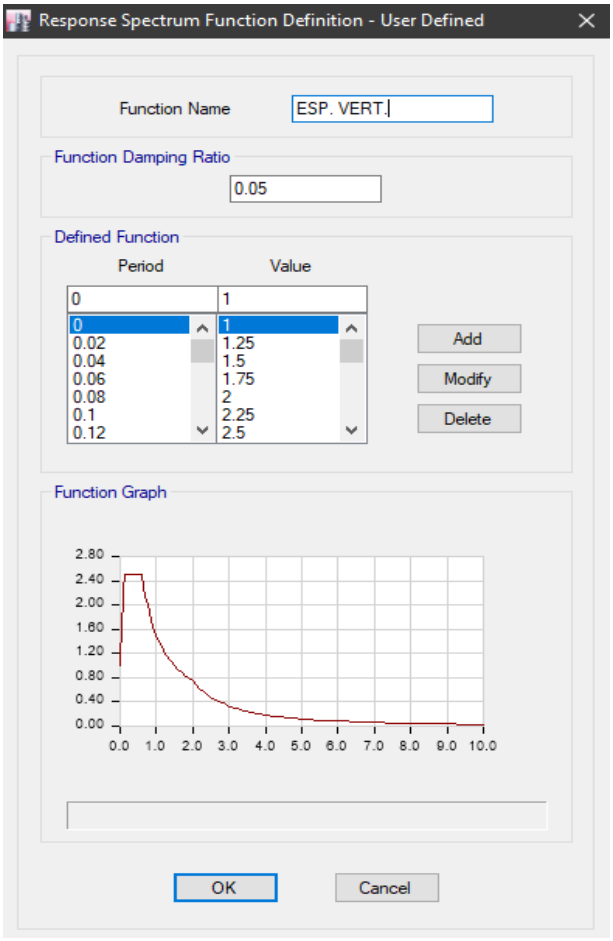


Ilustración 15. *Espectro de respuesta en dirección vertical.*

Fuente: Elaboración propia.

6.8. ANÁLISIS DINÁMICO

Análisis por combinación modal espectral

- Aceleración Espectral

  Se aplicará la fórmula del espectro inelástico de pseudo-aceleraciones para cada vector horizontal.

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} . g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

- Criterios de combinación.

El análisis sísmico de los módulos se realizó siguiendo los criterios de la Norma de diseño sismorresistente E.030 (2019). La respuesta máxima elástica esperada (r) de los diferentes modos de vibración (ri) se determinaron mediante la combinación cuadrática completa CQC de los valores calculados en cada modo:

$$r = \sqrt{\sum\sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

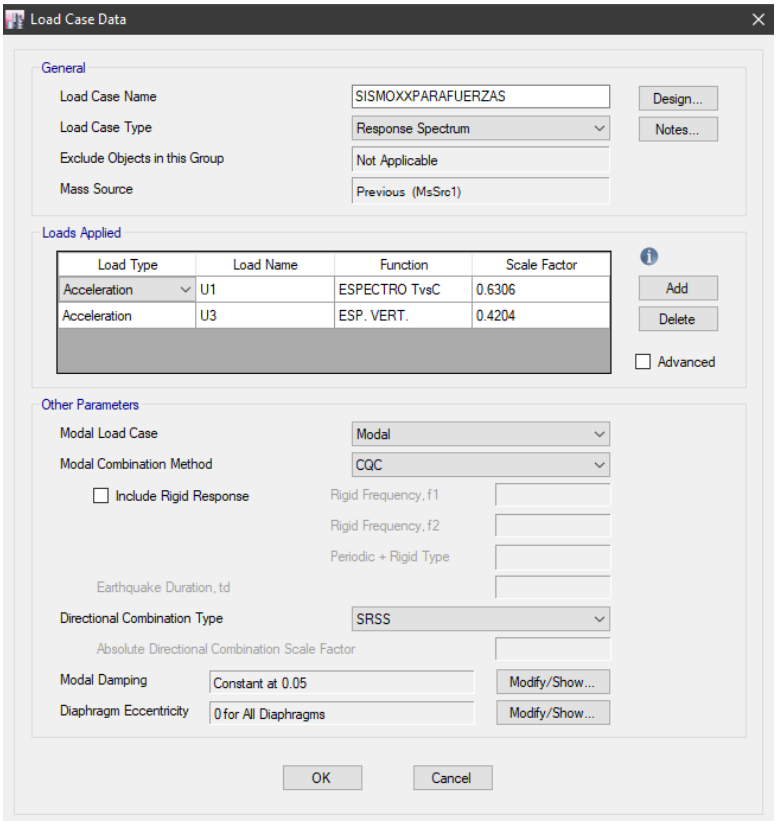


Ilustración 16. *Combinación cuadrática completa (CQC) en la dirección* ***x.***
Fuente: Elaboración propia.

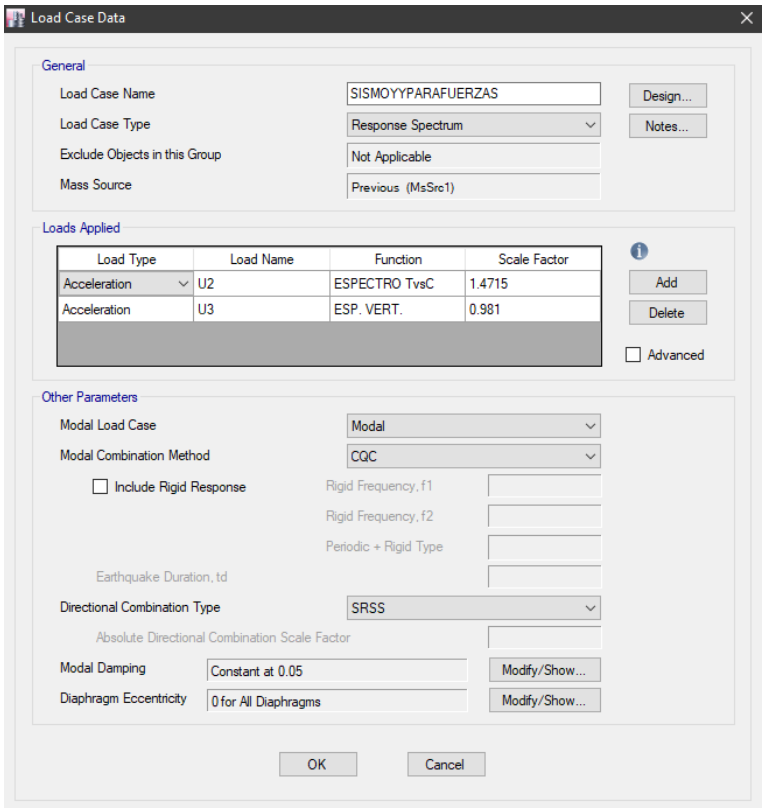


Ilustración 17. *Combinación cuadrática completa (CQC) en la dirección* ***y****.*
Fuente: Elaboración propia.

6.9. MODELAMIENTO SÍSMICO DEL MÓDULO I PROPUESTO.

El modelo estructural del Módulo I (Izquierdo) se muestra a continuación (Ilustraciones 1, 2 y 3), en el cual se incluyeron los parámetros indicados en los capítulos anteriores.

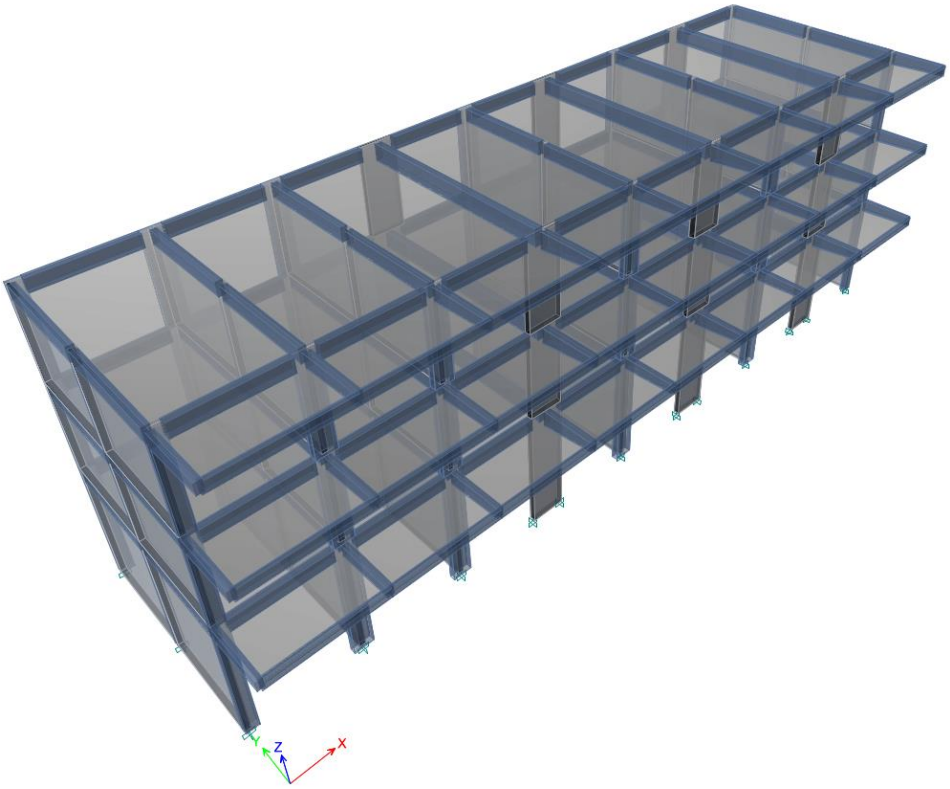


Ilustración 18. *Vista del modelo estructural del Módulo I (IZQUIERDO). Los elementos no estructurales fueron ingresados como cargas permanentes.*
Fuente: Elaboración propia.

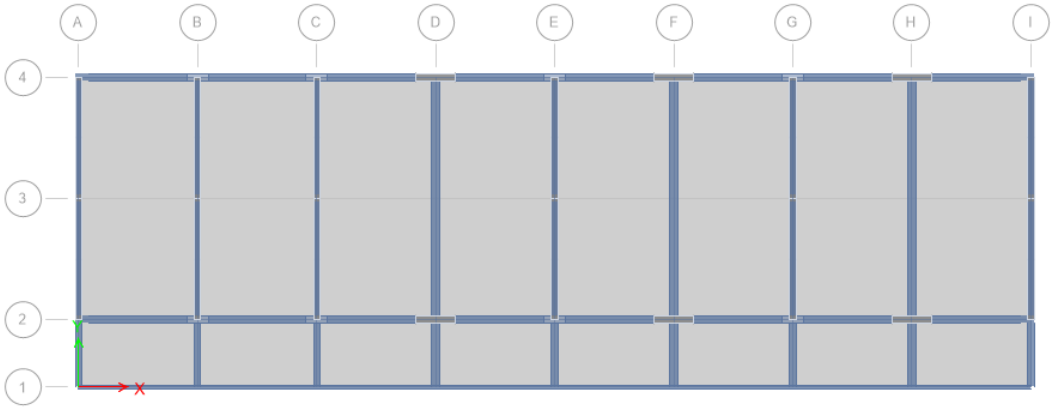


Ilustración 19. *Vista de la planta del 1er Nivel del Módulo I de 03 Pisos (IZQUIERDO).*
Fuente: Elaboración propia.

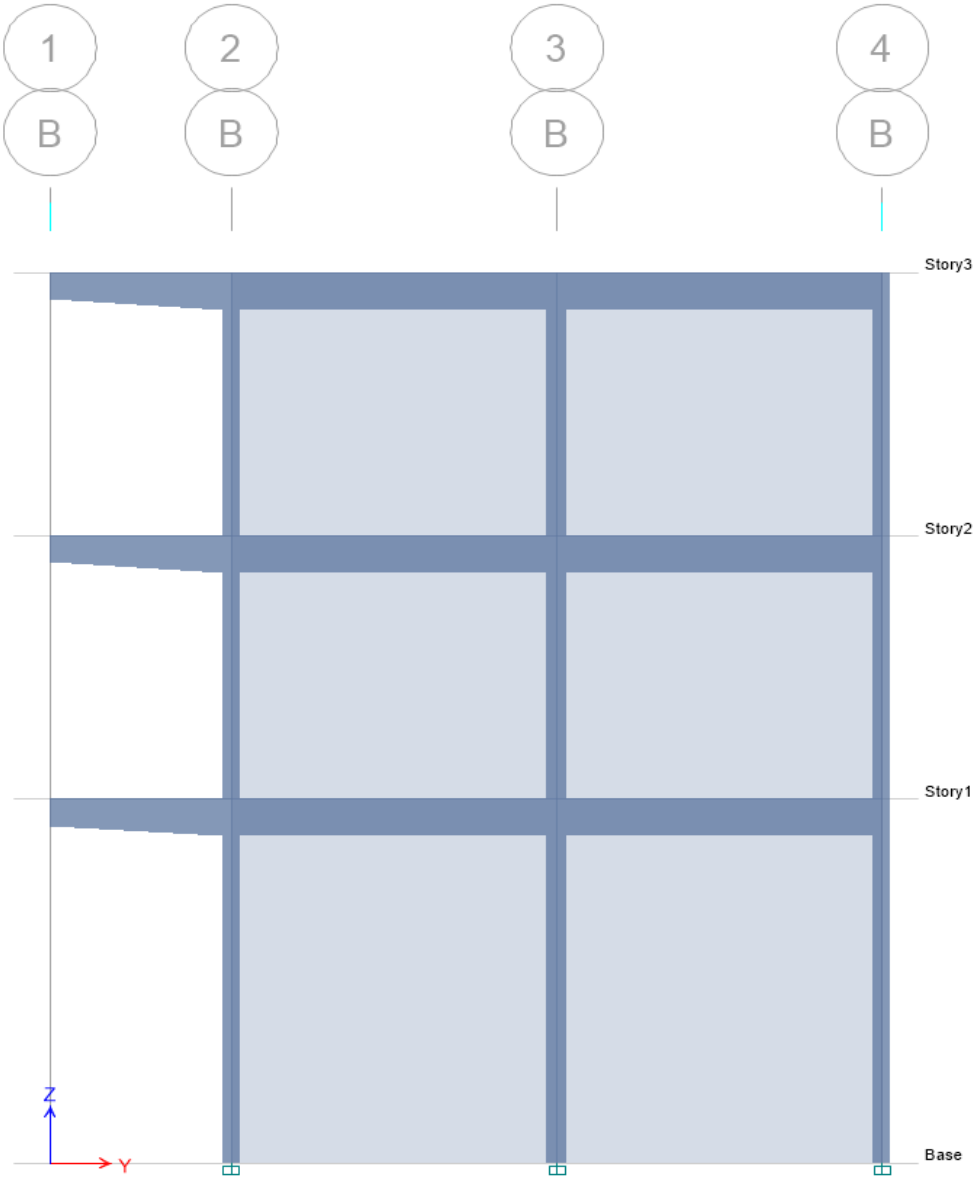


Ilustración 20. *Vista lateral del Módulo I de 03 Pisos (Izquierdo). Fuente: Elaboración propia.*

6.9.1 Modos de vibración del Módulo I propuesto

Forma de modo (Periodo fundamental) = 0.466 seg dirección Ux; 0.204seg en dirección Uy.

Tabla 27. Modos de vibración del Módulo I propuesto.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.466	0.898	4.68E-05	0	1.28E-05	0.2122	0.0008
Modal	2	0.204	0.0003	0.5859	0	0.1532	2.02E-05	0.3147
Modal	3	0.152	0.0003	0.3027	0	0.0738	0.0001	0.5716
Modal	4	0.133	0.0825	6.69E-06	0	0.0001	0.7159	0.0006
Modal	5	0.066	0.0039	0.0409	0	0.2963	0.0098	0.0218
Modal	6	0.066	0.0078	0.0272	0	0.1988	0.0237	0.0134
Modal	7	0.049	3.67E-05	0.0335	0	0.238	0.0003	0.0683
Modal	8	0.043	0	2.79E-06	0	1.33E-05	0	1.54E-06
Modal	9	0.043	0	6.48E-06	0	3.19E-05	0	5.00E-06

Fuente: Elaboración propia.

6.9.2 Desplazamientos relativos de entrepiso (drift) del Módulo I propuesto

Tabla 28. Desplazamientos relativos (drift) y total del Módulo I propuesto.

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
Story1	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.00478	DUAL	OK
Story1	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00115	ALBAÑILERIA	OK
Story2	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.00519	DUAL	OK
Story2	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00127	ALBAÑILERIA	OK
Story3	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00334	DUAL	OK
Story3	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00100	ALBAÑILERIA	OK

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos relacionados con los desplazamientos relativos de entrepiso, se concluye que la estructura del Módulo izquierdo (Típico) cumple con los requisitos de desplazamiento exigidos en tabla N° 11 por la Norma E.030 - 2019 Diseño Sismorresistente.

6.9.3 Peso estructural del Módulo I propuesto

Tabla 29. Peso estructural del Módulo I propuesto.

Story	C.M.	C.V.	TOTAL
Story1	482.3700	59.5350	541.9050
Story2	429.5797	59.5350	489.1147
Story3	398.6452	10.5300	409.1752
		TOTAL	1440.19

Fuente: Elaboración propia.

6.9.4 Verificación de irregularidades del Módulo I propuesto

6.9.4.1 Irregularidades estructurales en altura

Comprobación de irregularidad por rigidez – Piso blando

Tabla 30. Comprobación de irregularidad en Piso blando del Módulo I propuesto.

Dirección X-X

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX m	Desplazx (cm)	Desplaz. Relativo
PRIMER PISO	D1	sismoXXPARAFUERZASMax	0.00489	2.57	2.569
SEGUNDO PISO	D2	sismoXXPARAFUERZASMax	0.00870	4.57	2.000
TERCER PISO	D3	sismoXXPARAFUERZASMax	0.01113	5.84	1.274

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (70%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	196.908	76.6374		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	150.590	75.3056	52.71	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	74.457	58.4351	40.90	

Dirección Y-Y

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	**Diaphragm**	**Load Case/Combo**	**UY m**	**Desplaz Y (cm)**	**Desplaz. Relativo**
PRIMER PISO	D1	sismoYYPARAFUERZASMax	0.001474	0.33	0.332
SEGUNDO PISO	D2	sismoYYPARAFUERZASMax	0.002642	0.59	0.263
TERCER PISO	D3	sismoYYPARAFUERZASMax	0.003585	0.81	0.495

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (70%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	352.215	1062.009		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	270.263	1028.397	719.88	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	137.194	277.118	193.98	

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad Extrema de Rigidez ´

Tabla 31. Comprobación de irregularidad Extrema de Rigidez del Módulo I propuesto.

Dirección X-X

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	**Diaphragm**	**Load Case/Combo**	**UX m**	**Desplazx (cm)**	**Desplaz. Relativo**
PRIMER PISO	D1	sismoXXPARAFUERZASMax	0.004894	2.57	2.569
SEGUNDO PISO	D2	sismoXXPARAFUERZASMax	0.008703	4.57	2.000
TERCER PISO	D3	sismoXXPARAFUERZASMax	0.011130	5.84	1.274

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (60%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	196.908	76.6374		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	150.590	75.3056	45.18	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	74.457	58.4351	35.06	

Dirección Y-Y

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	**Diaphragm**	**Load Case/Combo**	**UY m**	**DesplazY (cm)**	**Desplaz. Relativo**
PRIMER PISO	D1	sismoYYPARAFUERZASMax	0.001474	0.33	0.332
SEGUNDO PISO	D2	sismoYYPARAFUERZASMax	0.002642	0.59	0.263
TERCER PISO	D3	sismoYYPARAFUERZASMax	0.003585	0.81	0.495

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (70%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	352.215	1062.009		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	270.263	1028.397	617.04	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	137.194	277.118	166.27	

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad de Masa y Peso del Módulo I propuesto.

Tabla 32. Comprobación de irregularidad de Masa y Peso del Módulo I propuesto.

PISOS	PESOS	
PISO 1	541.9050	**NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO**
PISO 2	489.1147	
PISO 2 (1.5)	733.6721	

PISOS	PESOS	
PISO 2	489.1147	**NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO**
PISO 3	409.1752	
PISO 2 (1.5)	613.7628	

Fuente:Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad Geométrica Vertical del Módulo I propuesto.

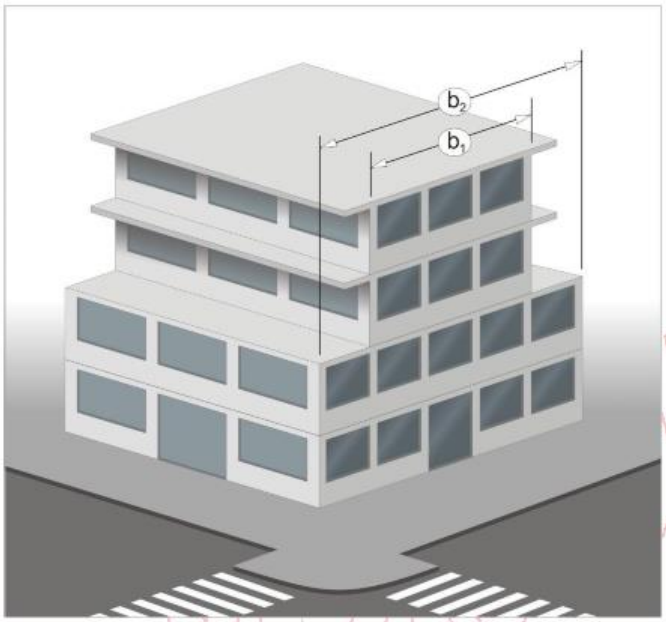


Ilustración 21. *Vista isométrica para verificación de irregularidad geométrica vertical en Módulo I propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

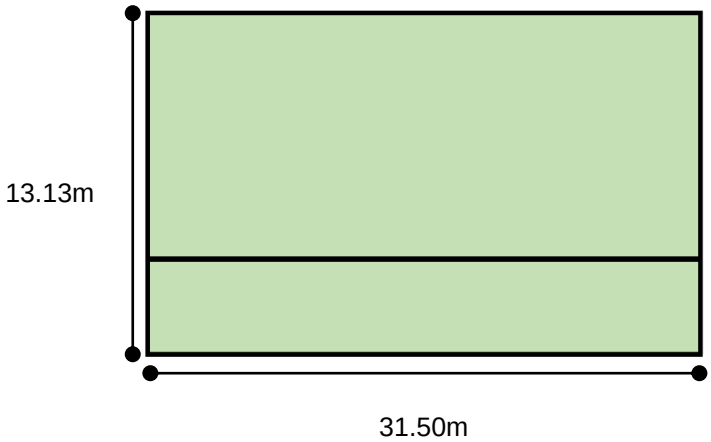


Ilustración 22. *Dimensiones en planta en Módulo I propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Comprobación de irregularidad Geométrica Vertical del Módulo I propuesto.

PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 1	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	31.50 m		
PISOS	**Dimensión XX**	**Ratio**	
PISO 2	31.50 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	31.50 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 1	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	13.13 m		
PISOS	**Dimensión YY**	**Ratio**	
PISO 2	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	13.13 m		

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad de discontinuidad en los Elementos Resistentes del Módulo I propuesto.

Según la norma E.030 -2019. Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más del 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.

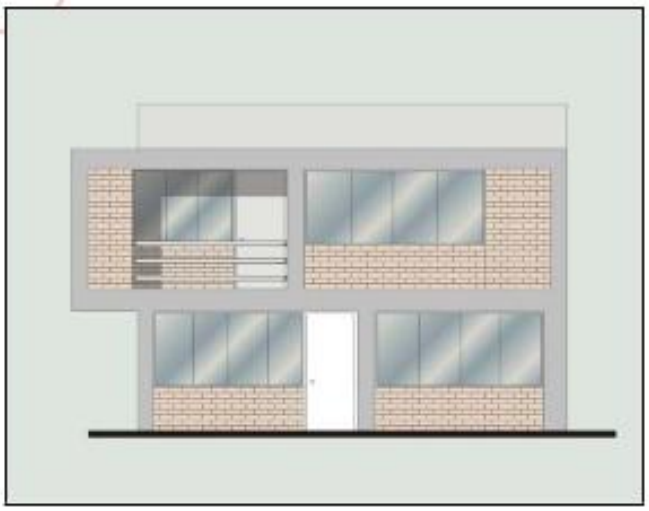


Ilustración 23. *Vista de discontinuidad en elementos resistentes.*
Fuente: Elaboración propia.

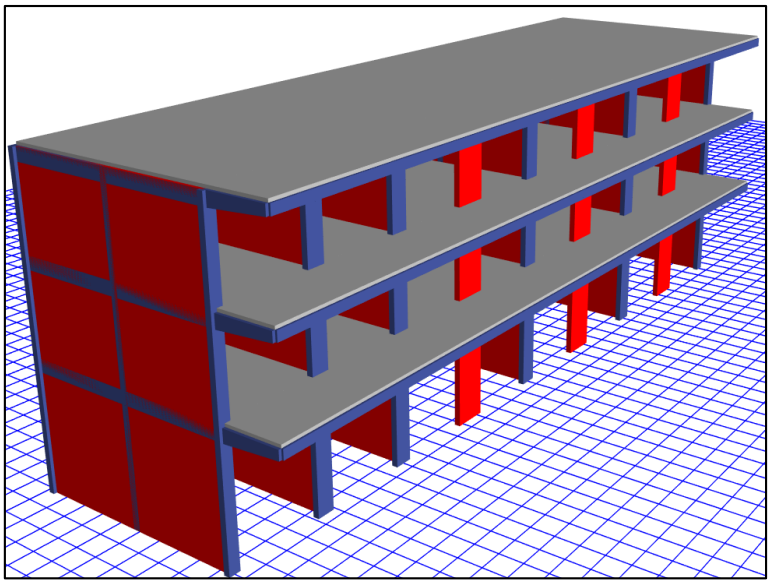


Ilustración 24. *No se observa desalineamiento vertical (Regular) en Módulo I propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

6.9.4.2 Irregularidades estructurales en planta

Comprobación de irregularidad Torsional del Módulo I propuesto.

Tabla 34. Comprobación de irregularidad Torsional del Módulo I propuesto.

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesXX Max	X	0.013009	0.012852	1.012	REGULAR	NO
Story2	ESPdesXX Max	X	0.020230	0.020029	1.010	REGULAR	SI
Story1	ESPdesXX Max	X	0.025821	0.025623	1.008	REGULAR	SI

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesYY Max	Y	0.003895	0.002696	1.445	REGULAR	NO
Story2	ESPdesYY Max	Y	0.004959	0.003434	1.444	REGULAR	NO
Story1	ESPdesYY Max	Y	0.006209	0.004312	1.440	REGULAR	NO

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad Torsional Extrema del Módulo I propuesto.

Tabla 35. Comprobación de irregularidad Torsional Externa del Módulo I propuesto.

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesXX Max	X	0.013009	0.012852	1.012	REGULAR	NO
Story2	ESPdesXX Max	X	0.020230	0.020029	1.010	REGULAR	SI
Story1	ESPdesXX Max	X	0.025821	0.025623	1.008	REGULAR	SI

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesYY Max	Y	0.003895	0.002696	1.445	REGULAR	NO
Story2	ESPdesYY Max	Y	0.004959	0.003434	1.444	REGULAR	NO
Story1	ESPdesYY Max	Y	0.006209	0.004312	1.440	REGULAR	NO

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de esquinas entrantes del Módulo I propuesto.

Según la norma E.030 - 2019, la estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

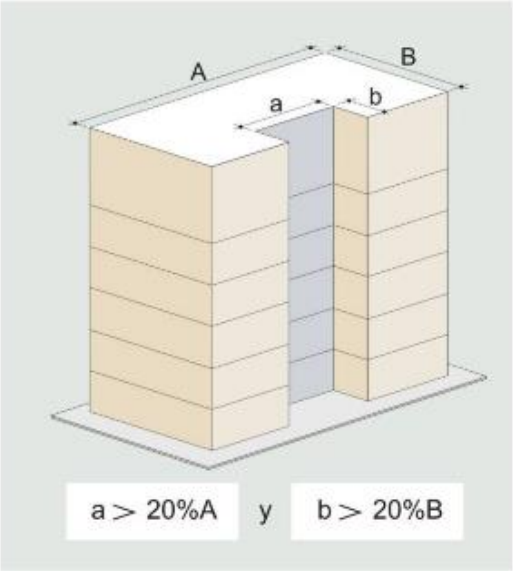


Ilustración 25. *Vista isométrica de esquinas entrantes.*
Fuente: Elaboración propia.

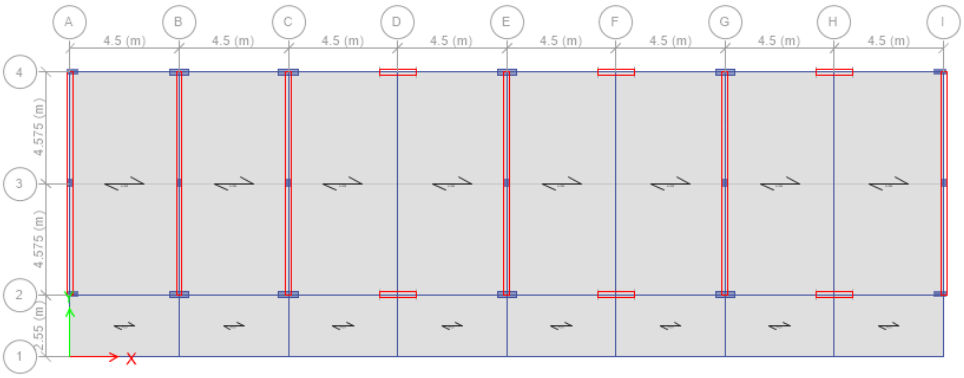


Ilustración 26. *No se observan esquinas entrantes (Regular) en Módulo I propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de discontinuidad del diafragma Módulo I propuesto.

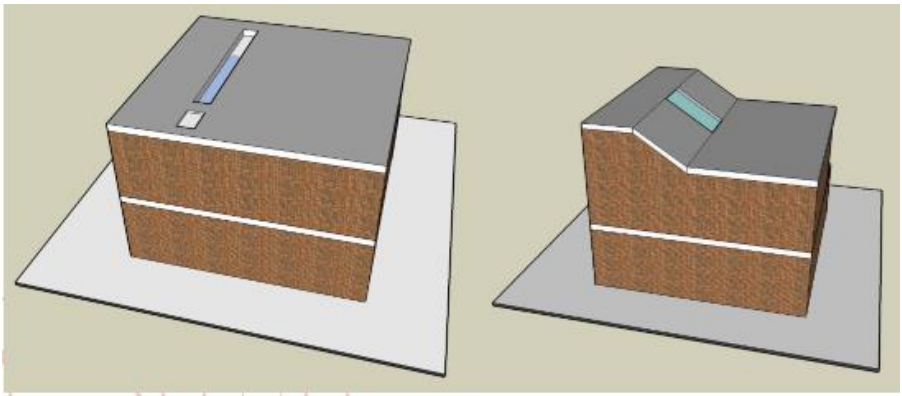


Ilustración 27. *Diafragmas con discontinuidades abruptas.*

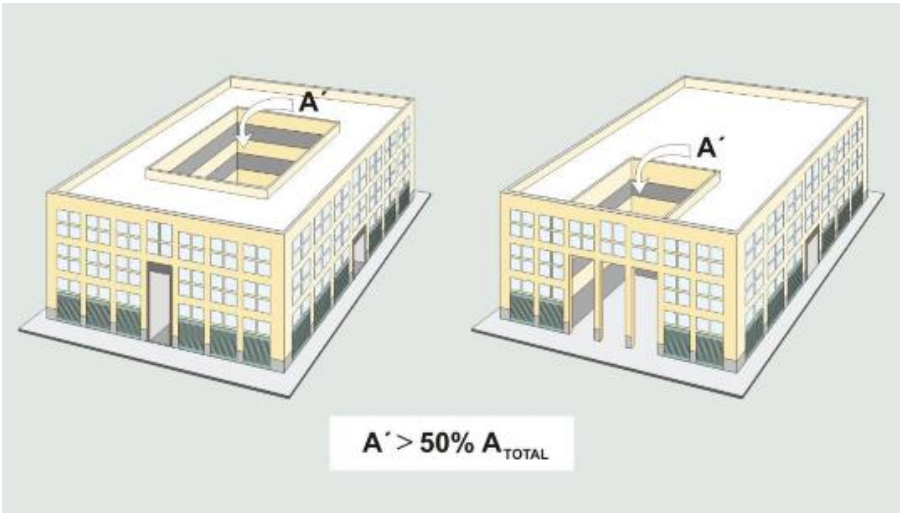


Ilustración 28. *Diafragmas con aberturas.*

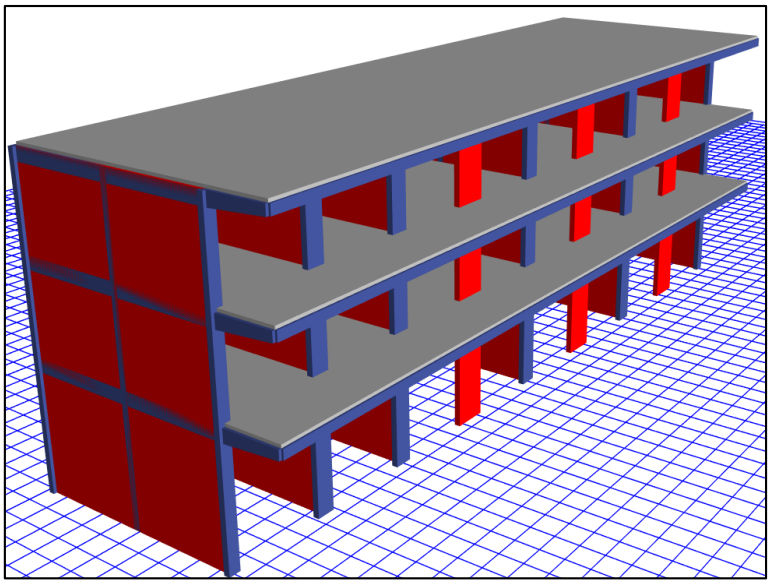


Ilustración 29.*No se observan discontinuidad abrupta en los diafragmas ni aberturas en el diafragma.*
Fuente: Elaboración propia.

6.9.5 Cortante Dinámica del Módulo I propuesto.

Tabla 36. Cortante Dinámica del Módulo I propuesto.

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
Story3	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	74.4566	1.5146
Story3	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	2.7369	137.1941
Story2	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	150.5904	2.8666
Story2	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	5.8857	270.2628
Story1	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	196.9082	3.7554
Story1	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	8.7631	352.2152

Fuente: Elaboración propia.

Según la RNE E.030 - 2019 La fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor al 80% del valor calculado en la fuerza cortante en la base (Fuerzas estáticas) para estructuras regulares:

Tabla 37. Verificación de la fuerza cortante del primer piso del Módulo I propuesto.

Dirección	Cortante Estática	80% C.E.	Cortante Dinámica	Verificación
X-X	231.45 Tn	185	197 Tn	OK
Y-Y	540.04 Tn	432	352 Tn	ESCALAR

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los valores de la cortante dinámica en Y-Y son menores a los de la cortante estática (VY-Y = 540.04 Tn), se procedió a incrementarlos en la misma dirección para cumplir con los mínimos señalados, debiéndose escalar proporcionalmente todos los resultados obtenidos excepto los desplazamientos.

Tabla 38. Factores de escala del Módulo I propuesto.

Dirección	Factores de Escala	Sa'	Za'
XX	0.94	-	-
YY	1.23	1.8050	1.2033

Fuente: Elaboración propia.

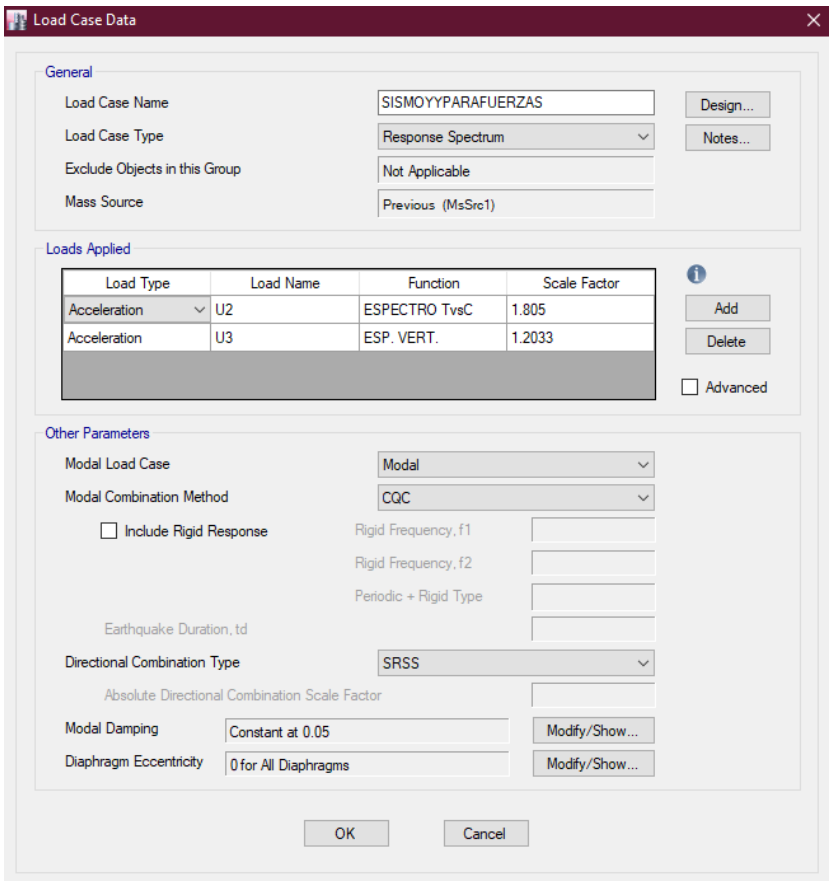


Ilustración 30. *Valores para U2 y U3 escalados en Módulo I propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

Luego de del escalado de los valores se comprobó que la cortante dinámica en Y-Y cumple con los requisitos mínimos de la norma para una estructura regular.

Tabla 39. Comprobación de la cortante dinámica del Módulo I propuesto.

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
Story3	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	74.4566	1.5146
Story3	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	3.3572	168.2876
Story2	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	150.5904	2.8666
Story2	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	7.2196	331.515
Story1	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	196.9082	3.7554
Story1	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	10.7492	432.041

6.10 MODELAMIENTO SÍSMICO DEL MÓDULO II PROPUESTO.

El modelo estructural del Módulo II (Derecho) se muestra a continuación (Figuras 05, 06 y 07), en el cual se incluyeron los parámetros indicados en los capítulos anteriores.

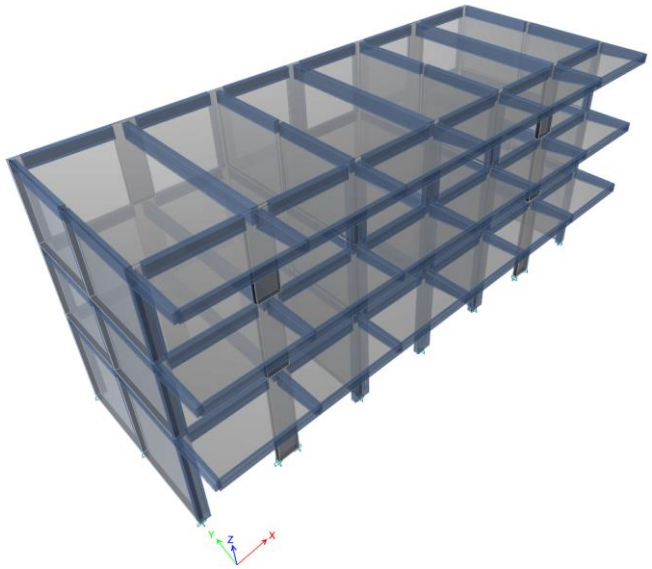


Ilustración 31. *Vista del modelo estructural del Módulo II (DERECHO). Los elementos no estructurales fueron ingresados como cargas permanentes.*
Fuente: Elaboración propia.

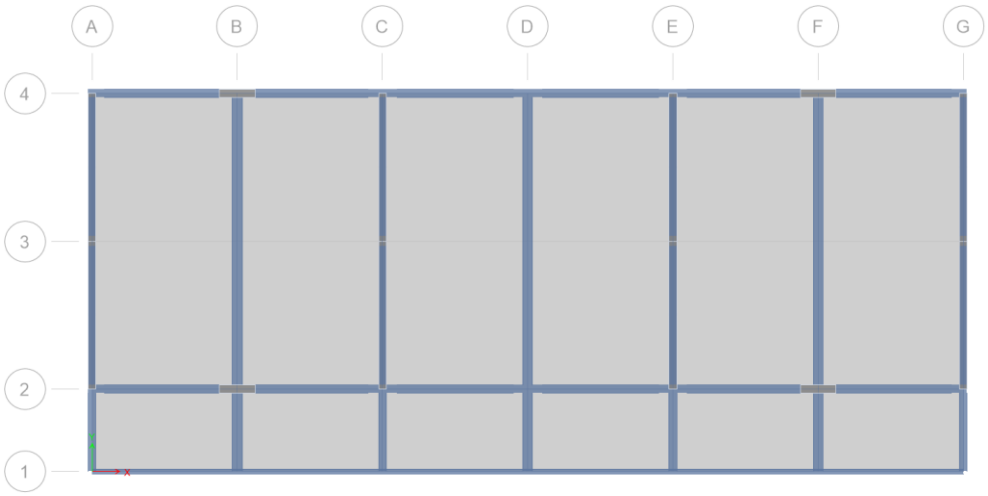


Ilustración 32. *Vista de la planta del 1er Nivel del Módulo II de 03 Pisos (DERECHO).*
Fuente: Elaboración propia.

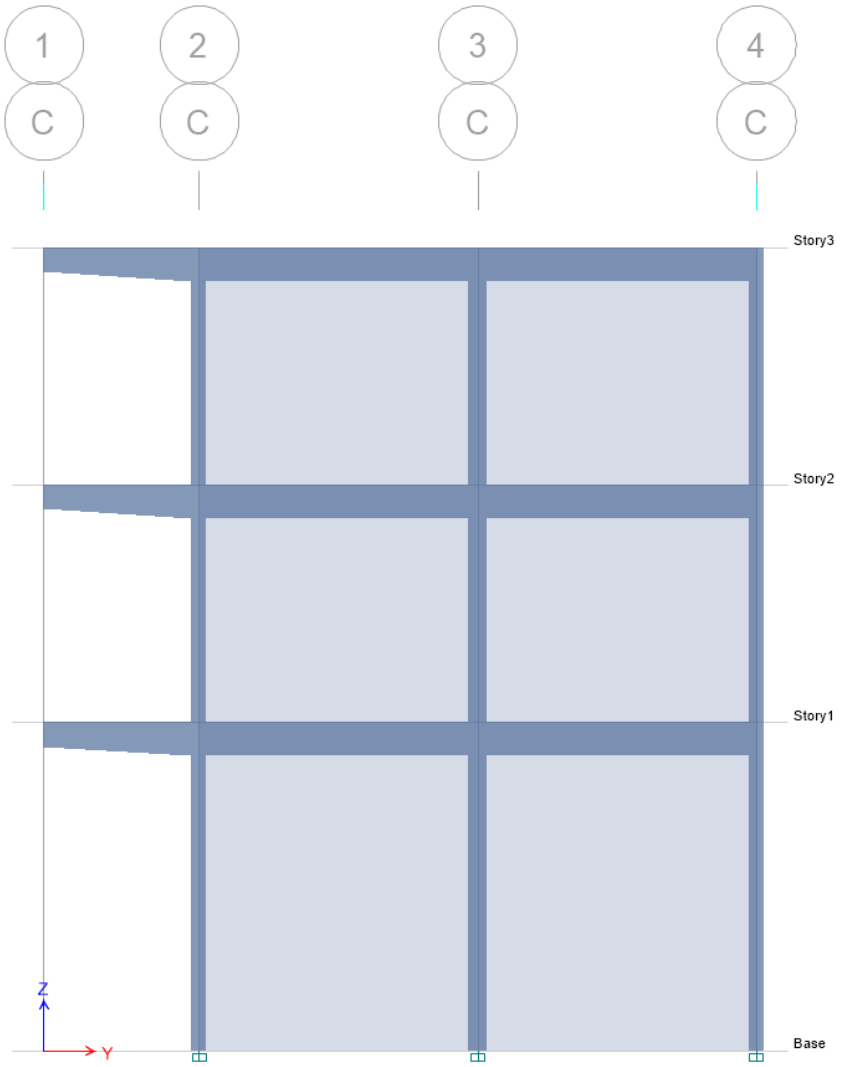


Ilustración 33. *Vista lateral del Módulo II de 03 Pisos (Derecho).*
Fuente: Elaboración propia.

6.10.1 Modos de Vibración del Módulo II propuesto

Forma de modo (Periodo fundamental) = 0.8849seg dirección Ux; 0.6167seg en dirección Uy.

Tabla 40. Modos de vibración del Módulo II propuesto.

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
Modal	1	0.467	0.8849	2.25E-05	0	5.86E-06	0.2394	0.0014
Modal	2	0.199	0.0004	0.6167	0	0.1581	0.0001	0.2837
Modal	3	0.172	0.0004	0.2796	0	0.0707	0.0002	0.6049
Modal	4	0.128	0.086	6.69E-06	0	4.28E-05	0.6777	0.0002
Modal	5	0.064	0	0.0728	0	0.5583	0.0001	0.0277
Modal	6	0.056	0.0015	0.0246	0	0.1887	0.003	0.0686
Modal	7	0.053	0.0265	0.0012	0	0.0089	0.0783	0.0062
Modal	8	0.039	0.0002	0.0042	0	0.0123	0.0005	0.0015
Modal	9	0.033	0.0002	0.0009	0	0.0028	0.0007	0.0057

Fuente: Elaboración propia.

6.10.2 Desplazamientos relativos de entrepiso (drift) del Módulo II propuesto.

Tabla 41. Desplazamientos relativos (drift) y total del Módulo II propuesto.

Story	Load Case/Combo	Item	Max Drift	Sistema Estructural	Verificación
Story1	ESPdespXX Max	Diaph D1 X	0.00431	DUAL	OK
Story1	ESPdespYY Max	Diaph D1 Y	0.00102	ALBAÑILERIA	OK
Story2	ESPdespXX Max	Diaph D2 X	0.00594	DUAL	OK
Story2	ESPdespYY Max	Diaph D2 Y	0.00114	ALBAÑILERIA	OK
Story3	ESPdespXX Max	Diaph D3 X	0.00339	DUAL	OK
Story3	ESPdespYY Max	Diaph D3 Y	0.00089	ALBAÑILERIA	OK

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a los resultados obtenidos relacionados con los desplazamientos relativos de entrepiso, se concluye que la estructura del Módulo derecho (Típico)

cumple con los requisitos de desplazamiento exigidos por la Norma E.030 - 2019 Diseño Sismorresistente.

6.10.3 Peso estructural del Módulo II propuesto

Tabla 42.Peso estructural del Módulo II propuesto.

Story	Muerta	Viva	TOTAL
PRIMER PISO	349.4635	44.6513	394.1148
SEGUNDO PISO	314.0899	44.6513	358.7412
TERCER PISO	290.8488	7.8975	298.7463
		TOTAL	1051.60

Fuente: Elaboración propia.

6.10.4 Verificación de irregularidades del Módulo II propuesto.

6.10.4.1 Irregularidades estructurales en altura

Comprobación de irregularidad por rigidez – Piso blando del Módulo II propuesto.

Tabla 43. Comprobación de irregularidad en Piso blando del Módulo II propuesto.

Dirección X-X

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX m	Desplazx (cm)	Desplaz. Relativo
PRIMER PISO	D1	sismoXXPARAFUERZASMax	0.00439	2.31	2.307
SEGUNDO PISO	D2	sismoXXPARAFUERZASMax	0.00874	4.59	2.281
TERCER PISO	D3	sismoXXPARAFUERZASMax	0.01118	5.87	1.282

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (70%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	141.325	61.2632		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	110.316	48.3714	33.86	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	54.488	42.5006	29.75	

Dirección Y-Y

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY m	DesplazY (cm)	Desplaz. Relativo
PRIMER PISO	D1	sismoYYPARAFUERZAS Max	0.00161	0.36	0.361
SEGUNDO PISO	D2	sismoYYPARAFUERZAS Max	0.00287	0.64	0.284
TERCER PISO	D3	sismoYYPARAFUERZAS Max	0.00385	0.87	0.221

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (70%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	281.665	779.966		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	215.514	759.586	531.71	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	108.472	489.937	342.96	

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad Extrema de Rigidez del Módulo II propuesto.

Tabla 44. Comprobación de irregularidad Extrema de Rigidez del Módulo II propuesto.

Dirección X-X

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX m	Desplazx (cm)	Desplaz. Relativo
PRIMER PISO	D1	sismoXXPARAFUERZASMax	0.004394	2.31	2.307
SEGUNDO PISO	D2	sismoXXPARAFUERZASMax	0.008738	4.59	2.281
TERCER PISO	D3	sismoXXPARAFUERZASMax	0.011180	5.87	1.282

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (60%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	141.325	61.2632		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	110.316	48.3714	29.02	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoXXPARAFUERZASMax	54.488	42.5006	25.50	

Dirección Y-Y

Diaphragm Center of Mass Displacements					
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UY m	DesplazY (cm)	Desplaz. Relativo
PRIMER PISO	D1	sismoYYPARAFUERZASMax	0.001605	0.36	0.361
SEGUNDO PISO	D2	sismoYYPARAFUERZASMax	0.002866	0.64	0.284
TERCER PISO	D3	sismoYYPARAFUERZASMax	0.00385	0.87	0.221

Story	Load Case/Combo	Fuerza Cortante del Entrepiso	Rigidez Lateral	Rigidez Lateral (60%)	Resultado
PRIMER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	281.665	779.966		**REGULAR**
SEGUNDO PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	215.514	759.586	455.75	**REGULAR**
TERCER PISO	sismoYYPARAFUERZASMax	108.472	489.937	293.96	

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad de Masa y Peso del Módulo II propuesto.

Tabla 45. Comprobación de irregularidad de Masa y Peso del Módulo II propuesto.

PISOS	PESOS	
PISO 1	394.1148	**NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO**
PISO 2	358.7412	
PISO 2 (1.5)	538.1117	

PISOS	PESOS	
PISO 2	358.7412	**NO TIENE IRREGULARIDAD DE MASA O PESO**
PISO 3	298.7463	
PISO 2 (1.5)	448.1195	

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad Geométrica Vertical del Módulo II propuesto.

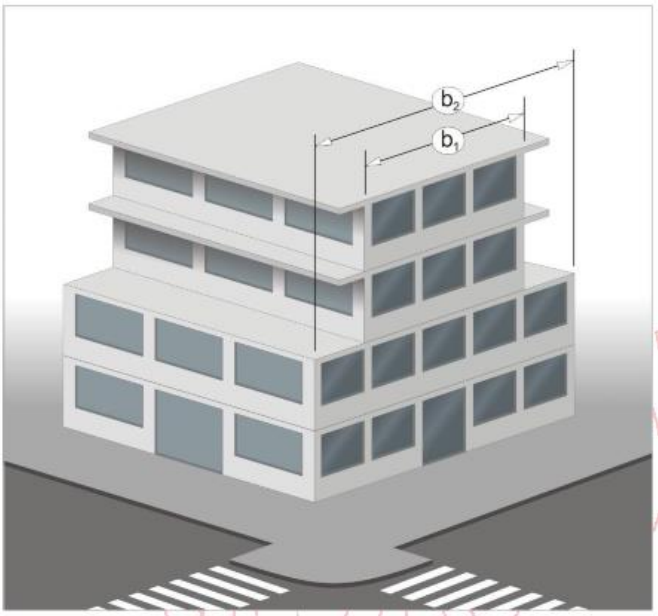


Ilustración 34.*Vista isométrica para verificación de irregularidad geométrica vertical.*
Fuente: Elaboración propia.

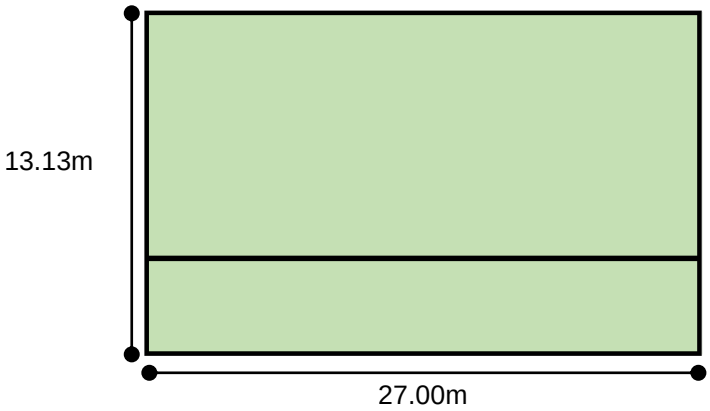


Ilustración 35.*Dimensiones en planta en Módulo II propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Comprobación de irregularidad Geométrica Vertical del Módulo II propuesto.

PISOS	Dimensión XX	Ratio	
PISO 1	27.00 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	27.00 m		
PISOS	**Dimensión XX**	**Ratio**	
PISO 2	27.00 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	27.00 m		

PISOS	Dimensión YY	Ratio	
PISO 1	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 2	13.13 m		
PISOS	**Dimensión YY**	**Ratio**	
PISO 2	13.13 m	1	NO TIENE IRREGULARIDAD DE GEOMETRIA VERTICAL
PISO 3	13.13 m		

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad de discontinuidad en los Elementos Resistentes del Módulo II propuesto.

Según la norma E.030 - 2019. Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más del 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.

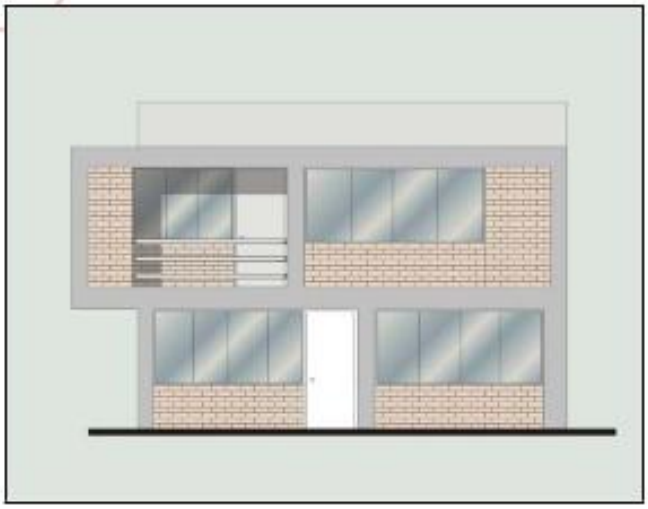


Ilustración 36. *Vista de discontinuidad en elementos resistentes.*
Fuente: Elaboración propia.

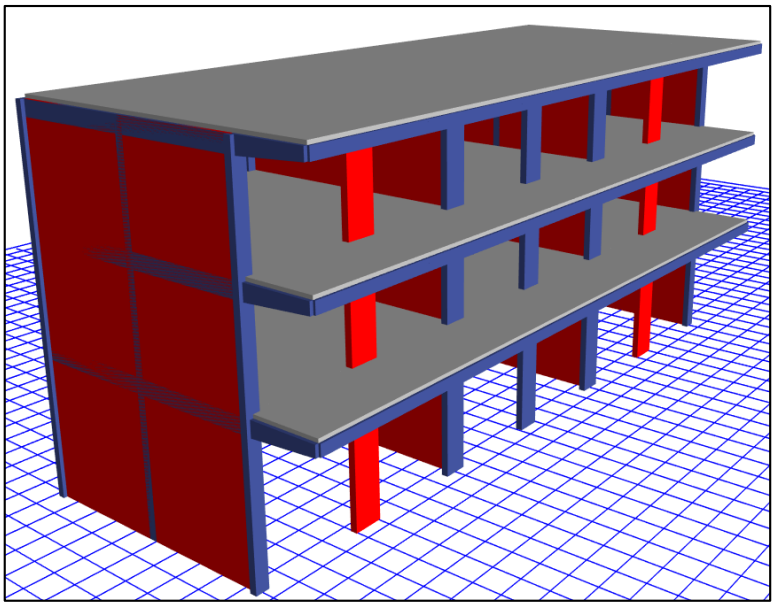


Ilustración 37. *No se observa desalineamiento vertical (Regular) en Módulo II propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

6.10.4.2 Irregularidades estructurales en planta

Comprobación de irregularidad Torsional del Módulo II propuesto.

Tabla 47.*Comprobación de irregularidad Torsional del Módulo II propuesto.*

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesXX Max	X	0.013225	0.012946	1.022	REGULAR	NO
Story2	ESPdesXX Max	X	0.023167	0.022801	1.016	REGULAR	SI
Story1	ESPdesXX Max	X	0.023292	0.022948	1.015	REGULAR	SI

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesYY Max	Y	0.003479	0.002708	1.285	REGULAR	NO
Story2	ESPdesYY Max	Y	0.004454	0.003464	1.286	REGULAR	NO
Story1	ESPdesYY Max	Y	0.005501	0.004312	1.276	REGULAR	NO

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de irregularidad Torsional Extrema del Módulo II propuesto.

Tabla 48.*Comprobación de irregularidad Torsional Extrema del Módulo II propuesto.*

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesXX Max	X	0.013225	0.012946	1.022	REGULAR	NO
Story2	ESPdesXX Max	X	0.023167	0.022801	1.016	REGULAR	SI
Story1	ESPdesXX Max	X	0.023292	0.022948	1.015	REGULAR	SI

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Resultado	Mayor a 50% PERM
			m	m			
Story3	ESPdesYY Max	Y	0.003479	0.002708	1.285	REGULAR	NO
Story2	ESPdesYY Max	Y	0.004454	0.003464	1.286	REGULAR	NO
Story1	ESPdesYY Max	Y	0.005501	0.004312	1.276	REGULAR	NO

Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de esquinas entrantes del Módulo II propuesto.

Según la norma E.030 -2019, se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.

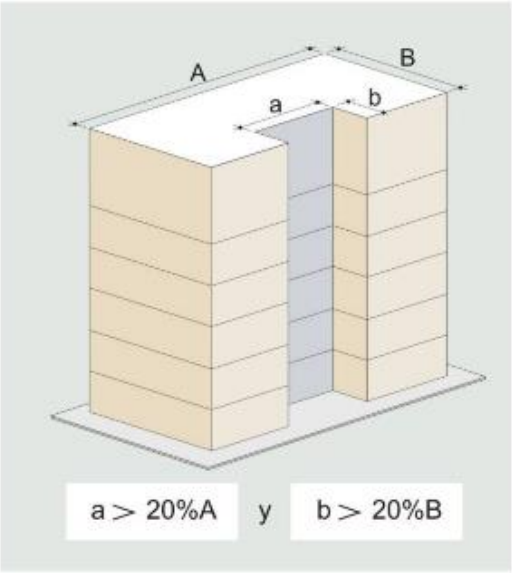


Ilustración 38. *Vista isométrica de esquinas entrantes.*
Fuente: Elaboración propia.

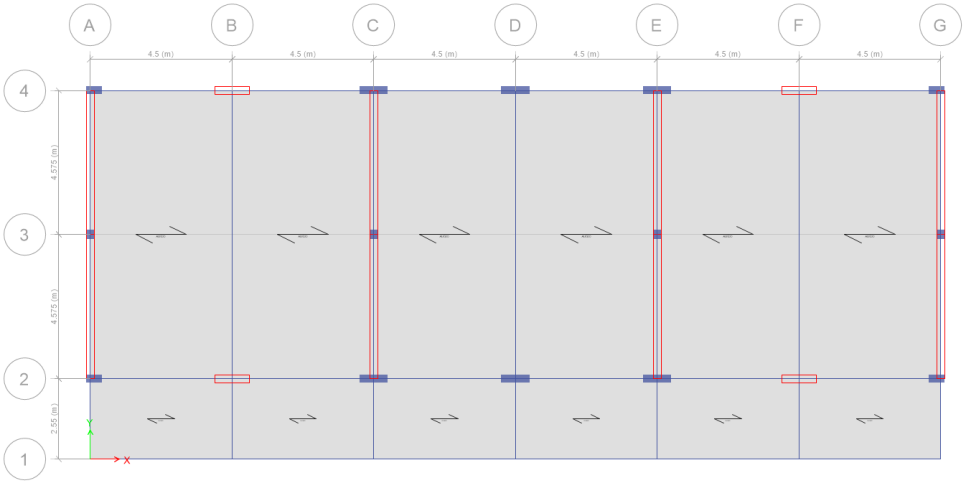


Ilustración 39. No se observan esquinas entrantes (Regular) en Módulo II propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

Comprobación de discontinuidad del diafragma Módulo I propuesto.

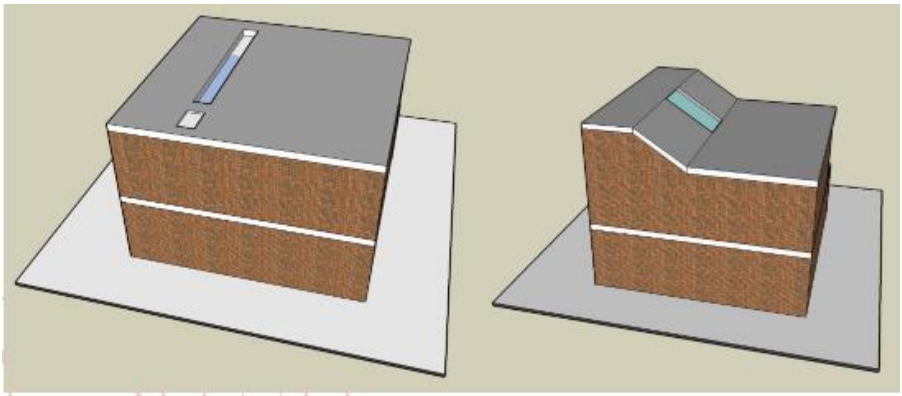


Ilustración 40. *Diafragmas con discontinuidades abruptas.*

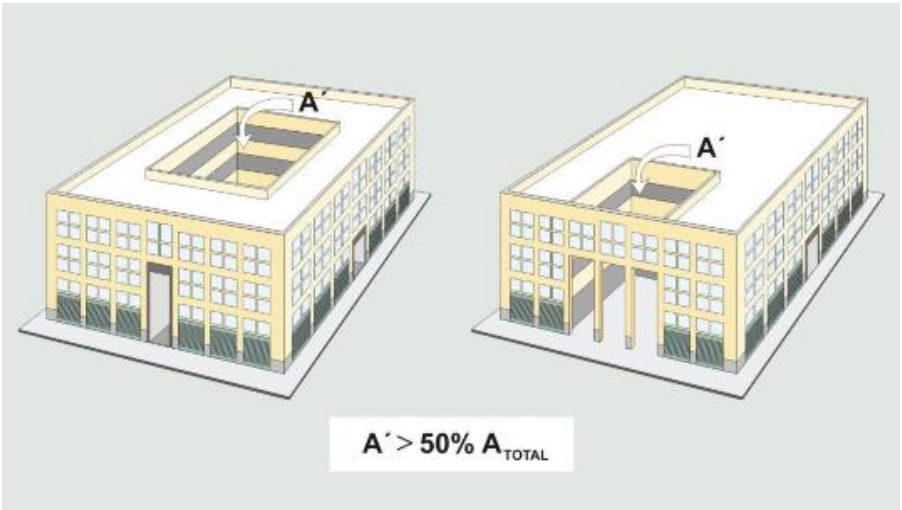


Ilustración 41. *Diafragmas con aberturas.*

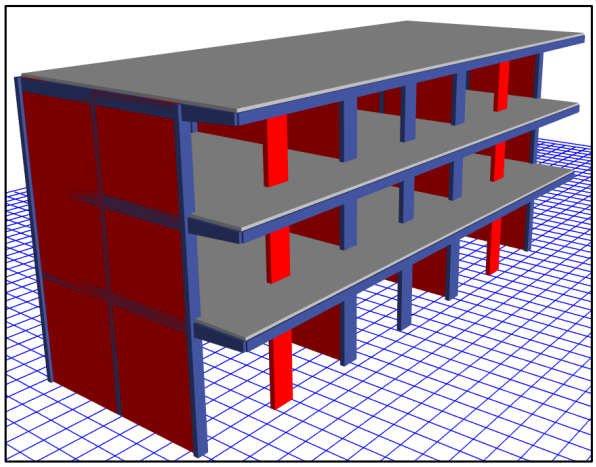


Ilustración 42. *No se observan discontinuidad abrupta en los diafragmas ni aberturas en el diafragma.*
Fuente: Elaboración propia.

6.10.5 Cortante Dinámica del Módulo II propuesto.

Tabla 49.*Cortante Dinámica del Módulo II propuesto.*

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
Story3	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	54.4879	1.1625
Story3	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	3.1215	108.4721
Story2	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	110.3159	2.028
Story2	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	5.4201	215.5135
Story1	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	141.325	2.5905
Story1	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	6.045	281.6651

Fuente: Elaboración propia.

Según la RNE E.030 - 2019 La cortante del nivel uno de la edificación no será menor al 80% del valor calculado en la fuerza cortante en la base (Fuerzas estáticas) para estructuras regulares:

Tabla 50.*Verificación de la fuerza cortante del primer piso del Módulo II propuesto.*

Dirección	Cortante Estática	80% C.E.	Cortante Dinámica	Verificación
XX	169.01	135	141	OK
YY	394.36	315	280	ESCALAR

Fuente: Elaboración propia.

Debido a que los valores de la cortante dinámica en Y-Y son menores a los de la cortante estática (VY-Y = 394.36 Tn), se procedió a incrementarlos en la misma dirección para cumplir con los mínimos señalados, debiéndose escalar proporcionalmente todos los resultados obtenidos excepto los desplazamientos.

Tabla 51.*Factores de escala del Módulo II propuesto.*

Dirección	Factores de Escala	Sa'	Za'
XX	0.96	-	-
YY	1.13	1.6555	1.1036

Fuente: Elaboración propia.

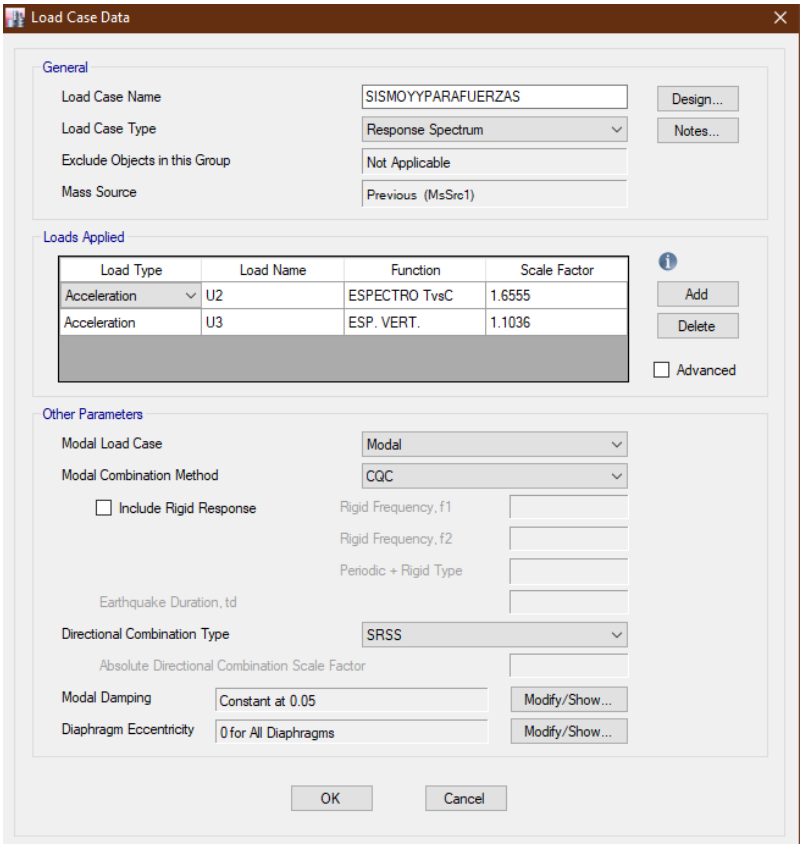


Ilustración 43. *Valores para U2 y U3 escalados en Módulo II propuesto.*
Fuente: Elaboración propia.

Luego de del escalado de los valores se comprobó que la cortante dinámica en Y-Y cumple con los requisitos mínimos de la norma para una estructura regular.

Tabla 52.*Comprobación de la cortante dinámica del Módulo II propuesto.*

Story	Load Case/Combo	Location	VX	VY
			tonf	tonf
Story3	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	54.4879	1.1625
Story3	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	3.5118	122.0358
Story2	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	110.3159	2.028
Story2	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	6.0979	242.4618
Story1	SISMOXXPARAFUERZAS Max	Bottom	141.325	2.5905
Story1	SISMOYYPARAFUERZAS Max	Bottom	6.8009	316.8852

Fuente: Elaboración propia.

6.11 DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño de concreto Armado se Realizó con los resultados obtenidos del Análisis Estructural y se realizaron hojas de cálculo, que se podrán ver en el desarrollo del informe final.

Para este informe Final se tomó una muestra elementos estructurales, como Losas, Vigas, columnas, placas.

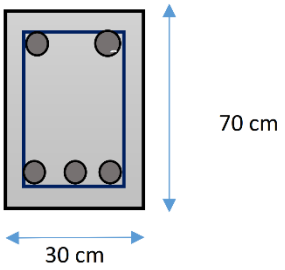
6.11.1 Vigas

DISENO DE VIGA SIMPLEMENTE REFORZADA

Entre el Eje A y Eje B (Block Central, Primer Piso, Eje 7)

DATOS GENERALES

F'c:	210	Kg/cm2	H:	70	cm
Fy:	4200	Kg/cm2	b:	30	cm
Es:	2000000	Kg/cm2	r:	4.00	cm
ϕ:	0.90				



$$F'c \leq 280\frac{kg}{cm2} \longrightarrow B_1 = 0.85$$

$$F'c > 280\frac{kg}{cm2} \longrightarrow B_1 = 0.85 - \left(\frac{F'c - 280}{70}\right) * 0.05$$

β1=	0.85

A) DISEÑO POR FLEXION

CALCULO DEL PERALTE

ϕ= 5/8"

ϕestribo= 3/8"

$$d = h - (r + \emptyset est + \frac{\emptyset var}{2})$$

d= 64.25 cm

VALORES DE LA ENVOLVENTE DE MOMENTOS CALCULADOS EN EL ETABS

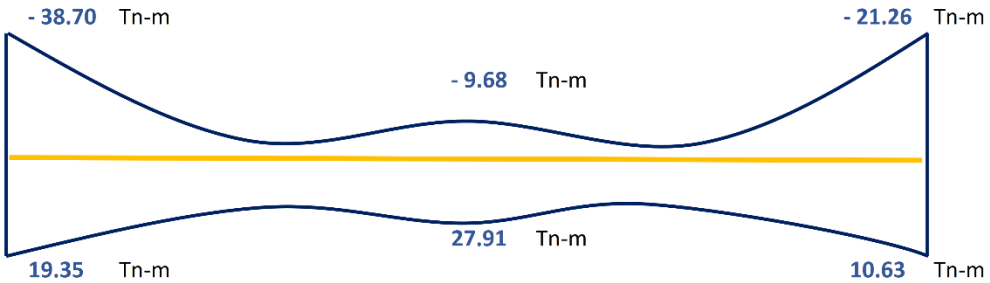
Unidades (Tn-m)

		9.68			
(-)	38.70 Tn-m				21.26 Tn-m
(+)	Tn-m		27.91	Tn-m	Tn-m
	19.35				10.63

MOMENTOS CORREGIDOS SEGÚN "RNE - E060"

21.5.2 Refuezo Longitudinal

Unidades (Tn-m)



CALCULO DE ACERO

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2|Mu|}{\emptyset * 0.85 * f'c * b}} \qquad A_S = \frac{M_u}{\emptyset * F_Y * (d - \frac{a}{2})}$$

ACERO SUPERIOR

a=	14.03		a=	3.20		a=	7.28	
As=	17.89	cm2	As=	4.09	cm2	As=	9.28	cm2

ACERO INFERIOR

a=	6.59		a=	9.75		a=	3.53	
As=	8.40	cm2	As=	12.43	cm2	As=	4.50	cm2

	17.89	**cm2**		**4.09**	**cm2**		**9.28**	**cm2**
	8.40	**cm2**		**12.43**	**cm2**		**4.50**	**cm2**

CALCULO DE ACERO FINAL

BARRA Num.	DIAMETRO Pulg.	DIAMETRO cm	AREA cm2
# 3	3/8''	0.95	0.71
# 4	1/2''	1.27	1.29
# 5	5/8''	1.59	1.99
# 6	3/4''	1.91	2.84
# 7	1	2.54	5.1
# 8	1 1/8''	2.86	6.41

	Cant.	Øs	Cant.	Øs	Cant.	Øs
$Ø_{Principal}$	2	1"	2	1"	2	1"
$Ø_{bastones}$	3	3/4"				-

	18.72	**cm2**	**10.20**	**cm2**	**10.20**	**cm2**
	10.20	**cm2**	**13.04**	**cm2**	**10.20**	**cm2**

	Cant.	Øs	Cant.	Øs	Cant.	Øs
$Ø_{Principal}$	2	1"	2	1"	2	1"
$Ø_{bastones}$		-	1	3/4"		-

VERIFICACION DE BASE

e= 2.5 cm

$$b > 2 * r + 2 * \emptyset estr + \#barra * \emptyset barra + (\#barras - 1) * e\,,(cm)$$

30 cm > **17 cm** OK

CALCULOS DE CUANTIAS

$$\rho_b = \frac{0.85 * F'c}{Fy} * \frac{B_1 * 0.003E_s}{(0.003E_s + Fy)}$$

ρb = 0.0213

Deacuerdo al ACI

$$\rho_{min} = \frac{0.80 * \sqrt{F'c}}{Fy}$$ ó 14/Fy

ρ min = 0.0033

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

ρ max = 0.0159

$$\rho_{min} = 0.50 * \rho_b$$

ρ sismo= 0.0106

Calculando Asmin , Asmax y Asismo

Asmin= 6.42 cm2

Asismo= 20.48 cm2

Asmax= 30.73 cm2

Deacuerdo al RNE

$$\rho_{min} = \frac{0.70 * \sqrt{F'c}}{Fy}$$

ρ min = 0.0024

ρ max = 0.025

Calculando Asmin , Asmax y Asismo

Asmin= 4.66 cm2 Asmax= 48.19 cm2

CALCULOS DE CUANTIAS FINALES (REALES)

$$\rho real = \frac{As}{b * d}$$

0.0097	OK	0.0053	OK	0.0053	OK
0.0053	OK	0.0068	OK	0.0053	OK

CALCULO DEL MOMENTO ULTIMO

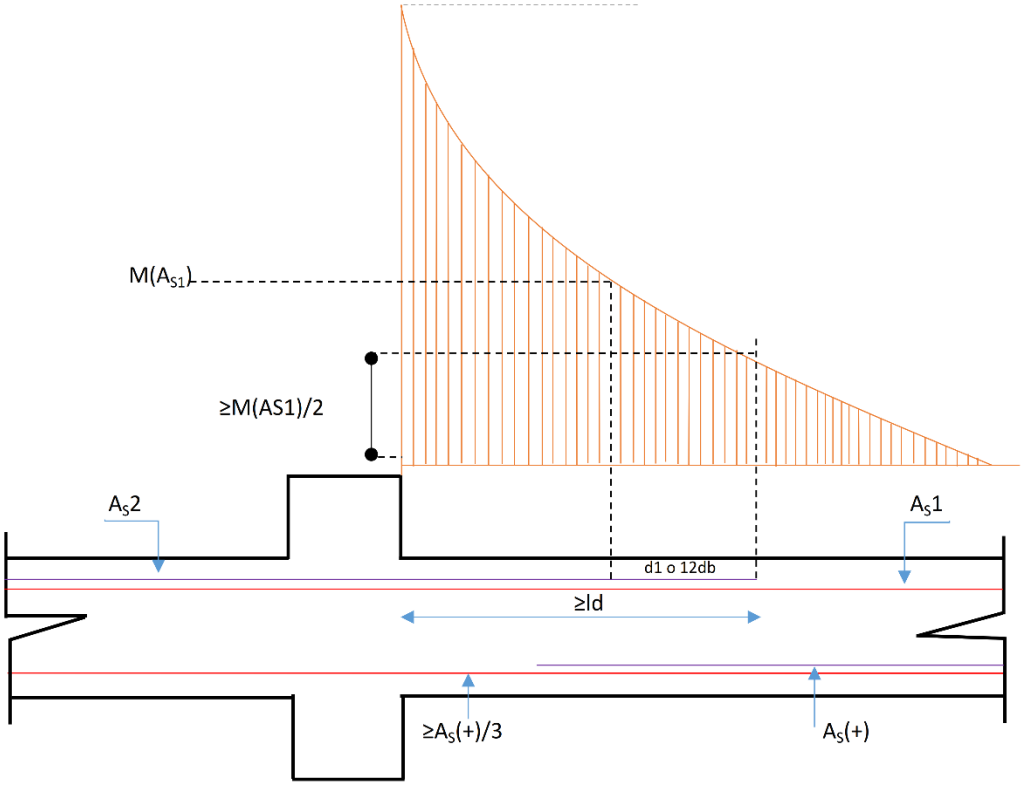
$$MU = \emptyset * b * d^2 * \rho * Fy * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * Fy}{F'c}\right)$$

40.26	OK	23.23	OK	23.23	OK
23.23	OK	29.14	OK	23.23	OK

CORTADO DE ACERO

M resistente Proveido $M(A_{S1}+A_{S2})$

M diseño



d =	0.64	cm
12db=	0.30	cm

SUPERIOR

cuando :

Md=	- 38.70	Tn-m						
Apoyo=	**0.125**	m						
d=	**0.614**	m						
M(As1)=	- 23.23	Tn-m						
d=	0.919	m						
dusar=	**1.00**	m						
M(As2)	- 14.44	Tn-m	OK					

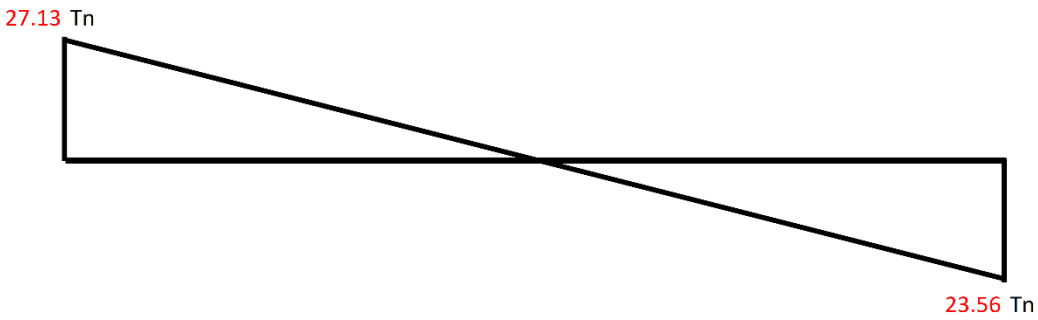
INFERIOR

cuando :

Md=	27.91	Tn-m						
Apoyo=	**0.13**	m						
d=	**1.531**	m		0.9415	2.7732	**5.546**		
M(As1)=	23.23	Tn-m						
d=	2.174	m		1.58				
dusar=	**2.00**	m					2.2491	4.4982
M(As2)	6.72	Tn-m	AUMENTAR MOMENTO					

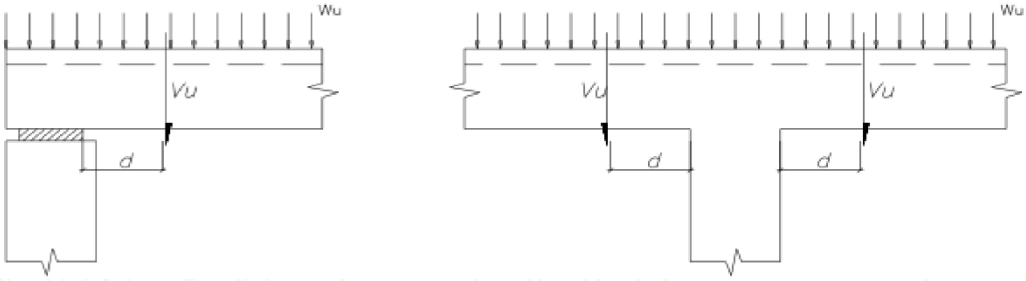
B) DISEÑO POR CORTE

DIAGRAMA DE FUERZAS CORTANTES CALCULADOS EN EL ETABS



CALCULO DE LA FUERZA CORTANTE AMPLIFICADA EN LA SECCION "Vu"

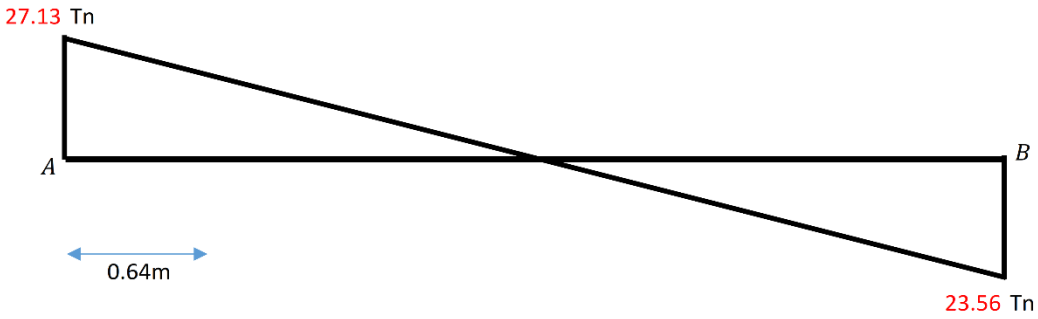
11.1 Resistencia al cortante E060



Condiciones de apoyo y de aplicación de las cargas externas en las cuales se puede reducir la fuerza Vu de diseño a "d" de la cara

Calculando del Vu a la distincia "d"

d= 0.64 m



Vad=	23.53 Tn
Vbd=	19.96 Tn
Vu=	23.53 Tn

CALCULO DE RESISTENCIA NOMINAL A LA CORTANTE PROPORCIONADA POR EL CONCRETO "Vc"

Deacuerdo al R.N.E

11.3. Resistencia al cortante proporcionado por el Concreto en Elementos no Preesforzados -E060

11.3.1.1 Para elementos sometidos Unicamentte a Cortante y Flexion

$$Vc = 0.53 * \sqrt{F'c} * bw * d$$

Vc= 14.80 Tn

CALCULO DE LA RESISTENCIA NOMINAL AL CORTANTE "Vn"

Ø= 0.85 $Vn = \frac{Vu}{\emptyset}$

Vn= 27.68 Tn

CALCULO DE LA RESISTENCIA NOMINAL AL CORTANTE PROPORCIONADA POR EL ESFUERZO CORTANTE "Vs"

SI $\emptyset Vc > Vu$ ⟶ **USAR LA OTRA FORMULA** SI $Vu > \emptyset Vc$ ⟶ **OK**

$Vs = Vn - Vc$ $Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc$

Vs= 12.87 Tn

DISEÑO DEL REFUERZO TRANSVERSAL

$S = \frac{Av \cdot Fy.d}{Vs}$ = 29.87 cm

1.- SI: $Vn \leq \frac{Vc}{2}$ **NO**

2.- SI: $Vn \geq Vc$ **OK**

- SI: $Vs > 1.06 * \sqrt{f'c} * b * d$ ^ $Vs \leq 2.12 * \sqrt{f'c} * b * d$ **NO**

Entonces:

$S \leq \begin{cases} d/4 \\ 30cm \end{cases}$ S ≤ 16 cm
S ≤ 30 cm

- SI: $Vs \leq 1.06 * \sqrt{f'c} * b * d$ **SI**

$S \leq \begin{cases} d/2 \\ 60cm \end{cases}$ S ≤ 32 cm
S ≤ 60 cm

3.- SI: $Vs > 2.12 * \sqrt{f'c} * b * d$ **NO**

4.- SI: $Vn \geq \frac{Vc}{2}$ ^ $Vn \leq Vc$ **NO**

$S \leq \begin{cases} d/2 \\ 60cm \end{cases}$ S ≤ 32 cm
S ≤ 60 cm

Zona de confinamiento

2h= 140 cm

Espaciamiento Max en zona de Confinamiento

So=

d/4	=	16.06	cm
8db	=	15.28	cm
24de	=	22.86	cm
300mm	=	30	cm
Usar So=	15.00	cm	

Espaciamiento Maximo fuera de la zona de Confinamiento

Smax=	0.5d	=	32	cm

Usar	=	30	cm

Φ 3/8''	:	1	@	0.05	,	10	@	0.15	,	

Rto.	@	0.30	C/e

6.11.2 Losas

DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

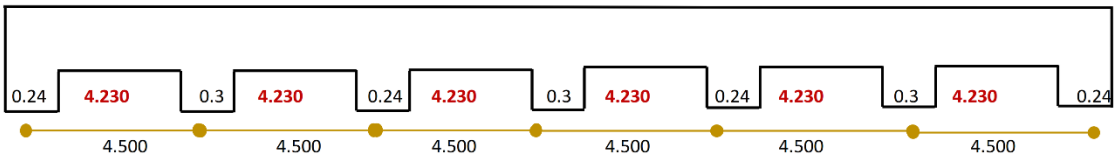
(Aulas) Eje J-Eje O (Entre Eje 1 a Eje 3)

1.- DATOS GENERALES

γc =	2400	kg/m3
f'c =	210	kg/cm2
fy =	4200	kg/cm2
ϕ =	0.9	

Acabados=	100	kg/m2
Tabiqueria=	100	kg/m2
S/C (Corredor) =	400	kg/m2
S/C (Aula)=	250	kg/m2

r= 2 cm

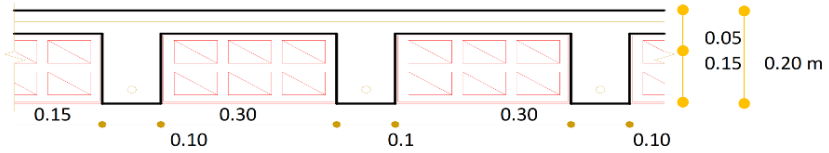


1.PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA

$t = \frac{L}{20}$ o $\frac{L}{25}$ → t= 0.23 m o 0.20 m → USAR t= **0.20 m**

2.METRADO DE CARGAS

PESO PROPIO DE LA LOSA



Losa=	0.75	x	0.05	x	1.00	x	2400	=	90.00	kg/m2
Vigueta=	2.5	x	0.10	x	0.20	x	2400	=	120.00	kg/m2
Ladrillo=	8.33	lad/m2	**8.20**	kg/lad				=	68.306	kg/m2
									278.31	kg/m2
							Piso+Cielo raso(acabados)	=	100	kg/m2
							Tabiqueria	=	100	kg/m2
								=	478.31	kg/m2
							WD	=	**478.31**	kg/m

CARGA VIVA

1) V(1)=	250	kg/m2	x	1.00	m	=	250	kg/m
2) V(2)=	250	kg/m2	x	1.00	m	=	250	kg/m
3) V(3)=	250	kg/m2	x	1.00	m	=	250	kg/m

3. CARGAS ULTIMAS

1) V(1)=										
Wu=	**1.4**	x	478.31	+	**1.7**	x	250	=	1094.628	kg/m
2)V(2)=										
Wu=	**1.4**	x	478.31	+	**1.7**	x	250	=	1094.628	kg/m
3)V(3)=										
Wu=	**1.4**	x	478.31	+	**1.7**	x	250	=	1094.628	kg/m

4. CARGA VIVA POR VIGUETA

1) V(1)=								
Wvxv=	(1.7	x	250)	/	2.5	=	170	kg/m

2)V(2)=

Wvxv=	(1.7	x	250)	/	2.5	=	170	kg/m

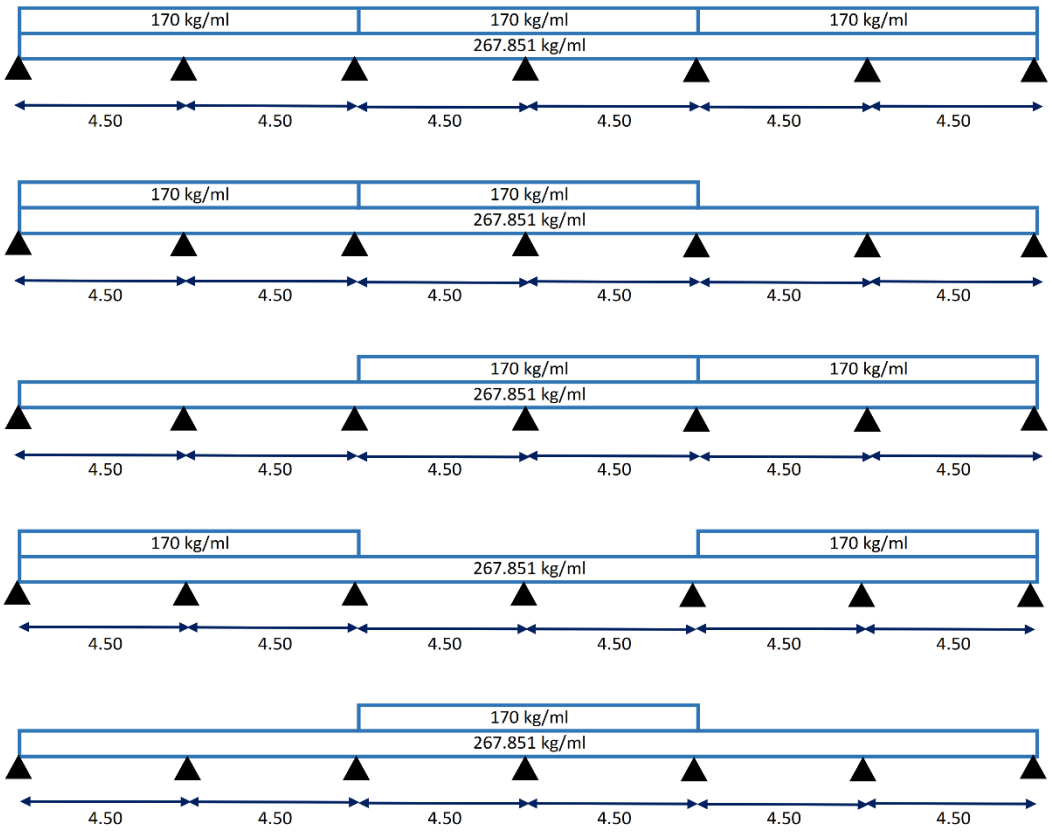
3)V(3)=

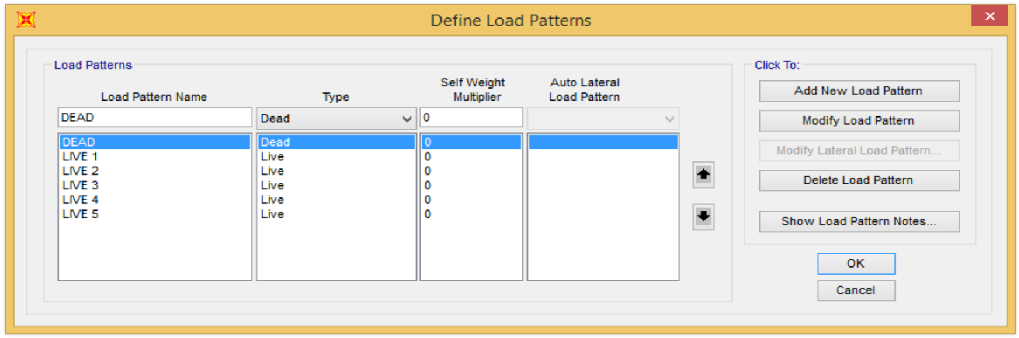
Wvxv=	(1.7	x	250)	/	2.5	=	170	kg/m

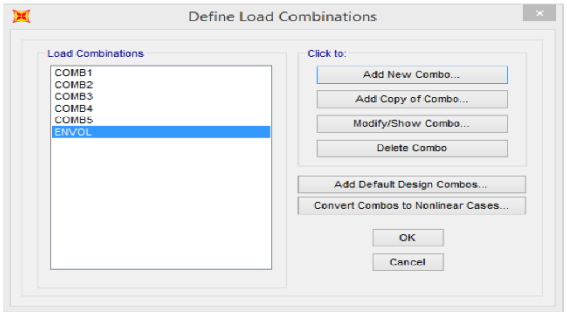
5. CARGA MUERTA POR VIGUETA

Wmxv=	(1.4	x	478)	/	2.5	=	267.85	kg/m

6. ALTERNANCIAS DE CARGA

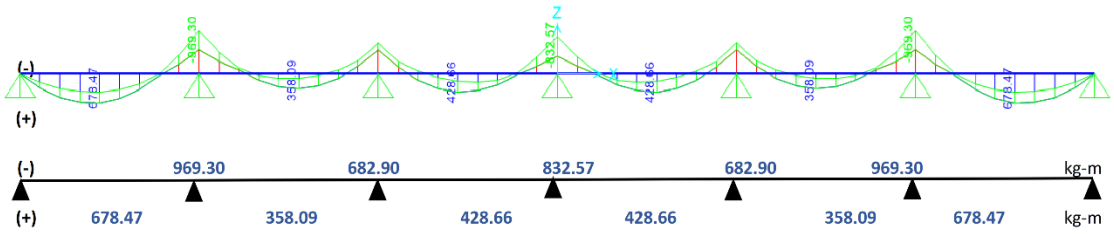






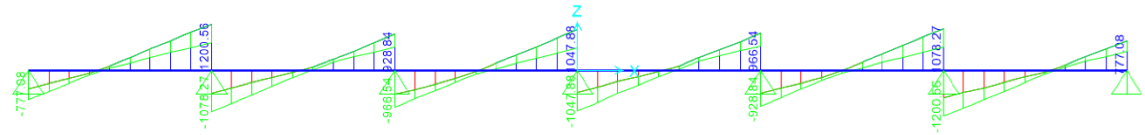
7. ENVOLVENTES DE MOMENTOS Y CORTANTES (SAP 2000)

Diagrama de Envolvente (Momentos) de Diseño a Partir de las Combinaciones de Carga



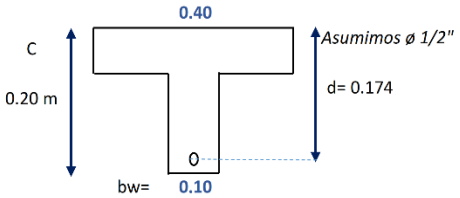
(-)		969.30	682.90	832.57	682.90	969.30	kg-m
(+)	678.47	358.09	428.66	428.66	358.09	678.47	kg-m

Diagrama de Envolvente (Cortantes) de Diseño a Partir de las Combinaciones de Carga



(-)		1200.56 kg	928.84 kg	1047.88 Kg	966.54 Kg	1078.27 Kg	777.08 Kg
(+)	777.08 kg	1078.27 kg	966.54 kg	1047.88 kg	928.84 kg	1200.56 kg	

8.MOMENTO MÁXIMO POR VIGUETA



Para Momentos Negativos (-)

$$Mr = \phi * \rho_{max} * bw * d^2 * fy * (1 - \frac{0.59 * \rho_{max} * fy}{f'c})$$

ρb= 0.02125 ρmax= 0.015938

Mr= 1474.973 *kg-m*

Mr	>	Me	OK

Para Momentos Positivos (+)

$C \leq 5$ cm

a= 4.25 cm

$$As = \frac{0.85 * f'c * b * a}{fy}$$

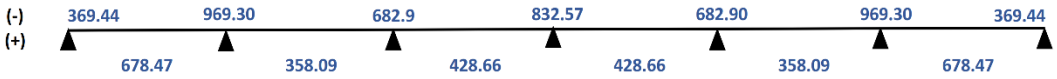
As= 7.23 cm2

$$Mr = \phi * As * Fy(d - \frac{a}{2})$$

Mr= 4162.12 kg-m

Mr	>	Me	OK

9. MOMENTO EN EXTREMOS (kg-m)



10. CÁLCULO DE Asmin y Asmax

Asmin= 0.42 cm2 **Asmax=** 2.77 cm2

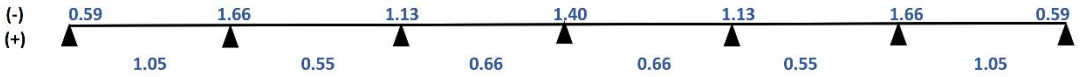
11.CALCULO DE ACERO DE REFUERZO

$$As = \frac{1.7 f'c\, b\, d}{2 fy} - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2.89(f'c\, b\, d)^2}{(fy)^2} - \frac{6.8 f'c\, b\, Mu}{\phi (fy)^2}}$$

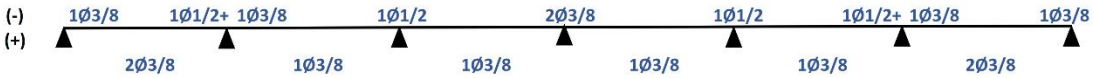
As1= 0.59 cm2
As2= 1.66 cm2
As3= 1.13 cm2
As4= 1.40 cm2
As5= 1.13 cm2
As6= 1.66 cm2
As7= 0.59 cm2

$$As = \frac{1.7 f'c\, b\, d}{2 fy} - \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2.89(f'c\, b\, d)^2}{(fy)^2} - \frac{6.8 f'c\, b\, Mu}{\phi (fy)^2}}$$

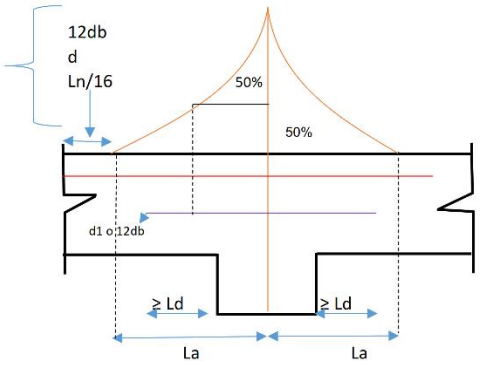
As1-2= 1.05 cm2
As2-3= 0.55 cm2
As3-4= 0.66 cm2
As4-5= 0.66 cm2
As5-6= 0.55 cm2
As6-7= 1.05 cm2



BARRA	DIAMETRO		AREA
Num.	Pulg.	cm	cm2
# 3	3/8"	0.95	0.71
# 4	1/2"	1.27	1.27
# 5	5/8"	1.59	1.98
# 6	3/4"	1.91	2.85
# 7	1"	2.54	5.07
# 8	1 1/8"	2.86	6.41



12. CORTADO DE ACERO(-)

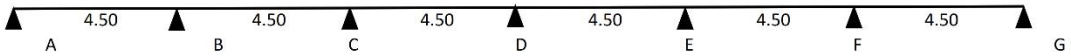


(Para barras < #11)

$$Ld \geq 0.06 * \frac{Ab * fy}{\sqrt{f'c}}$$

$$Ld \geq 0.006 * db * fy$$

Ld ≥ 30 cm



BARRA	DIAMETRO		AREA
Num.	Pulg.	cm	cm2
# 3	3/8"	0.95	0.71
# 4	1/2"	1.27	1.27
# 5	5/8"	1.59	1.98
# 6	3/4"	1.91	2.85
# 7	1"	2.54	5.07
# 8	1 1/8"	2.86	6.41

IZQUIERDOS

Apoyo A= 0.24

Lc=	1.06	**Usar=**	**1.10**	m		LC= Longitud de Corte.
Doblez=	0.114	**Usar=**	**0.15**	m		Apoyo en los extremos según ACI Ln/4

Apoyo B= 0.30

12db	15.24	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.14	m
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.20**	**m**
Ln/16	26.44	cm	La=	**0.986**	m			
12db	11.4	cm	Max=	17.37	cm	Lc=	0.49	m
			Usar=	**20**	cm	UsarLc=	**0.50**	**m** OK
d	17.37	cm	La=	**0.444**	m			

Apoyo C= 0.24

12db	15.24	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	0.97	m
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.00**	**m**
Ln/16	26.44	cm	La=	**0.788**	m			

Apoyo D= 0.30

12db	11.4	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.17	m
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.20**	**m**
Ln/16	26.44	cm	La=	**1.018**	m			
12db	11.4	cm	Max=	17.37	cm	Lc=	0.494	m
			Usar=	**20**	cm	UsarLc=	**0.50**	**m** OK
d	17.37	cm	La=	**0.444**	m			

Apoyo E= 0.24

12db	15.24	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.34	m
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.40**	**m**
Ln/16	26.44	cm	La=	**1.163**	m			

Apoyo F= 0.30

12db	15.24	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.48	m
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.50**	**m**
Ln/16	26.44	cm	La=	**1.332**	m			
12db	11.4	cm	Max=	17.37	cm	Lc=	0.55	m
			Usar=	**20**	cm	UsarLc=	**0.60**	**m** OK
d	17.37	cm	La=	**0.500**	m			

Apoyo G= 0.24

Lc=	1.06	**Usar=**	**1.10**	m		LC= Longitud de Corte.
Doblez=	0.114	Usar=	**0.15**	m		Apoyo en los extremos según ACI Ln/4

DERECHOS

Apoyo B= 0.3

12db	15.24	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.482	m
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.50**	**m**
Ln/16	26.44	cm	La=	**1.332**	m			
12db	11.4	cm	Max=	17.37	cm	Lc=	0.55	m
			Usar=	**20**	cm	UsarLc=	**0.60**	**m** OK
d	17.37	cm	La=	**0.500**	m			

Apoyo C= 0.24

12db	11.4	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.343	m
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.40**	**m**
Ln/16	26.44	cm	La=	**1.163**	m			

Apoyo D= 0.30

12db	11.4	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.17	m	
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.20**	**m**	
Ln/16	26.44	cm	La=	**1.018**	m				
12db	11.4	cm	Max=	17.37	cm	Lc=	0.49	m	
			Usar=	**20**	cm	UsarLc=	**0.50**	**m**	OK
d	17.37	cm	La=	**0.444**	m				

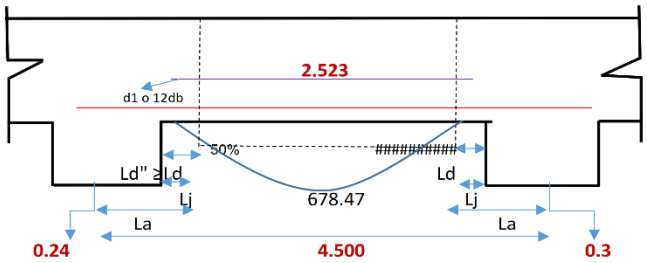
Apoyo E= 0.24

12db	15.24	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	0.96	m	
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.00**	**m**	
Ln/16	26.44	cm	La=	**0.782**	m				

Apoyo F= 0.30

12db	15.24	cm	Max=	26.44	cm	Lc=	1.1359	m	
d	17.37	cm	Usar=	**30**	cm	UsarLc=	**1.20**	**m**	
Ln/16	26.44	cm	La=	**0.986**	m				
12db	11.4	cm	Max=	17.37	cm	Lc=	0.49	m	
			Usar=	**20**	cm	UsarLc=	**0.50**	**m**	OK
d	17.37	cm	La=	**0.444**					

13. CORTADO DE ACERO(+)



Para todas las barras			
Ld	≥	$0.08 * \frac{db * fy}{\sqrt{f'c}}$	
Ld	≥	$0.004 * db * fy$	
	=	15.96	cm
Ld	≥	20	cm

Tramo A-B

La=	**0.512**	m							
Ld"=	0.3923	m	OK						
12db	11.4	Max=	17.37	cm					
d	17.37	Usar=	**20**	cm					
Lj=	**0.1923**	m							

Tramo F-G

La=	**1.465**	m							
Ld"=	1.315	m	OK						
12db	11.4	Max=	17.37	cm					
d	17.37	Usar=	**20**	cm					
Lj=	**1.115**	m							

Ltotal= 2.923 m o 2.923 m

Lusar= **2.95** m

14. DISEÑO POR CORTE

$V_{resis} = \emptyset * 0.53 * \sqrt{F'_c}$

$V_{resis} = 1.10 * \emptyset * 0.53 * \sqrt{F'_c}$=Esf. Cortante Admisible

NOTA

ϕ = **0.85**

EcA= 7.181 kg

Vresis= 6.528 kg

$V_{resis} = 1.10 * \emptyset * 0.53 * \sqrt{F'_c} * bw * d = F.C.A$

Vresis= 1247.016 kg

Vd= 1058.7 kg

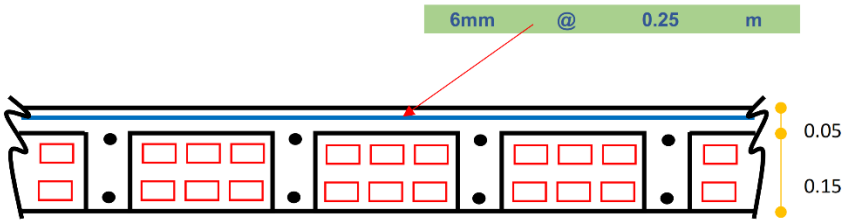
$V_{resis} \geq Vd$ OK

d'= 4.176 m

15. REFUERZO POR TEMPERATURA

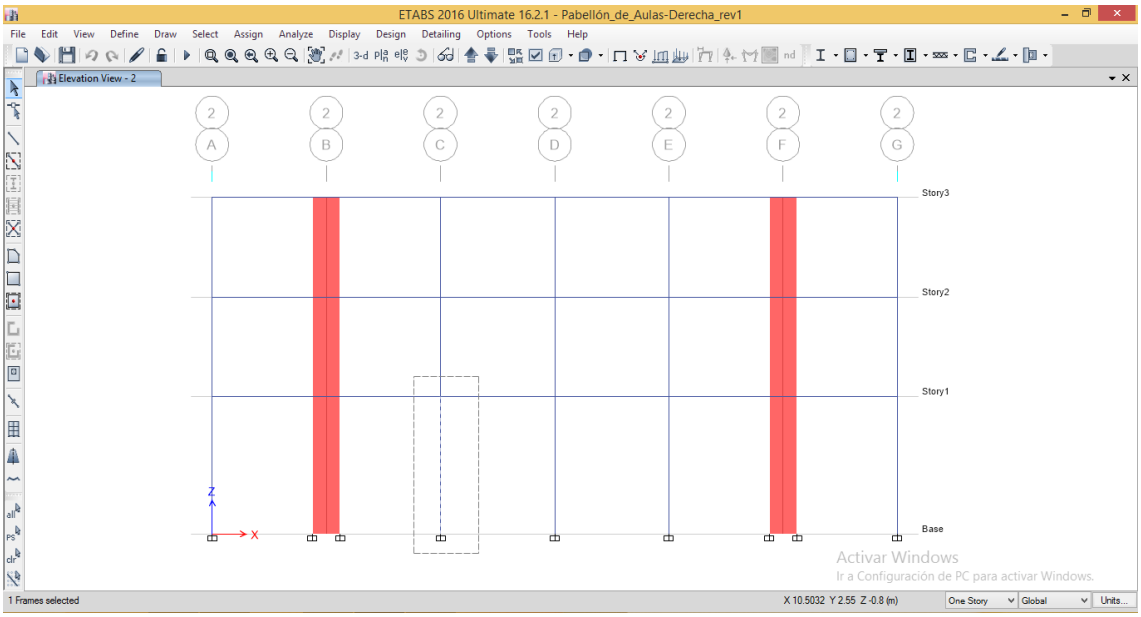
$Ast = 0.0025 * b * t$ ⟶ Ast = 1.25 cm² / m.

Para	**ø**	6mm	→	$S = \frac{As}{Ast}$	S=	0.23	m.
As=	0.28	cm2			UsarS=	0.25	m.



6.11.3 Columnas

FUERZAS DE LA COLUMNA C8 - 25X90									
Story	**Col**	**Load Case/Combo**	**Station**	**P**	**V2**	**V3**	**T**	**M2**	**M3**
Story1	C8	Dead	0	-53.4384	-0.1014	0.0102	-0.00003487	0.0025	-0.1682
Story1	C8	Live	0	-12.3661	-0.0145	0.008	0	0.0081	-0.0247
Story1	C8	SISMO XX Max	0	4.1695	6.7765	0.0077	0.0088	0.0241	21.6783
Story1	C8	SISMO YY Max	0	38.9802	0.4911	0.2385	0.0607	0.6565	1.434
Story1	C8	Dead	4.85	-50.8194	-0.1014	0.0102	-0.00003487	-0.047	0.3238
Story1	C8	Live	4.85	-12.3661	-0.0145	0.008	0	-0.031	0.0457
Story1	C8	SISMO XX Max	4.85	4.1695	6.7765	0.0077	0.0088	0.0135	11.1959
Story1	C8	SISMO YY Max	4.85	38.9802	0.4911	0.2385	0.0607	0.5004	0.9509



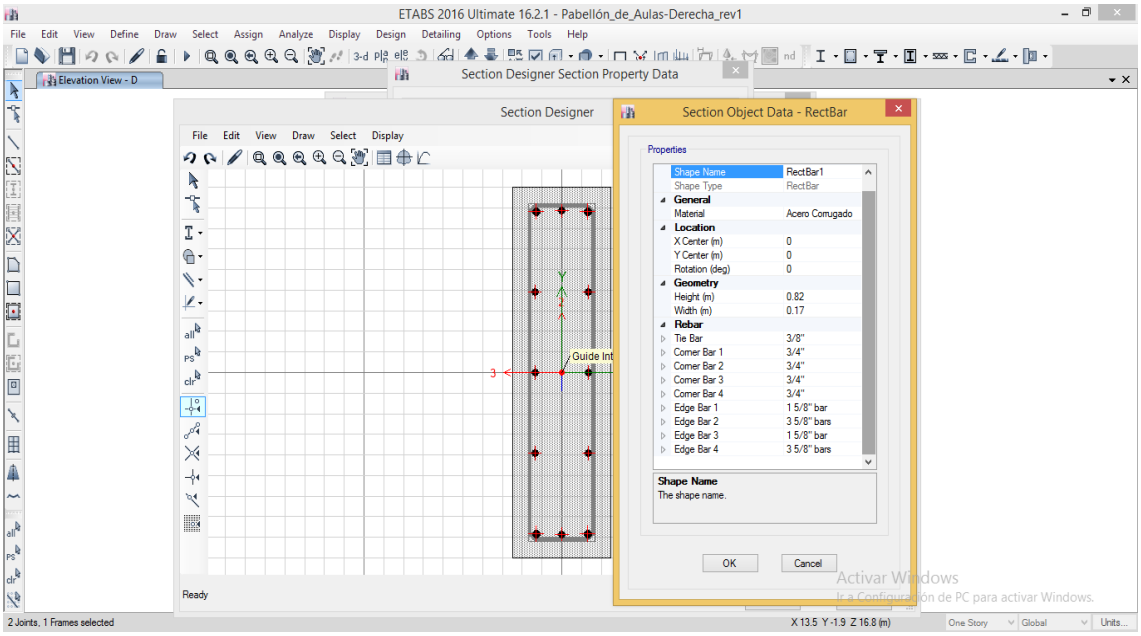


DIAGRAMA DE ITERACIÓN

Point	Curve #1 0 deg			Curve #2 15 deg			Curve #3 30 deg			Curve #4 45 deg			Curve #5 60 deg			Curve #6 75 deg		
	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0
2	393.7	0.0	21.9	393.7	0.7	16.9	393.7	1.0	13.0	393.7	1.0	11.2	393.7	1.0	9.8	393.7	1.4	7.7
3	393.7	0.0	33.8	393.7	0.7	30.2	393.7	1.5	25.6	393.7	2.2	20.6	393.7	2.4	17.2	393.7	3.0	13.8
4	360.3	0.0	44.0	368.2	0.7	41.6	377.4	1.6	38.5	389.8	2.7	33.8	393.7	3.9	27.6	393.7	5.1	21.8
5	322.7	0.0	52.2	327.7	0.7	50.8	333.9	1.6	48.9	342.1	2.7	46.0	355.1	4.7	39.6	361.4	7.3	29.8
6	282.7	0.0	59.0	285.1	0.8	58.1	288.2	1.6	56.9	292.3	2.8	55.0	297.1	4.8	50.5	301.6	9.2	36.7
7	239.9	0.0	64.3	239.5	0.8	63.7	239.8	1.7	62.7	239.0	2.9	61.0	236.2	5.0	56.8	227.7	10.3	40.6
8	193.7	0.0	68.6	190.3	0.8	67.8	187.0	1.7	66.6	180.6	3.0	64.2	169.3	5.2	58.9	145.4	10.2	41.9
9	157.7	0.0	67.6	151.4	0.8	66.8	144.2	1.7	65.5	133.3	3.0	62.7	115.8	5.2	56.0	88.8	9.1	39.5
10	120.6	0.0	64.7	112.3	0.8	63.3	101.9	1.7	60.9	87.3	3.0	56.5	63.3	5.2	47.8	37.3	7.6	34.2
11	84.4	0.0	59.3	73.4	0.8	56.9	59.5	1.8	52.7	41.0	3.1	46.5	15.3	4.6	36.7	-7.5	5.8	26.3
12	49.3	0.0	51.7	33.9	0.9	47.1	15.4	1.9	40.9	-7.2	3.0	32.5	-27.1	3.6	24.6	-45.1	3.8	16.9
13	8.6	0.0	40.3	-10.9	0.9	33.1	-31.8	1.8	24.9	-50.2	2.2	17.5	-64.4	2.2	11.8	-73.3	1.9	8.1
14	-34.6	0.0	24.2	-62.4	1.1	13.1	-78.7	1.1	6.5	-84.6	0.8	4.0	-89.9	0.5	1.9	-91.5	0.3	1.2
15	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0

Curve #7 90 deg			Curve #8 105 deg			Curve #9 120 deg			Curve #10 135 deg			Curve #11 150 deg			Curve #12 165 deg		
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0
393.7	5.6	0.0	393.7	1.4	-7.7	393.7	1.0	-9.8	393.7	1.0	-11.2	393.7	1.0	-13.0	393.7	0.7	-16.9
389.8	9.1	0.0	393.7	3.0	-13.8	393.7	2.4	-17.2	393.7	2.2	-20.6	393.7	1.5	-25.6	393.7	0.7	-30.2
349.7	11.8	0.0	393.7	5.1	-21.8	393.7	3.9	-27.6	389.8	2.7	-33.8	377.4	1.6	-38.5	368.2	0.7	-41.6
306.1	14.0	0.0	361.4	7.3	-29.8	355.1	4.7	-39.6	342.1	2.7	-46.0	333.9	1.6	-48.9	327.7	0.7	-50.8
257.5	15.4	0.0	301.6	9.2	-36.7	297.1	4.8	-50.5	292.3	2.8	-55.0	288.2	1.6	-56.9	285.1	0.8	-58.1
203.9	16.2	0.0	227.7	10.3	-40.6	236.2	5.0	-56.8	239.0	2.9	-61.0	239.8	1.7	-62.7	239.5	0.8	-63.7
141.1	16.4	0.0	145.4	10.2	-41.9	169.3	5.2	-58.9	180.6	3.0	-64.2	187.0	1.7	-66.6	190.3	0.8	-67.8
109.8	15.3	0.0	88.8	9.1	-39.5	115.8	5.2	-56.0	133.3	3.0	-62.7	144.2	1.7	-65.5	151.4	0.8	-66.8
75.5	13.8	0.0	37.3	7.6	-34.2	63.3	5.2	-47.8	87.3	3.0	-56.5	101.9	1.7	-60.9	112.3	0.8	-63.3
41.4	11.8	0.0	-7.5	5.8	-26.3	15.3	4.6	-36.7	41.0	3.1	-46.5	59.5	1.8	-52.7	73.4	0.8	-56.9
1.5	8.9	0.0	-45.1	3.8	-16.9	-27.1	3.6	-24.6	-7.2	3.0	-32.5	15.4	1.9	-40.9	33.9	0.9	-47.1
-50.0	4.9	0.0	-73.3	1.9	-8.1	-64.4	2.2	-11.8	-50.2	2.2	-17.5	-31.8	1.8	-24.9	-10.9	0.9	-33.1
-72.2	2.6	0.0	-91.5	0.3	-1.2	-89.9	0.5	-1.9	-84.6	0.8	-4.0	-78.7	1.1	-6.5	-62.4	1.1	-13.1
-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0

Curve # 1	180 deg		Curve # 14	195 deg		Curve # 15	210 deg		Curve # 16	225 deg		Curve # 17	240 deg		Curve # 18	255 deg	
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0
393.7	0.0	-21.9	393.7	-0.7	-16.9	393.7	-1.0	-13.0	393.7	-1.0	-11.2	393.7	-1.0	-9.8	393.7	-1.4	-7.7
393.7	0.0	-33.8	393.7	-0.7	-30.2	393.7	-1.5	-25.6	393.7	-2.2	-20.6	393.7	-2.4	-17.2	393.7	-3.0	-13.8
360.3	0.0	-44.0	368.2	-0.7	-41.6	377.4	-1.6	-38.5	389.8	-2.7	-33.8	393.7	-3.9	-27.6	393.7	-5.1	-21.8
322.7	0.0	-52.2	327.7	-0.7	-50.8	333.9	-1.6	-48.9	342.1	-2.7	-46.0	355.1	-4.7	-39.6	361.4	-7.3	-29.8
282.7	0.0	-59.0	285.1	-0.8	-58.1	288.2	-1.6	-56.9	292.3	-2.8	-55.0	297.1	-4.8	-50.5	301.6	-9.2	-36.7
239.9	0.0	-64.3	239.5	-0.8	-63.7	239.8	-1.7	-62.7	239.0	-2.9	-61.0	236.2	-5.0	-56.8	227.7	-10.3	-40.6
193.7	0.0	-68.6	190.3	-0.8	-67.8	187.0	-1.7	-66.6	180.6	-3.0	-64.2	169.3	-5.2	-58.9	145.4	-10.2	-41.9
157.7	0.0	-67.6	151.4	-0.8	-66.8	144.2	-1.7	-65.5	133.3	-3.0	-62.7	115.8	-5.2	-56.0	88.8	-9.1	-39.5
120.6	0.0	-64.7	112.3	-0.8	-63.3	101.9	-1.7	-60.9	87.3	-3.0	-56.5	63.3	-5.2	-47.8	37.3	-7.6	-34.2
84.4	0.0	-59.3	73.4	-0.8	-56.9	59.5	-1.8	-52.7	41.0	-3.1	-46.5	15.3	-4.6	-36.7	-7.5	-5.8	-26.3
49.3	0.0	-51.7	33.9	-0.9	-47.1	15.4	-1.9	-40.9	-7.2	-3.0	-32.5	-27.1	-3.6	-24.6	-45.1	-3.8	-16.9
8.6	0.0	-40.3	-10.9	-0.9	-33.1	-31.8	-1.8	-24.9	-50.2	-2.2	-17.5	-64.4	-2.2	-11.8	-73.3	-1.9	-8.1
-34.6	0.0	-24.2	-62.4	-1.1	-13.1	-78.7	-1.1	-6.5	-84.6	-0.8	-4.0	-89.9	-0.5	-1.9	-91.5	-0.3	-1.2
-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0

Curve # 19	270 deg		Curve # 20	285 deg		Curve # 21	300 deg		Curve # 22	315 deg		Curve # 23	330 deg		Curve # 24	345 deg	
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0	393.7	0.0	0.0
393.7	-5.6	0.0	393.7	-1.4	7.7	393.7	-1.0	9.8	393.7	-1.0	11.2	393.7	-1.0	13.0	393.7	-0.7	16.9
389.8	-9.1	0.0	393.7	-3.0	13.8	393.7	-2.4	17.2	393.7	-2.2	20.6	393.7	-1.5	25.6	393.7	-0.7	30.2
349.7	-11.8	0.0	393.7	-5.1	21.8	393.7	-3.9	27.6	389.8	-2.7	33.8	377.4	-1.6	38.5	368.2	-0.7	41.6
306.1	-14.0	0.0	361.4	-7.3	29.8	355.1	-4.7	39.6	342.1	-2.7	46.0	333.9	-1.6	48.9	327.7	-0.7	50.8
257.5	-15.4	0.0	301.6	-9.2	36.7	297.1	-4.8	50.5	292.3	-2.8	55.0	288.2	-1.6	56.9	285.1	-0.8	58.1
203.9	-16.2	0.0	227.7	-10.3	40.6	236.2	-5.0	56.8	239.0	-2.9	61.0	239.8	-1.7	62.7	239.5	-0.8	63.7
141.1	-16.4	0.0	145.4	-10.2	41.9	169.3	-5.2	58.9	180.6	-3.0	64.2	187.0	-1.7	66.6	190.3	-0.8	67.8
109.8	-15.3	0.0	88.8	-9.1	39.5	115.8	-5.2	56.0	133.3	-3.0	62.7	144.2	-1.7	65.5	151.4	-0.8	66.8
75.5	-13.8	0.0	37.3	-7.6	34.2	63.3	-5.2	47.8	87.3	-3.0	56.5	101.9	-1.7	60.9	112.3	-0.8	63.3
41.4	-11.8	0.0	-7.5	-5.8	26.3	15.3	-4.6	36.7	41.0	-3.1	46.5	59.5	-1.8	52.7	73.4	-0.8	56.9
1.5	-8.9	0.0	-45.1	-3.8	16.9	-27.1	-3.6	24.6	-7.2	-3.0	32.5	15.4	-1.9	40.9	33.9	-0.9	47.1
-50.0	-4.9	0.0	-73.3	-1.9	8.1	-64.4	-2.2	11.8	-50.2	-2.2	17.5	-31.8	-1.8	24.9	-10.9	-0.9	33.1
-72.2	-2.6	0.0	-91.5	-0.3	1.2	-89.9	-0.5	1.9	-84.6	-0.8	4.0	-78.7	-1.1	6.5	-62.4	-1.1	13.1
-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0	-94.5	0.0	0.0

	BOTTOM	P	V2	V3	M2	M3
CM	DEAD	53.4	0.1	0.0	0.0	0.2
CV	LIVE	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0
RSISXX	R.SISXX	-4.2	-6.8	0.0	0.0	-21.7
RSISYY	R.SISYY	-39.0	-0.5	-0.2	-0.7	-1.4

	TOP	P	V2	V3	M2	M3
CM	DEAD	53.4	0.1	0.0	0.0	-0.3
CV	LIVE	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0
RSISXX	R.SISXX	-4.2	-6.8	0.0	0.0	-11.2
RSISYY	R.SISYY	-39.0	-0.5	-0.2	-0.5	-1.0

COMBOS	NOMENC.	P	V2	V3	M2	M3
0.9CM+f.SISXX	MSXMAX	43.9	-6.7	0.0	0.0	-21.5
0.9CM-f.SISXX	MSXMIN	52.3	6.9	0.0	0.0	21.8
0.9CM+f.SISYY	MSYMAX	9.1	-0.4	-0.2	-0.7	-1.3
0.9CM-f.SISYY	MSYMIN	87.1	0.6	0.2	0.7	1.6
1.25(CM+CV)+f.SISXX	MVSXMAX	78.1	-6.6	0.0	0.0	-21.4
1.25(CM+CV)-f.SISXX	MVSXMIN	86.4	6.9	0.0	0.0	21.9
1.25(CM+CV)+f.SISYY	MVSYMAX	43.3	-0.3	-0.3	-0.7	-1.2
1.25(CM+CV)-f.SISYY	MVSYMIN	121.2	0.6	0.2	0.6	1.7
1.4CM+1.7CV	MV	95.8	0.2	0.0	0.0	0.3

COMBOS	NOMENC.	P	V2	V3	M2	M3
0.9CM+f.SISXX	MSXMAX	43.9	-6.7	0.0	0.0	-11.5
0.9CM-f.SISXX	MSXMIN	52.3	6.9	0.0	0.1	10.9
0.9CM+f.SISYY	MSYMAX	9.1	-0.4	-0.2	-0.5	-1.2
0.9CM-f.SISYY	MSYMIN	87.1	0.6	0.2	0.5	0.7
1.25(CM+CV)+f.SISXX	MVSXMAX	78.1	-6.6	0.0	0.1	-11.7
1.25(CM+CV)-f.SISXX	MVSXMIN	86.4	6.9	0.0	0.1	10.7
1.25(CM+CV)+f.SISYY	MVSYMAX	43.3	-0.3	-0.3	-0.4	-1.4
1.25(CM+CV)-f.SISYY	MVSYMIN	121.2	0.6	0.2	0.6	0.5
1.4CM+1.7CV	MV	95.8	0.2	0.0	0.1	-0.5

CM	-53.4
CV	-12.4

Story	Pier	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
Story1	C8	Dead	0	-53	0	0	0	0	0
Story1	C8	Live	0	-12	0	0	0	0	0
Story1	C8	SMO XX M	0	4	7	0	0	0	22
Story1	C8	SMO YY M	0	39	0	0	0	1	1
Story1	C8	Dead	4.85	-51	0	0	0	0	0
Story1	C8	Live	4.85	-12	0	0	0	0	0
Story1	C8	SMO XX M	4.85	4	7	0	0	0	11
Story1	C8	SMO YY M	4.85	39	0	0	0	1	1

M3 vs P

Nro. De Puntos	Curve 13 180. degrees		Curve 10. degrees		ϕ	M3 vs P (Izquierda) Curve 13 180. degrees		M3 vs P (Derecha) Curve 10. degrees	
	Pn (tn)	Mn(tn.m)	Pn (tn)	Mn(tn.m)		ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)	ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)
1	393.7	0.0	393.7	0.0	0.90	354.3	0.0	354.3	0.0
2	393.7	-21.9	393.7	21.9	0.90	354.3	-19.7	354.3	19.7
3	393.7	-33.8	393.7	33.8	0.90	354.3	-30.5	354.3	30.5
4	360.3	-44.0	360.3	44.0	0.90	324.3	-39.6	324.3	39.6
5	322.7	-52.2	322.7	52.2	0.90	290.5	-47.0	290.5	47.0
6	282.7	-59.0	282.7	59.0	0.90	254.4	-53.1	254.4	53.1
7	239.9	-64.3	239.9	64.3	0.90	215.9	-57.9	215.9	57.9
8	193.7	-68.6	193.7	68.6	0.90	174.3	-61.7	174.3	61.7
9	157.7	-67.6	157.7	67.6	0.90	141.9	-60.8	141.9	60.8
10	120.6	-64.7	120.6	64.7	0.90	108.6	-58.2	108.6	58.2
11	84.4	-59.3	84.4	59.3	0.90	76.0	-53.4	76.0	53.4
12	49.3	-51.7	49.3	51.7	0.90	44.4	-46.6	44.4	46.6
13	8.6	-40.3	8.6	40.3	0.90	7.8	-36.2	7.8	36.2
14	-34.6	-24.2	-34.6	24.2	0.80	-27.6	-19.3	-27.6	19.3
15	-94.5	0.0	-94.5	0.0	0.70	-66.2	0.0	-66.2	0.0

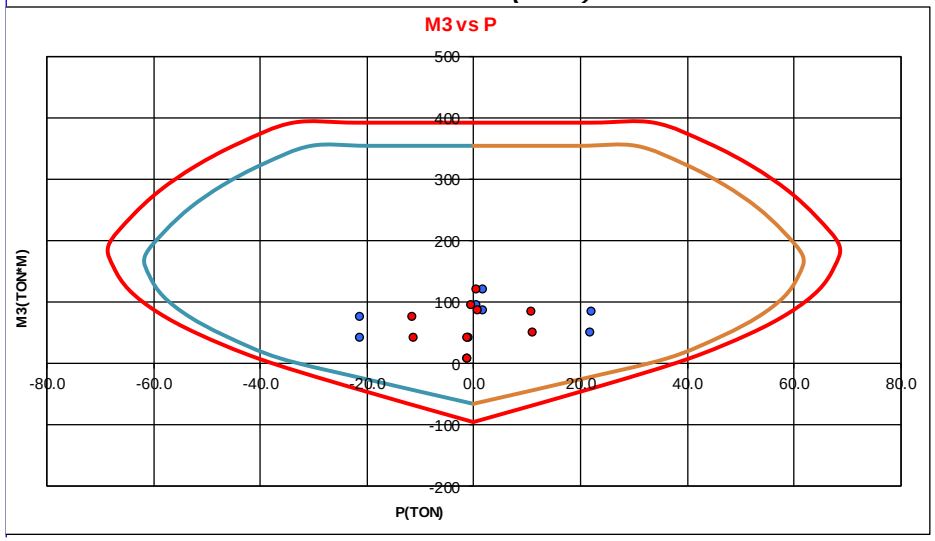
M2 vs P

Nro. De Puntos	Curve 19 270. degrees		Curve 7 90. degrees		ϕ	M2 vs P (Izquierda) Curve 19 270. degrees		M2 vs P (Derecha) Curve 7 90. degrees	
	Pn (tn)	Mn(tn.m)	Pn (tn)	Mn(tn.m)		ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)	ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)
1	393.7	0.0	393.7	0.0	0.90	354.3	0.0	354.3	0.0
2	393.7	-5.6	393.7	5.6	0.90	354.3	-5.0	354.3	5.0
3	389.8	-9.1	389.8	9.1	0.90	350.8	-8.2	350.8	8.2
4	349.7	-11.8	349.7	11.8	0.90	314.7	-10.7	314.7	10.7
5	306.1	-14.0	306.1	14.0	0.90	275.5	-12.6	275.5	12.6
6	257.5	-15.4	257.5	15.4	0.90	231.8	-13.9	231.8	13.9
7	203.9	-16.2	203.9	16.2	0.90	183.5	-14.5	183.5	14.5
8	141.1	-16.4	141.1	16.4	0.90	127.0	-14.8	127.0	14.8
9	109.8	-15.3	109.8	15.3	0.90	98.8	-13.8	98.8	13.8
10	75.5	-13.8	75.5	13.8	0.90	67.9	-12.4	67.9	12.4
11	41.4	-11.8	41.4	11.8	0.90	37.2	-10.6	37.2	10.6
12	1.5	-8.9	1.5	8.9	0.90	1.4	-8.0	1.4	8.0
13	-50.0	-4.9	-50.0	4.9	0.75	-37.6	-3.7	-37.6	3.7
14	-72.2	-2.6	-72.2	2.6	0.70	-50.6	-1.8	-50.6	1.8
15	-94.5	0.0	-94.5	0.0	0.70	-66.2	0.0	-66.2	0.0

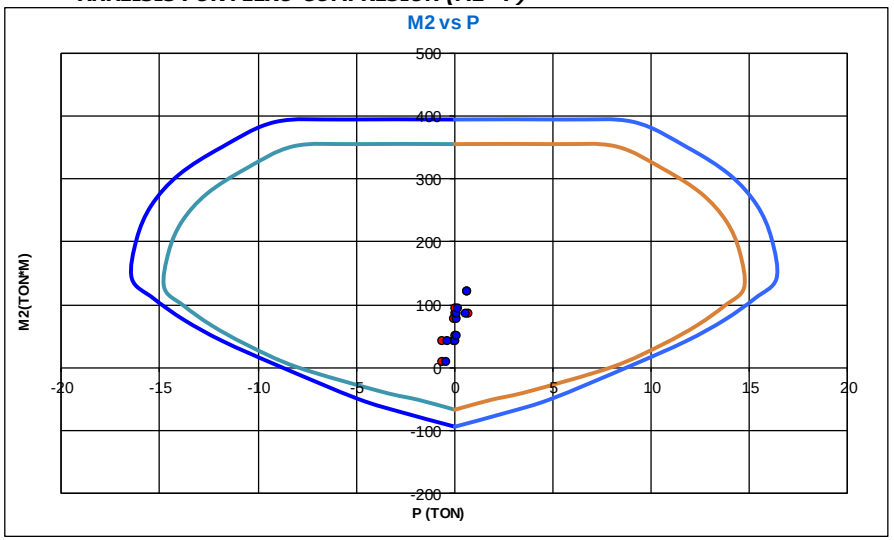
f'c (kg/cm2)	210
Ag (cm2)	2250
Pn tran(Ton)	-67.5

Inversión	1

ANALISIS POR FLEXO-COMPRESION (M3 - P)

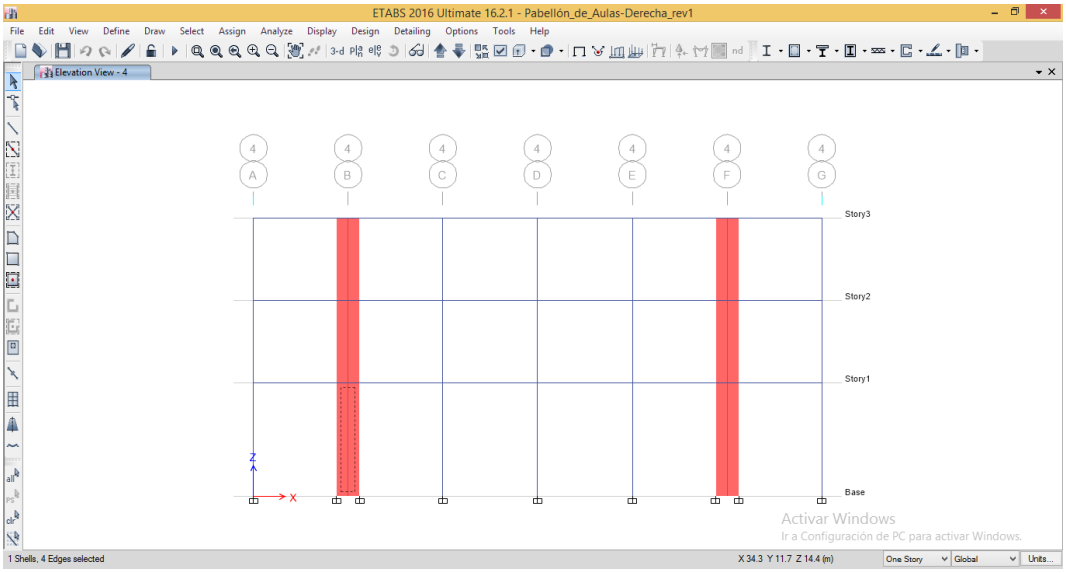


ANALISIS POR FLEXO-COMPRESION (M2 - P)



6.11.4 Muros de concreto (Placas)

FUERZAS DE LA PLACA									
Story	**Pier**	**Load Case/Combo**	**Location**	**P**	**V2**	**V3**	**T**	**M2**	**M3**
Story1	P1	Dead		-46.9557	0.0884	0.875	0.00003	1.5558	0.2417
Story1	P1	Live	Bottom	-8.8568	0.0002	0.358	0.00004	0.637	0.0006
Story1	P1	SISMO XX Max	Bottom	4.6398	22.4621	0.0216	0.01360	0.0655	76.6444
Story1	P1	SISMO YY Max	Bottom	6.5844	5.0297	0.2841	0.1061	0.8441	16.0251
Story1	P1	Dead	Top	-43.3917	0.0884	0.875	0.00003	-3.1693	-0.2356
Story1	P1	Live	Top	-8.8568	0.0002	0.358	0.00004	-1.2964	-0.0007
Story1	P1	SISMO XX Max	Top	4.6398	22.4621	0.0216	0.01360	0.0509	44.679
Story1	P1	SISMO YY Max	Top	6.5844	5.0297	0.2841	0.1061	0.8441	16.0251



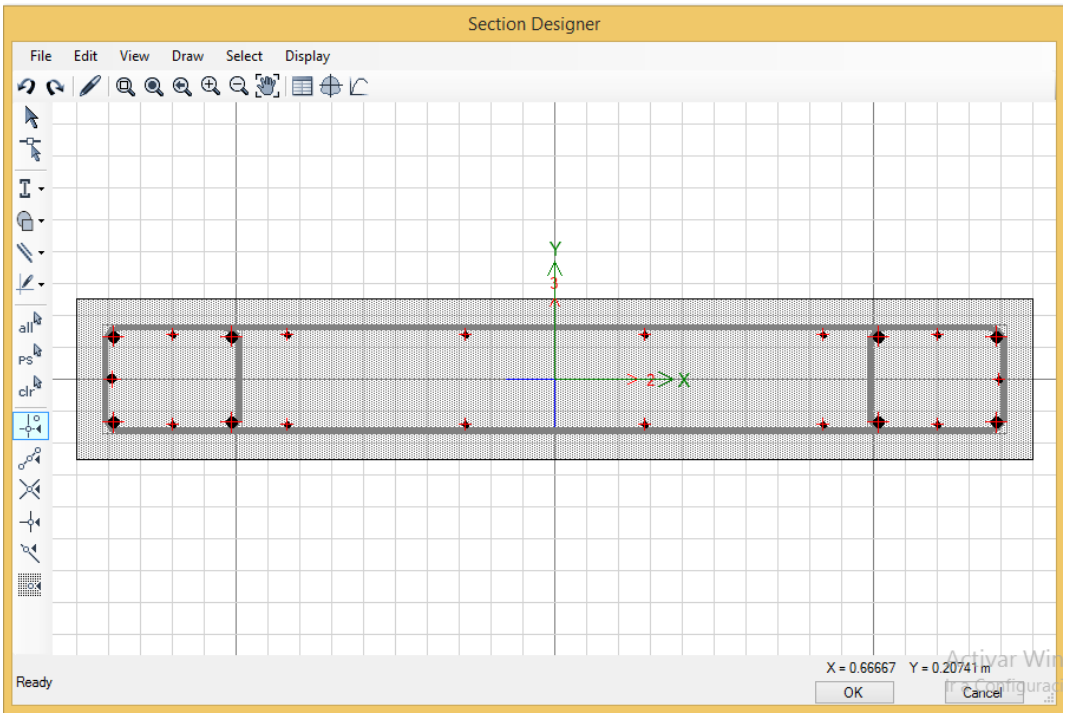


DIAGRAMA DE ITERACIÓN – DISEÑO POR FLEXOCOMPRESIÓN

	Curve #1 0 deg			Curve #2 15 deg			Curve #3 30 deg			Curve #4 45 deg			Curve #5 60 deg			Curve #6 75 deg		
Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
1	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0
2	417.1	0.0	37.3	417.1	0.5	31.6	417.1	0.9	25.2	417.1	1.0	21.0	417.1	1.0	18.2	417.1	1.1	14.9
3	417.1	0.0	58.0	417.1	0.5	54.1	417.1	1.0	49.4	417.1	1.7	42.4	417.1	2.3	33.9	417.1	2.6	26.6
4	386.6	0.0	75.4	391.8	0.5	73.0	398.0	1.0	69.9	406.0	1.7	65.5	417.1	2.9	56.6	417.1	4.4	42.7
5	347.9	0.0	90.2	351.4	0.5	88.7	355.6	1.0	86.9	361.0	1.7	84.1	369.8	3.0	78.4	387.2	5.9	61.5
6	307.5	0.0	102.1	309.2	0.5	101.3	311.3	1.0	100.2	313.9	1.8	98.4	317.9	3.1	94.6	326.4	6.6	80.3
7	265.0	0.0	111.4	264.8	0.5	110.8	264.7	1.1	109.9	264.2	1.8	108.5	262.9	3.2	105.3	258.0	6.8	92.6
8	219.2	0.0	118.5	216.9	0.5	117.8	214.4	1.1	116.6	210.9	2.0	114.8	204.1	3.4	110.7	184.6	7.1	95.4
9	197.6	0.0	132.2	192.9	0.5	131.1	188.0	1.2	129.6	181.0	2.1	127.0	168.6	3.7	121.0	137.5	7.9	98.3
10	176.9	0.0	143.2	169.6	0.6	141.2	161.3	1.3	138.5	149.6	2.4	134.1	129.2	4.1	124.8	83.0	8.2	95.3
11	137.9	0.0	143.3	127.6	0.7	139.4	116.0	1.5	134.7	99.4	2.7	126.9	71.3	4.6	111.9	20.6	7.6	79.8
12	82.2	0.0	123.1	70.1	0.7	117.4	55.8	1.6	110.0	35.4	2.8	98.4	2.6	4.7	78.0	-37.8	5.9	51.7
13	26.3	0.0	95.8	9.9	0.9	86.6	-10.1	1.9	74.6	-35.3	3.1	58.4	-60.7	3.7	41.5	-82.3	3.4	26.8
14	-45.1	0.0	54.9	-66.1	0.9	40.9	-86.5	1.6	26.7	-101.2	1.7	16.4	-109.7	1.3	10.5	-117.3	0.7	5.2
15	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0

Curve #7 90 deg			Curve #8 105 deg			Curve #9 120 deg			Curve #10 135 deg			Curve #11 150 deg			Curve #12 165 deg		
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0
417.1	5.9	0.0	417.1	1.1	-14.9	417.1	1.0	-18.2	417.1	1.0	-21.0	417.1	0.9	-25.2	417.1	0.5	-31.6
415.2	9.6	0.0	417.1	2.6	-26.6	417.1	2.3	-33.9	417.1	1.7	-42.3	417.1	1.0	-49.4	417.1	0.5	-54.1
372.8	12.6	0.0	417.1	4.4	-42.7	417.1	2.9	-56.6	406.0	1.7	-65.5	398.0	1.0	-69.9	391.8	0.5	-73.0
327.1	14.9	0.0	387.2	5.9	-61.5	369.8	3.0	-78.4	361.0	1.7	-84.1	355.6	1.0	-86.9	351.4	0.5	-88.7
277.7	16.4	0.0	326.4	6.6	-80.3	317.9	3.1	-94.6	313.9	1.8	-98.4	311.3	1.0	-100.2	309.2	0.5	-101.3
222.9	17.2	0.0	258.0	6.8	-92.6	262.9	3.2	-105.3	264.1	1.8	-108.5	264.7	1.1	-109.9	264.8	0.5	-110.8
159.9	17.4	0.0	184.6	7.1	-95.4	204.1	3.4	-110.7	210.9	2.0	-114.8	214.4	1.1	-116.6	216.9	0.5	-117.8
140.4	18.2	0.0	137.5	7.9	-98.3	168.6	3.7	-121.0	181.0	2.1	-127.0	188.0	1.2	-129.6	192.9	0.5	-131.1
114.6	18.7	0.0	83.0	8.2	-95.3	129.1	4.1	-124.7	149.6	2.4	-134.1	161.3	1.3	-138.5	169.6	0.6	-141.2
74.9	17.5	0.0	20.6	7.6	-79.8	71.3	4.6	-111.8	99.3	2.7	-126.9	116.0	1.5	-134.7	127.6	0.7	-139.4
20.1	13.5	0.0	-37.8	5.9	-51.7	2.6	4.7	-78.0	35.3	2.8	-98.4	55.8	1.6	-109.9	70.1	0.7	-117.4
-55.2	7.6	0.0	-82.3	3.4	-26.8	-60.8	3.7	-41.5	-35.3	3.1	-58.4	-10.1	1.9	-74.6	9.9	0.9	-86.6
-90.8	4.0	0.0	-117.3	0.7	-5.2	-109.7	1.3	-10.5	-101.2	1.7	-16.4	-86.6	1.6	-26.6	-66.2	0.9	-40.9
-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0

Curve #13 180 deg			Curve #14 195 deg			Curve #15 210 deg			Curve #16 225 deg			Curve #17 240 deg			Curve #18 255 deg		
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0
417.1	0.0	-37.3	417.1	-0.5	-31.6	417.1	-0.9	-25.2	417.1	-1.0	-21.0	417.1	-1.0	-18.2	417.1	-1.1	-14.9
417.1	0.0	-58.0	417.1	-0.5	-54.1	417.1	-1.0	-49.4	417.1	-1.7	-42.3	417.1	-2.3	-33.9	417.1	-2.6	-26.6
386.8	0.0	-75.4	391.8	-0.5	-73.0	398.0	-1.0	-69.9	406.0	-1.7	-65.5	417.1	-2.9	-56.6	417.1	-4.4	-42.7
348.0	0.0	-90.1	351.4	-0.5	-88.7	355.6	-1.0	-86.9	361.0	-1.7	-84.1	369.8	-3.0	-78.4	387.2	-5.9	-61.5
307.7	0.0	-102.0	309.2	-0.5	-101.3	311.3	-1.0	-100.2	313.9	-1.8	-98.4	317.9	-3.1	-94.6	326.4	-6.6	-80.3
265.3	0.0	-111.3	264.8	-0.5	-111.0.8	264.7	-1.1	-109.9	264.1	-1.8	-108.5	262.9	-3.2	-105.3	258.0	-6.8	-92.6
219.5	0.0	-118.5	216.9	-0.5	-117.8	214.4	-1.1	-116.6	210.9	-2.0	-114.8	204.1	-3.4	-110.7	184.6	-7.1	-95.4
197.9	0.0	-132.2	192.9	-0.5	-131.1	188.0	-1.2	-129.6	181.0	-2.1	-127.0	168.6	-3.7	-121.0	137.5	-7.9	-98.3
177.2	0.0	-143.3	169.6	-0.6	-141.2	161.3	-1.3	-138.5	149.6	-2.4	-134.1	129.1	-4.1	-124.7	83.0	-8.2	-95.3
138.1	0.0	-143.3	127.6	-0.7	-139.4	116.0	-1.5	-134.7	99.3	-2.7	-126.9	71.3	-4.6	-111.8	20.6	-7.6	-79.8
82.4	0.0	-123.2	70.1	-0.7	-117.4	55.8	-1.6	-109.9	35.3	-2.8	-98.4	2.6	-4.7	-78.0	-37.8	-5.9	-51.7
26.4	0.0	-95.9	9.9	-0.9	-86.6	-10.1	-1.9	-74.6	-35.3	-3.1	-58.4	-60.8	-3.7	-41.5	-82.3	-3.4	-26.8
-45.1	0.0	-54.9	-66.2	-0.9	-40.9	-86.6	-1.6	-26.6	-101.2	-1.7	-16.4	-109.7	-1.3	-10.5	-117.3	-0.7	-5.2
-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0

Curve #19 270 deg			Curve #20 285 deg			Curve #21 300 deg			Curve #22 315 deg			Curve #23 330 deg			Curve #24 345 deg		
P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0	417.1	0.0	0.0
417.1	-5.9	0.0	417.1	-1.1	14.9	417.1	-1.0	18.2	417.1	-1.0	21.0	417.1	-0.9	25.2	417.1	-0.5	31.6
415.2	-9.6	0.0	417.1	-2.6	26.6	417.1	-2.3	33.9	417.1	-1.7	42.4	417.1	-1.0	49.4	417.1	-0.5	54.1
372.8	-12.6	0.0	417.1	-4.4	42.7	417.1	-2.9	56.6	406.0	-1.7	65.5	398.0	-1.0	69.9	391.8	-0.5	73.0
327.1	-14.9	0.0	387.2	-5.9	61.5	369.8	-3.0	78.4	361.0	-1.7	84.1	355.6	-1.0	86.9	351.4	-0.5	88.7
277.7	-16.4	0.0	326.4	-6.6	80.3	317.9	-3.1	94.6	313.9	-1.8	98.4	311.3	-1.0	100.2	309.2	-0.5	101.3
222.9	-17.2	0.0	258.0	-6.8	92.6	262.9	-3.2	105.3	264.2	-1.8	108.5	264.7	-1.1	109.9	264.8	-0.5	110.8
159.9	-17.4	0.0	184.6	-7.1	95.4	204.1	-3.4	110.7	210.9	-2.0	114.8	214.4	-1.1	116.6	216.9	-0.5	117.8
140.4	-18.2	0.0	137.5	-7.9	98.3	168.6	-3.7	121.0	181.0	-2.1	127.0	188.0	-1.2	129.6	192.9	-0.5	131.1
114.6	-18.7	0.0	83.0	-8.2	95.3	129.2	-4.1	124.8	149.6	-2.4	134.1	161.3	-1.3	138.5	169.6	-0.6	141.2
74.9	-17.5	0.0	20.6	-7.6	79.8	71.3	-4.6	111.9	99.4	-2.7	126.9	116.0	-1.5	134.7	127.6	-0.7	139.4
20.1	-13.5	0.0	-37.8	-5.9	51.7	2.6	-4.7	78.0	35.4	-2.8	98.4	55.8	-1.6	110.0	70.1	-0.7	117.4
-55.2	-7.6	0.0	-82.3	-3.4	26.8	-60.7	-3.7	41.5	-35.3	-3.1	58.4	-10.1	-1.9	74.6	9.9	-0.9	86.6
-90.8	-4.0	0.0	-117.3	-0.7	5.2	-109.7	-1.3	10.5	-101.2	-1.7	16.4	-86.5	-1.6	26.7	-66.1	-0.9	40.9
-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0	-124.7	0.0	0.0

	BOTTOM	P	V2	V3	M2	M3
CM	DEAD	47.0	-0.1	-0.9	-1.6	-0.2
CV	LIVE	8.9	0.0	-0.4	-0.6	0.0
RSISXX	R.SISXX	-4.6	-22.5	0.0	-0.1	-76.6
RSISYY	R.SISYY	-6.6	-5.0	-0.3	-0.8	-16.0

COMBOS	NOMENC.	P	V2	V3	M2	M3
0.9CM+f.SISXX	MSXMAX	37.6	-22.5	-0.8	-1.5	-76.9
0.9CM-f.SISXX	MSXMIN	46.9	22.4	-0.8	-1.3	76.4
0.9CM+f.SISYY	MSYMAX	35.7	-5.1	-1.1	-2.2	-16.2
0.9CM-f.SISYY	MSYMIN	48.8	5.0	-0.5	-0.6	15.8
1.25(CM+CV)+f.SISXX	MVSXMAX	65.1	-22.6	-1.6	-2.8	-76.9
1.25(CM+CV)-f.SISXX	MVSXMIN	74.4	22.4	-1.5	-2.7	76.3
1.25(CM+CV)+f.SISYY	MVSYMAX	63.2	-5.1	-1.8	-3.6	-16.3
1.25(CM+CV)-f.SISYY	MVSYMIN	76.4	4.9	-1.3	-1.9	15.7
1.4CM+1.7CV	MV	80.8	-0.1	-1.8	-3.3	-0.3

	TOP	P	V2	V3	M2	M3
CM	DEAD	47.0	-0.1	-0.9	3.2	0.2
CV	LIVE	8.9	0.0	-0.4	1.3	0.0
RSISXX	R.SISXX	-4.6	-22.5	0.0	-0.1	-44.7
RSISYY	R.SISYY	-6.6	-5.0	-0.3	-0.7	-11.1

COMBOS	NOMENC.	P	V2	V3	M2	M3
0.9CM+f.SISXX	MSXMAX	37.6	-22.5	-0.8	2.8	-44.5
0.9CM-f.SISXX	MSXMIN	46.9	22.4	-0.8	2.9	44.9
0.9CM+f.SISYY	MSYMAX	35.7	-5.1	-1.1	2.2	-10.9
0.9CM-f.SISYY	MSYMIN	48.8	5.0	-0.5	3.5	11.4
1.25(CM+CV)+f.SISXX	MVSXMAX	65.1	-22.6	-1.6	5.5	-44.4
1.25(CM+CV)-f.SISXX	MVSXMIN	74.4	22.4	-1.5	5.6	45.0
1.25(CM+CV)+f.SISYY	MVSYMAX	63.2	-5.1	-1.8	4.9	-10.8
1.25(CM+CV)-f.SISYY	MVSYMIN	76.4	4.9	-1.3	6.3	11.4
1.4CM+1.7CV	MV	80.8	-0.1	-1.8	6.6	0.3

CM	-47.0
CV	-8.9

Story	Pier	Load	Loc	P	V2	V3	T	M2	M3
Story1	P1	Dead	Bottom	-47	0	1	0	2	0
Story1	P1	Live	Bottom	-9	0	0	0	1	0
Story1	P1	SMO XX M	Bottom	5	22	0	0	0	77
Story1	P1	SMO YY M	Bottom	7	5	0	0	1	16
Story1	P1	Dead	Top	-43	0	1	0	-3	0
Story1	P1	Live	Top	-9	0	0	0	-1	0
Story1	P1	SMO XX M	Top	5	22	0	0	0	45
Story1	P1	SMO YY M	Top	7	5	0	0	1	11

M3 vs P

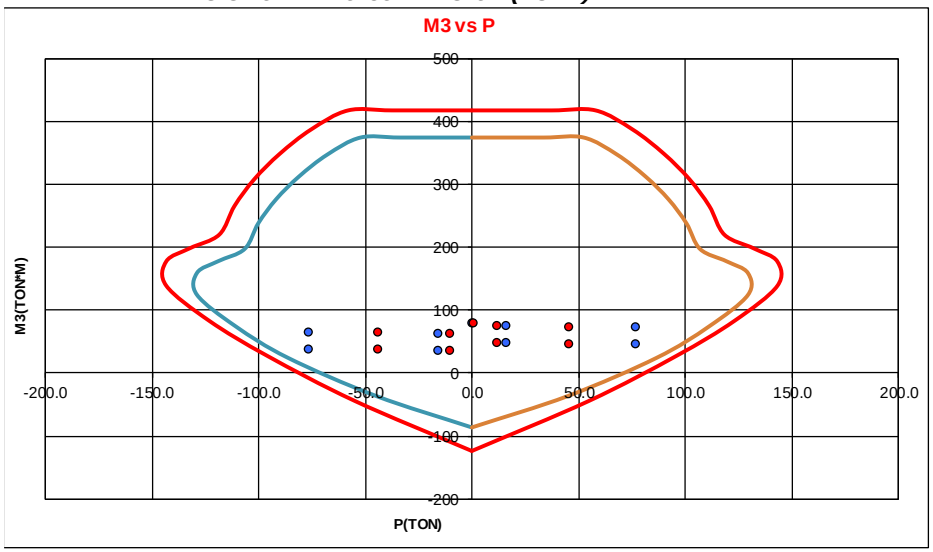
Nro. De Puntos	Curve 13 180. degrees		Curve 1 0. degrees		ϕ	M3 vs P (Izquierda) Curve 13 180. degrees		M3 vs P (Derecha) Curve 1 0. degrees	
	Pn (tn)	Mn(tn.m)	Pn (tn)	Mn(tn.m)		ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)	ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)
1	417.1	0.0	417.1	0.0	0.90	375.4	0.0	375.4	0.0
2	417.1	-37.3	417.1	37.3	0.90	375.4	-33.6	375.4	33.6
3	417.1	-58.0	417.1	58.0	0.90	375.4	-52.2	375.4	52.2
4	386.8	-75.4	386.6	75.4	0.90	348.1	-67.8	348.0	67.9
5	348.0	-90.1	347.9	90.2	0.90	313.2	-81.1	313.1	81.1
6	307.7	-102.0	307.5	102.1	0.90	276.9	-91.8	276.7	91.9
7	265.3	-111.3	265.0	111.4	0.90	238.7	-100.2	238.5	100.2
8	219.5	-118.5	219.2	118.5	0.90	197.5	-106.6	197.2	106.6
9	197.9	-132.2	197.6	132.2	0.90	178.1	-119.0	177.8	118.9
10	177.2	-143.3	176.9	143.2	0.90	159.4	-129.0	159.2	128.9
11	138.1	-143.3	137.9	143.3	0.90	124.3	-129.0	124.1	128.9
12	82.4	-123.2	82.2	123.1	0.90	74.1	-110.9	73.9	110.8
13	26.4	-95.9	26.3	95.8	0.90	23.8	-86.3	23.7	86.2
14	-45.1	-54.9	-45.1	54.9	0.82	-37.0	-45.0	-37.0	45.0
15	-124.7	0.0	-124.7	0.0	0.70	-87.3	0.0	-87.3	0.0

M2 vs P

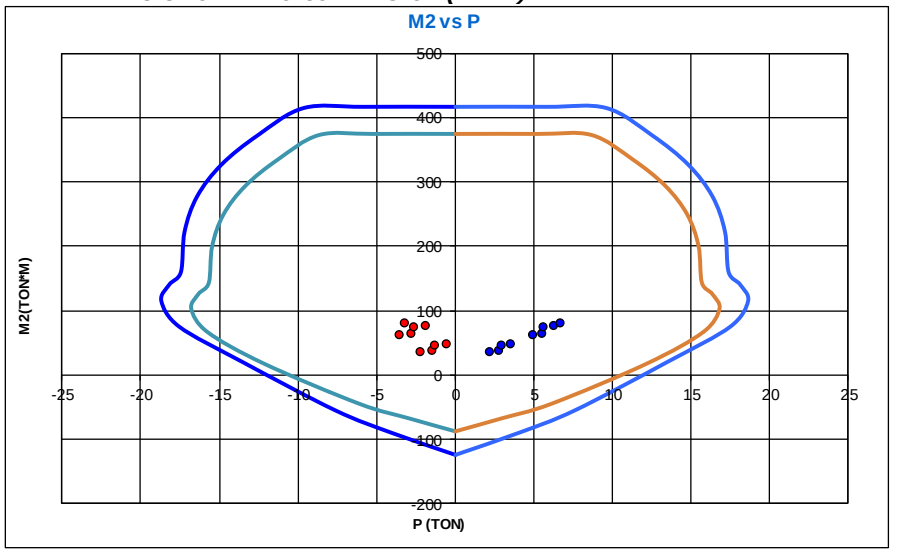
Nro. De Puntos	Curve 19 270. degrees		Curve 7 90. degrees		ϕ	M2 vs P (Izquierda) Curve 19 270. degrees		M2 vs P (Derecha) Curve 7 90. degrees	
	Pn (tn)	Mn(tn.m)	Pn (tn)	Mn(tn.m)		ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)	ϕPn (tn)	ϕMn(tn.m)
1	417.1	0.0	417.1	0.0	0.90	375.4	0.0	375.4	0.0
2	417.1	-5.9	417.1	5.9	0.90	375.4	-5.3	375.4	5.3
3	415.2	-9.6	415.2	9.6	0.90	373.7	-8.7	373.7	8.7
4	372.8	-12.6	372.8	12.6	0.90	335.5	-11.3	335.5	11.3
5	327.1	-14.9	327.1	14.9	0.90	294.4	-13.4	294.4	13.4
6	277.7	-16.4	277.7	16.4	0.90	249.9	-14.8	249.9	14.8
7	222.9	-17.2	222.9	17.2	0.90	200.6	-15.5	200.6	15.5
8	159.9	-17.4	159.9	17.4	0.90	143.9	-15.7	143.9	15.7
9	140.4	-18.2	140.4	18.2	0.90	126.3	-16.4	126.3	16.4
10	114.6	-18.7	114.6	18.7	0.90	103.2	-16.8	103.2	16.8
11	74.9	-17.5	74.9	17.5	0.90	67.4	-15.8	67.4	15.8
12	20.1	-13.5	20.1	13.5	0.90	18.1	-12.2	18.1	12.2
13	-55.2	-7.6	-55.2	7.6	0.80	-44.3	-6.1	-44.3	6.1
14	-90.8	-4.0	-90.8	4.0	0.74	-67.1	-3.0	-67.1	3.0
15	-124.7	0.0	-124.7	0.0	0.70	-87.3	0.0	-87.3	0.0

f'c (kg/cm2)	210
Ag (cm2)	3750
Pn tran(Ton)	-112.5

ANALISIS POR FLEXO-COMPRESION (M3 - P)



ANALISIS POR FLEXO-COMPRESION (M2 - P)



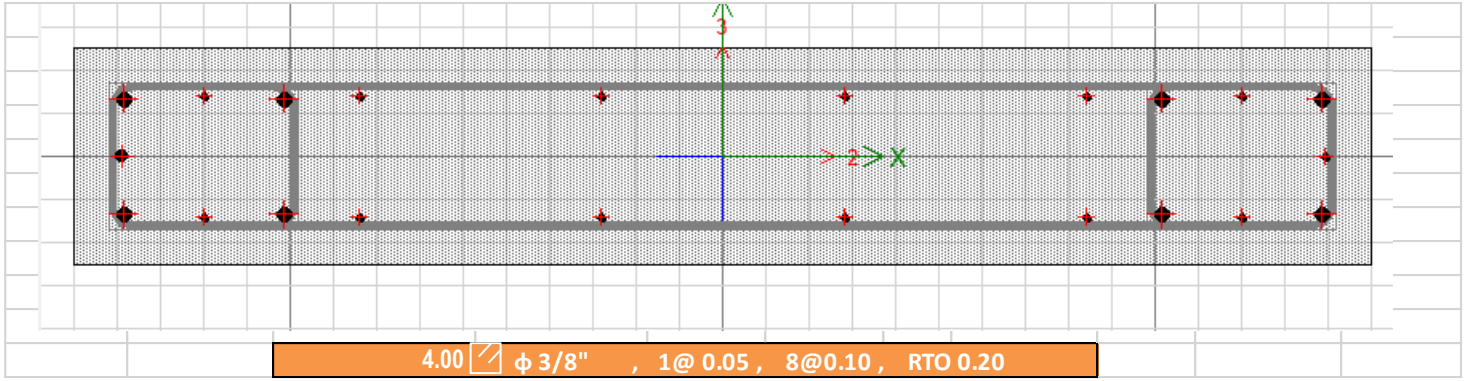
DISEÑO POR CORTE

Story	Pier	Load Case / Combo	Location	P	V2	V3	T	M2	M3	P	V2	M3	P	V3	M2	Story
				ton	ton	ton	ton-m	ton-m	ton-m	ton	ton	ton-m	ton	ton	ton-m	
1	P1	1.4CM+1.7CV	Botton	80.79	0.12	1.83	0.00	3.26	0.34	80.79454	0.1241	0.3394	80.79454	1.8336	3.26102	1
		1.25(CM+CV)+SISXX		74.41	22.57	1.56	0.01	2.81	76.95	74.405425	22.57285	76.947275	74.405425	1.56285	2.8065	
		1.25(CM+CV)-SISXX		65.13	-22.35	1.52	-0.01	2.68	-76.34	65.125825	22.35135	76.341525	65.125825	1.51965	2.6755	
		0.9CM+SISXX		46.90	22.54	0.81	0.01	1.47	76.86	46.89993	22.54166	76.86193	46.89993	0.8091	1.46572	
		0.9CM-SISXX		37.62	-22.38	0.77	-0.01	1.33	-76.43	37.62033	22.38254	76.42687	37.62033	0.7659	1.33472	
		1.25(CM+CV)+SISYY		76.35	5.14	1.83	0.11	3.59	16.33	76.350025	5.14045	16.327975	76.350025	1.82535	3.5851	
		1.25(CM+CV)-SISYY		63.18	-4.92	1.26	-0.11	1.90	-15.72	63.181225	4.91895	15.722225	63.181225	1.25715	1.8969	
		0.9CM+SISYY		48.84	5.11	1.07	0.11	2.24	16.24	48.84453	5.10926	16.24263	48.84453	1.0716	2.24432	
		0.9CM-SISYY		35.68	-4.95	0.50	-0.11	0.56	-15.81	35.67573	4.95014	15.80757	35.67573	0.5034	0.55612	
2	P1	1.4CM+1.7CV	Botton	49.53	0.01	6.33	0.00	12.76	0.05	49.53467	0.01193	0.04967	49.53467	6.32589	12.76458	2
		1.25(CM+CV)+SISXX		45.34	5.33	5.33	0.02	10.77	5.19	45.339175	5.32785	5.187875	45.339175	5.32885	10.767175	
		1.25(CM+CV)-SISXX		40.80	-5.30	5.25	-0.02	10.62	-5.08	40.801575	5.29835	5.084125	40.801575	5.25365	10.623575	
		0.9CM+SISXX		29.39	5.34	2.65	0.02	5.42	5.20	29.39192	5.33749	5.19864	29.39192	2.64823	5.41519	
		0.9CM-SISXX		24.85	-5.29	2.57	-0.02	5.27	-5.07	24.85432	5.28871	5.07336	24.85432	2.57303	5.27159	
		1.25(CM+CV)+SISYY		47.73	0.83	5.75	0.13	11.59	3.34	47.728475	0.82915	3.339275	47.728475	5.74805	11.590375	
		1.25(CM+CV)-SISYY		38.41	-0.80	4.83	-0.12	9.80	-3.24	38.412275	0.79965	3.235525	38.412275	4.83445	9.800375	
		0.9CM+SISYY		31.78	0.84	3.07	0.12	6.24	3.35	31.78122	0.83879	3.35004	31.78122	3.06743	6.23839	
		0.9CM-SISYY		22.47	-0.79	2.15	-0.12	4.45	-3.22	22.46502	0.79001	3.22476	22.46502	2.15383	4.44839	
3	P1	1.4CM+1.7CV	Botton	20.43	0.06	5.72	0.00	11.09	0.08	20.43372	0.05946	0.0812	20.43372	5.71676	11.09028	3
		1.25(CM+CV)+SISXX		19.19	5.46	4.99	0.01	9.54	6.98	19.18975	5.4577	6.982775	19.18975	4.98795	9.54095	
		1.25(CM+CV)-SISXX		17.21	-5.34	4.93	-0.01	9.43	-6.82	17.21075	5.3407	6.816025	17.21075	4.92955	9.43255	
		0.9CM+SISXX		13.95	5.46	3.11	0.01	5.49	7.00	13.94536	5.4595	6.99597	13.94536	3.11062	5.4893	
		0.9CM-SISXX		11.97	-5.34	3.05	-0.01	5.38	-6.80	11.96636	5.3389	6.80283	11.96636	3.05222	5.3809	
		1.25(CM+CV)+SISYY		20.37	2.72	5.32	0.10	10.15	5.37	20.36795	2.72	5.373875	20.36795	5.32195	10.14515	
		1.25(CM+CV)-SISYY		16.03	-2.60	4.60	-0.10	8.83	-5.21	16.03255	2.603	5.207125	16.03255	4.59555	8.82835	
		0.9CM+SISYY		15.12	2.72	3.44	0.10	6.09	5.39	15.12356	2.7218	5.38707	15.12356	3.44462	6.0935	
		0.9CM-SISYY		10.79	-2.60	2.72	-0.10	4.78	-5.19	10.78816	2.6012	5.19393	10.78816	2.71822	4.7767	

								RNE-E.060: 21.95.3					11.10.5					11.5.7.9	
	MURO												Vn=Vc+Vs						
	PISO	PIER	Lm	em	f'c	R	h	Vua	Mua	Mur=Mn	Mur/Mua<R	Vu/Ø (Diseño)	Vc (ton)	Hm/Lm	αc	Vc máx (ton)	Vs (ton)	Vs máx (ton)	Vs máx??
X	1	PLACA N°02	1.50	0.25	210	3.00	3.90	22.57	76.947275	171.4285714	2.227870596	59.16	23.04	7.80	0.53	28.80	36.12	91.30	CUMPLE
	2	PLACA N°02	1.50	0.25	210	3.00	3.90	5.34	5.19864	142.8571429	3	18.84	23.04	5.20	0.53	28.80	4.20	91.30	CUMPLE
	3	PLACA N°02	1.50	0.25	210	3.00	3.90	5.46	6.99597	114.2857143	3	19.27	23.04	2.60	0.53	28.80	3.77	91.30	CUMPLE

21.9.4.3	ACERO MÍNIMO 11.10.7		11.10.10.1									CLÁSICA		11.10.4			11.10.10.3									CLASICA
	Vu=0.085*RAIZ(f'c)*Acw		REFUERZO HORIZONTAL											Vn			REFUERZO VERTICAL									
N° Hileras	Vu=0.27*raiz(f'c)*Acw	Usar	ph=Vs/(Acw*fy)	Vs final (ton)	ϕ	Área(cm2)					m			Vn real (ton)	V máx (ton)	Vn máx??	pv	ϕ	Área (cm2)					m		
2.00	14.67	Vs=Acw*ph*fy	0.00250	39.38	3/8"	0.71	2.00	ϕ	3/8"	@	0.227			62.42	141.29	CUMPLE	0.0025	3/8"	0.71	2.00	ϕ	3/8"	@	0.227		
2.00	14.67	Vs=Acw*ph*fy	0.00250	39.38	3/8"	0.71	2.00	ϕ	3/8"	@	0.227			62.42	141.29	CUMPLE	0.0025	3/8"	0.71	2.00	ϕ	3/8"	@	0.227		
2.00	14.67	Vs=Acw*ph*fy	0.00250	39.38	3/8"	0.71	2.00	ϕ	3/8"	@	0.227			62.42	141.29	CUMPLE	0.0025	3/8"	0.71	2.00	ϕ	3/8"	@	0.227		

								21.9.7.6																					
CONFINAMIENTO IZQUIERDA												CONFINAMIENTO DERECHA										CONCLUSIÓN									
Lx (m)	Ly (m)				OTRAS			Estribos				Lx (m)	Ly (m)				OTRAS			Estribos				HORIZONTAL					VERTICAL				
0.30	0.25	4.00	ϕ	5/8"	-		-	3/8"	@	15.90		0.30	0.25	4.00	ϕ	5/8"				3/8"	ϕ	15.90		2.00	ϕ	3/8"	@	0.20	2.00	ϕ	3/8"	@	0.20
0.30	0.25	4.00	ϕ	5/8"								0.30	0.25	4.00	ϕ	5/8"								2.00	ϕ	3/8"	@	0.20	2.00	ϕ	3/8"	@	0.20
0.30	0.25	4.00	ϕ	5/8"								0.30	0.25	4.00	ϕ	5/8"								2.00	ϕ	3/8"	@	0.20	2.00	ϕ	3/8"	@	0.20



ANEXO K: Panel Fotográfico



Fotografía N°01: Calibración del Martillo de rebote con Yunque de ensayo.



Fotografía N°02: Ensayo no destructivo con esclerómetro columnas del Pabellón de Aulas N°01.



Fotografía N°03: Piedra de amolar para alisar la superficie de ensayo.-



Fotografía N°04: Posición perpendicular del martillo para ensayos de hormigón.



Fotografía N°05: Toma de lectura-N° rebote (32).



Fotografía N°06: Anulando la lectura por motivo de escamadura y porosidad.



Fotografía N°07: Ensayo no destructivo en vigas del Pabellón de Aulas N°02.



Fotografía N°08: Preparación del área para la ejecución del ensayo.



Fotografía N°09: Ejecución del ensayo.



Fotografía N°10: Tomando lectura del valor del N° rebote obtenida (28).



Fotografía N°11: Vista de la calicata N°01, ubicada en la esquina del Pabellón de aulas N°01.



Fotografía N°12: Vista de la calicata N°02, ubicada entre el Boulevar y esquina del Pabellón de aulas N°01.



Fotografía N°13: Vista de la calicata N°03, ubicada entre el Boulevar y esquina del Pabellón de aulas N°02.



Fotografía N°14: Vista de la calicata N°04, ubicada entre la vía perimetral y la esquina del Pabellón de aulas N°02.



Fotografía N°15: Vista del ensayo de la resistencia a la compresión de prismas de albañilería.



Fotografía N°16: Vista de la viga del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado.



Fotografía N°17: Vista de la columna del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado.



Fotografía N°18: Vista de las líneas resistentes verticales del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado.



Fotografía N°19: Vista de la viga del 3er nivel del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado.



Fotografía N°20: Vista del Pabellón de Aulas N°01. Mampostería de ladrillo Pandereta.



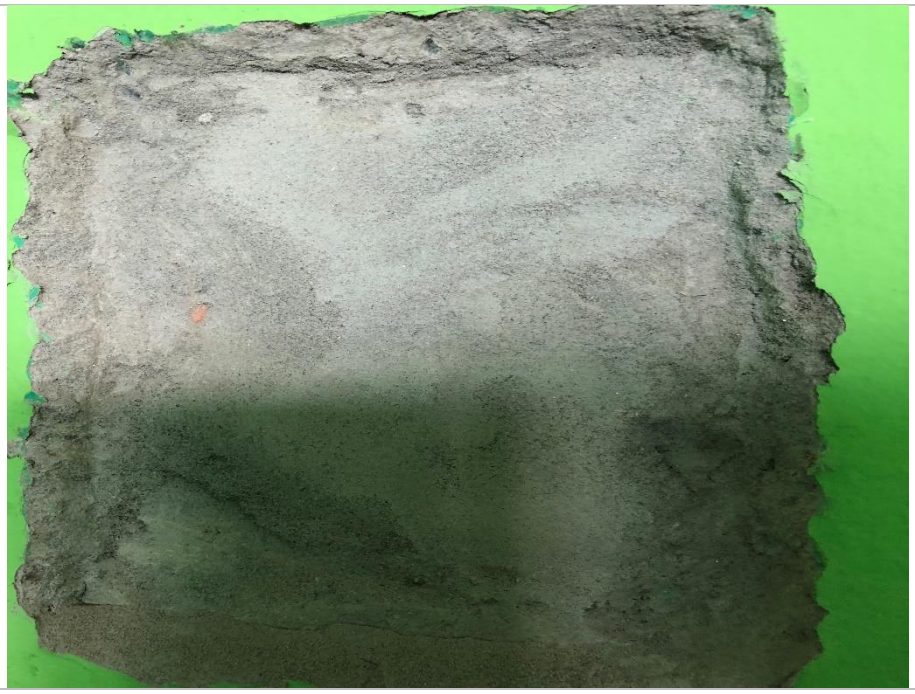
Fotografía N°21: Vista del Pabellón de aulas N°01. Mampostería de ladrillo Pandereta, homogéneo y de tamaño constante.



Fotografía N°22: Vista del Pabellón de aulas N°02. Mampostería de ladrillo Pandereta, no adecuada para el sistema estructural.



Fotografía N°23: Vista del Pabellón de aulas N°02. Mampostería de ladrillo Pandereta, homogéneo y de tamaño constante.



Fotografía N°24: Presencia de partículas de ladrillos en el Pabellón de Aulas N°01.



Fotografía N°25: Presencia de Acero en el Pabellón de Aulas N°02.



Fotografía N°26: Vista del pabellón de Aulas N°01. Edificio cimentado sobre terreno con pendiente menor al 10%.



Fotografía N°27: Vista del pabellón de Aulas N°02. Edificio cimentado sobre terreno con pendiente plana.



Fotografía N°28: Vista del pabellón de Aulas N°01. Diafragma rígido correctamente conectado a los elementos resistentes.



Fotografía N°29: Vista del pabellón de Aulas N°02. Diafragma rígido correctamente conectado a los elementos resistentes.



Fotografía N°30: Vista de longitudes de evaluación de la rigidez de la columna corta N°2.



Fotografía N°31: Vista de longitudes de evaluación de la rigidez de la columna total N°1.



Fotografía N°32: Vista del pabellón de Aulas N°01. Elementos estructurales verticales alineados.



Fotografía N°33: Vista del pabellón de Aulas N°02. Elementos estructurales verticales alineados.



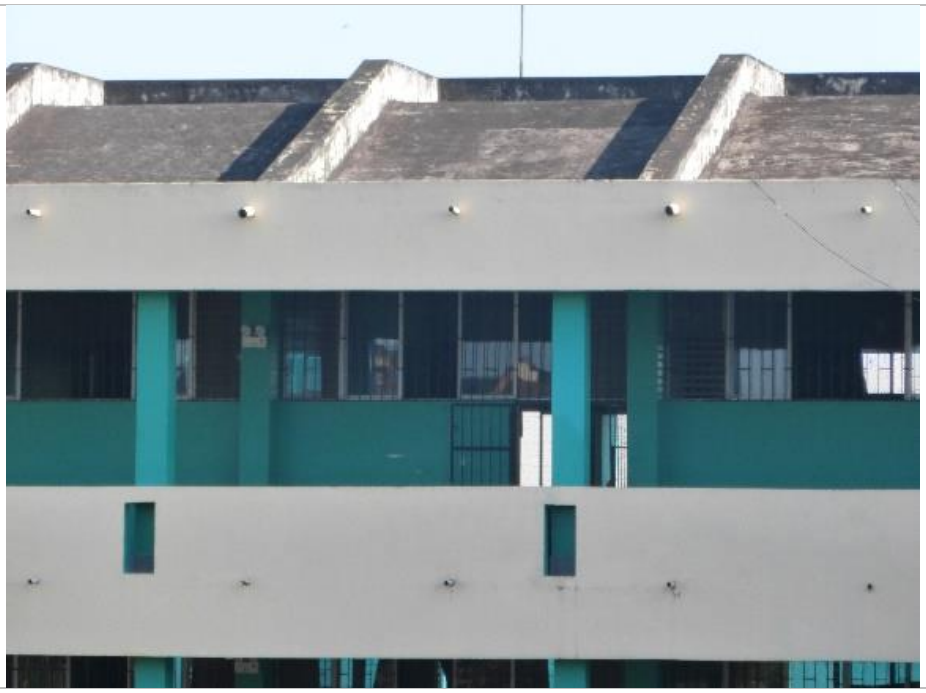
Fotografía N°34: Vista del pabellón de Aulas N°01. Separación máxima entre los apoyos laterales de la viga.



Fotografía N°35: Vista del pabellón de Aulas N°02. Separación máxima entre los apoyos laterales de la viga.



Fotografía N°36: Vista de la cubierta de tipo inclinada del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado de conservación.



Fotografía N°37: Vista de la cubierta de tipo plana del Pabellón de Aulas N°01 en buen estado de conservación.



Fotografía N°38: Vista de la cubierta de tipo plana del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado de conservación.



Fotografía N°39: Vista de la cubierta de tipo inclinada del Pabellón de Aulas N°02 en buen estado de conservación.



Fotografía N°40: Vista de la Estructura de concreto armado de la cubierta del Pabellón de Aulas N°01, mal conectada al sistema resistente.



Fotografía N°41: Vista de la Estructura de concreto armado de la cubierta del Pabellón de Aulas N°01, mal conectada al sistema resistente.



Fotografía N°42: Vista de la Estructura de concreto armado de la cubierta del pabellón de aulas N°02, mal conectada al sistema resistente.



Fotografía N°43: Vista de la Estructura de concreto armado de la cubierta del pabellón de aulas N°02, mal conectada al sistema resistente.



Fotografía N°44: Vista del pabellón aulas N°01. Losa del primer nivel en buen estado.



Fotografía N°45: Vista del pabellón de aulas N°01. Pintura en vigas en malas condiciones.



Fotografía N°46: Vista del pabellón de aulas N°01. Columna en buen estado.

ANEXO L: Planos