



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LA I.E LICEO TRUJILLO-2018

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Aguilar Marín, Gracilda Angelica Erika

Bach. Mudarra Abanto, Carlos Manuel

Asesor:

Mg. Ing. Marlon Robert Cubas Armas

Trujillo – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, APRUEBAN la tesis desarrollada por la Bach. Aguilar Marín, Gracilda Angelica Erika y el Bach. Mudarra Abanto, Carlos Manuel, denominada:

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA MEDIANTE EL MÉTODO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD DE LA I.E LICEO TRUJILLO-2018

Mg. Ing. Marlon Robert Cubas Armas
C.I.P 110039
ASESOR

Ing. Wiston Henry Azañedo Medina
C.I.P 107619
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Julio Felix Valeriano Murga
C.I.P 63638
JURADO

Mg. Ing. Juan Alejandro Agreda Barbaran
C.I.P 65644
JURADO

DEDICATORIA

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

A mis padres, 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 amor.

A mis hermanos, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Carlos M.

DEDICATORIA

Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi amado hijo, por darle sentido a mi vida, por ser mi inspiración cada día para poder superarme y luchar para que la vida nos depare un mejor futuro.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanos por compartir alegrías y tropiezos, por su confianza y por permitirme ser parte de sus vidas, los amo.

Erika A.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, queremos agradecer a Dios, por habernos encaminado en todo este largo y productivo trayecto, brindándonos salud, vida y las energías necesarias para la culminación de nuestra investigación.

De la misma manera, agradecemos a nuestros familiares, el apoyo incondicional que nos dando todos estos años.

También agradecemos a la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por haber aceptado que seamos parte de ella y habernos abierto las puertas para desarrollar nuestra investigación, por el apoyo brindado en toda nuestra formación profesional y a nuestros docentes que sin ellos no hubiera sido posible la adquisición de todos los conocimientos necesarios para laborar de la manera más adecuada.

Un especial agradecimiento a nuestro asesor, Ing. Marlon Robert Cubas Armas, por su paciencia, apoyo y su constante orientación, para con nosotros, le agradecemos por su generosidad al brindarnos la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia científica en un marco de confianza, afecto y amistad que siempre ha mostrado, y que en muchas ocasiones ha dado luz a un camino que no se hizo particularmente fácil.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Realidad problemática	18
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Justificación	21
1.4. Limitaciones	22
1.5. Objetivos	22
1.5.1. Objetivo General.	22
1.5.2. Objetivos Específicos.	22
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1. Vulnerabilidad Sísmica	26
2.2.2. Riesgo Sísmico	26
2.2.3. Amenaza o Peligro Sísmico	27
2.2.4. Clasificación de la Vulnerabilidad Sísmica	27
2.2.5. Clasificación de las metodologías	29
2.2.6. Cuantificación del índice de Vulnerabilidad Sísmica mediante el método Benedetti y Petrini de 1982.	31
2.2.7. Mecánica de Suelos	34
2.2.8. Esclerometría	35
2.2.9. ETABS	35
2.3. Hipótesis	36

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	38
3.1. Operacionalización de variables	38
3.2. Diseño de investigación	39
3.3. Unidad de estudio	39
3.4. Población	39
3.5. Muestra (muestreo o selección)	39
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	39
3.6.1. Técnicas	39
3.6.2. Instrumentos	39
3.6.3. Procedimientos	40
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	40
3.7.1. Métodos	40
3.7.2. Instrumentos	41
3.7.3. Procedimientos de análisis de datos	41
 CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	 42
4.1. Calificación de parámetros de vulnerabilidad según Benedetti – Petrini	42
4.1.1. Organización del sistema resistente	42
4.1.2. Calidad del sistema resistente	47
4.1.3. Resistencia convencional	48
4.1.4. Posición del edificio y cimentación	64
4.1.5. Diafragmas horizontales	66
4.1.6. Configuración en planta	68
4.1.7. Configuración en elevación	75
4.1.8. Separación máxima entre muros	78
4.1.9. Tipos de cubierta	79
4.1.10. Elementos no estructurales	80
4.1.11. Estado de conservación	82
4.1.12. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad	83
4.1.13. Vulnerabilidad:	87
4.2. Evaluación de la vulnerabilidad basado en las distorsiones según la norma	88
4.2.1. Esquema del proceso.....	90
4.2.2. Resumen de las características geométricas de los elementos y materiales.....	91
4.2.3. Modelación en programa ETABS	92
4.2.4. Análisis Sísmico	96
4.2.5. Fuerza cortante en la base	100

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	107
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	115
CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES.....	116
REFERENCIAS.....	118
APÉNDICE.....	121
APÉNDICE N°01. Método del índice de vulnerabilidad para estructuras de mampostería no reforzada:.....	121
APÉNDICE N° 02. Ensayo de corte directo	130
APÉNDICE N° 03. Ensayo de esclerometría.....	132
APÉNDICE N° 04: Modelación y análisis en el etabs 2016 V. Academica	134
APÉNDICE N° 05: Formulario para la recopilación de datos	156
APÉNDICE N° 06: Inclinacion de terreno	156
ANEXOS.....	157
ANEXO N°1. Fotografías de los ensayos realizados .. 167ANEXO N°2. Planos de I.E Liceo Trujillo	170
ANEXO N°3. Resultados de análisis de suelos.....	182
ANEXO N°4. Fichas técnicas.....	218
ANEXO N°5. Calculo de la depreciación	220

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Escala numérica del índice de vulnerabilidad adaptada de Benedetti y Petrini (1984).	34
Tabla N°2. Operacionalización de variables	38
Tabla N°3. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	46
Tabla N°4. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	48
Tabla N°5. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A1”	49
Tabla N°6. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A1”	49
Tabla N°7. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A1”	49
Tabla N°8. Resistencia Convencional del bloque “A1”	50
Tabla N°9. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A2”	50
Tabla N°10. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A2”	50
Tabla N°11. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A2”	51
Tabla N°12. Resistencia Convencional del bloque “A2”	51
Tabla N°13. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A3”	51
Tabla N°14. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A3”	52
Tabla N°15. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A3”	52
Tabla N°16. Resistencia Convencional del bloque “A3”	52
Tabla N°17. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A4”	52
Tabla N°18. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A4”	53
Tabla N°19. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A4”	53
Tabla N°20. Resistencia Convencional del bloque “A4”	53
Tabla N°21. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A5-1”	53
Tabla N°22. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A5-1”	54
Tabla N°23. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A5-1”	54
Tabla N°24. Resistencia Convencional del bloque “A5-1”	54
Tabla N°25. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A5-2”	55
Tabla N°26. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A5-2”	55
Tabla N°27. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A5-2”	55
Tabla N°28. Resistencia Convencional del bloque “A5-2”	56

Tabla N°29. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A6”	56
Tabla N°30. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A6”	56
Tabla N°31. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A6”	57
Tabla N°32. Resistencia Convencional del bloque “A6”	57
Tabla N°33. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A7”	57
Tabla N°34. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A7”	58
Tabla N°35. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A7”	58
Tabla N°36. Resistencia Convencional del bloque “A7”	58
Tabla N°37. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A8”	58
Tabla N°38. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A8”	59
Tabla N°39. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A8”	59
Tabla N°40. Resistencia Convencional del bloque “A8”	59
Tabla N°41. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “B1”	60
Tabla N°42. Datos iniciales para el área resistente del bloque “B1”	60
Tabla N°43. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “B1”	60
Tabla N°44. Resistencia Convencional del bloque “B1”	61
Tabla N°45. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “B2”	61
Tabla N°46. Datos iniciales para el área resistente del bloque “B2”	61
Tabla N°47. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “B2”	62
Tabla N°48. Resistencia Convencional del bloque “B2”	62
Tabla N°49. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “B3”	62
Tabla N°50. Datos iniciales para el área resistente del bloque “B3”	63
Tabla N°51. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “B3”	63
Tabla N°52. Resistencia Convencional del bloque “B3”	63
Tabla N°53. Resistencia Convencional	64
Tabla N°54. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	65
Tabla N°55. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	68
Tabla N°56. Resumen de las calificaciones de todos los bloque	75
Tabla N°57. Datos de Configuración en elevación para el bloque “B1”	76
Tabla N°58. Porcentaje de superficie para el bloque “B1”	76

Tabla N°59. Datos de Configuración en elevación para el bloque “B2”	76
Tabla N°60. Porcentaje de superficie para el bloque “B1”	77
Tabla N°61. Datos de Configuración en elevación para el bloque “B3”	77
Tabla N°62. Porcentaje de superficie para el bloque “B3”	77
Tabla N°63. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	77
Tabla N°64. Todos los bloques de la I.E. Liceo Trujillo	78
Tabla N°65. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	78
Tabla N°66. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	80
Tabla N°67. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	81
Tabla N°68. Resumen de las calificaciones de todos los bloques	83
Tabla N°69. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A1”: I. E. Liceo Trujillo	83
Tabla N°70. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A2”: I. E. liceo Trujillo	83
Tabla N°71. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A3”: I.E. Liceo Trujillo	84
Tabla N°72. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A4”: I.E. Liceo Trujillo	84
Tabla N°73. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A5-1”: I.E. Liceo Trujillo	84
Tabla N°74. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A5-2”: I.E. Liceo Trujillo	85
Tabla N°75. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A6”: I. E. Liceo Trujillo	85
Tabla N°76. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A7”: I. E. Liceo Trujillo	86
Tabla N°77. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A8I.E. Liceo Trujillo	86
Tabla N°78. Índice de Vulnerabilidad del bloque “B1”: I. E. Liceo Trujillo	86
Tabla N°79. Índice de Vulnerabilidad del bloque “B2”: I. E. Liceo Trujillo	87
Tabla N°80. Índice de Vulnerabilidad del bloque “B3”: I. E. Liceo Trujillo	87
Tabla N°81. Rango del Índice de vulnerabilidad	87
Tabla N°82. Resumen del Índice de vulnerabilidad en la I. E. Liceo Trujillo	88
Tabla N°83. Características geométricas de los bloques B1, B2, B3	91
Tabla N°84. Características geométricas de los bloques A1 al A8	91
Tabla N°85. Combinacion de cargas	91
Tabla N°86. Características de los Materiales de Construcción	92
Tabla N°87. Parámetros de sitio	97
Tabla N°88. Periodos (T_P y T_L)	97

Tabla N°89. Parámetros Sísmicos –Bloque I, II y III	98
Tabla N°90. Parámetros Sísmicos –Bloque I, II y III	98
Tabla N°91. Parámetros Sísmicos –Bloque I, II y III	98
Tabla N°92. Modos de Vibración –Bloque I	99
Tabla N°93. Modos de Vibración –Bloque II	99
Tabla N°94. Modos de Vibración –Bloque III	99
Tabla N°95. Masa de la Edificación–Bloque I	101
Tabla N°96. Masa de la Edificación–Bloque II	102
Tabla N°97. Masa de la Edificación–Bloque III	102
Tabla N°98. Fuerza Cortante de la Base – Bloque I	102
Tabla N°99. Fuerza Cortante de la Base – Bloque II	102
Tabla N°100. Fuerza Cortante de la Base – Bloque III	102
Tabla N°101. Aceleración Espectral del Bloque I, II y III	103
Tabla N°102. Factores de escala bloque I,II y III	103
Tabla N°103. Distorsión de Entrepiso –Bloque I – Dirección X	104
Tabla N°104. Distorsión de Entrepiso –Bloque I – Dirección Y	104
Tabla N°105. Distorsión de Entrepiso –Bloque II – Dirección X	105
Tabla N°106. Distorsión de Entrepiso –Bloque II – Dirección Y	105
Tabla N°107. Distorsión de Entrepiso –Bloque III – Dirección X	105
Tabla N°108. Distorsión de Entrepiso –Bloque III – Dirección Y	105
Tabla N°109. Relación de Cortantes Bloque I	106
Tabla N°110. Relación de Cortantes Bloque II	106
Tabla N°111. Relación de Cortantes Bloque III	106
Tabla N°112. Resultados de distorsión de entrepiso del bloque I, II y III	109
Tabla N°113. Resultados de modos de vibración del bloque I, II y III	110
Tabla N°114. Rango de Valores del Índice de Vulnerabilidad	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°01. Pabellón A de la I.E Liceo Trujillo	20
Figura N°02. Plano planta general.	37
Figura N°03. Institución Educativa Liceo Trujillo.	42
Figura N°04. Bloque “B1” de la I.E. Liceo Trujillo	43
Figura N°05. Boque “B2” de la I.E. Liceo Trujillo	43
Figura N°06. Bloque “B3” de la I.E. Liceo Trujillo	44
Figura N°07. Bloque “A1” de la I.E. Liceo Trujillo	44
Figura N°08. Bloque “A2” de la I.E. Liceo Trujillo	44
Figura N°09. Bloque “A3” de la I.E. Liceo Trujillo	45
Figura N°10. Bloque “A4” de la I.E. Liceo Trujillo	45
Figura N°11. Bloque “A5-1” de la I.E. Liceo Trujillo	45
Figura N°12. Bloque “A7” de la I.E. Liceo Trujillo.	45
Figura N°13. Bloque “A8” de la I.E. Liceo Trujillo	46
Figura N°14. Bloque “A8” de la I.E. Liceo Trujillo	46
Figura N°14. Muros de albañilería de la I.E. Liceo Trujillo	47
Figura N°15. Pendiente cero de la I.E. Liceo Trujillo	65
Figura N°16. Bloques “A8” de la I.E. Liceo Trujillo	66
Figura N°17. Bloque “B3” de la I.E. Liceo Trujillo	67
Figura N°18. Bloque “B2” de la I.E. Liceo Trujillo	67
Figura N°19. Bloque “A1” de la I.E. Liceo Trujillo	69
Figura N°20. Bloque “A2” de la I.E. Liceo Trujillo	69
Figura N°21. Bloque “A3” de la I.E. Liceo Trujillo	70
Figura N°22. Bloque “A4” de la I.E. Liceo Trujillo	70
Figura N°23. Bloque “A5-1” de la I.E. Liceo Trujillo	71
Figura N° 24. Bloque “A5-2” de la I.E. Liceo Trujillo	71
Figura N°25. Bloque “A6” de la I.E. Liceo Trujillo	72
Figura N°26. Bloque “A7” de la I.E. Liceo Trujillo	72
Figura N°27. Bloque “A8” de la I.E. Liceo Trujillo	73
Figura N°28. Bloque “B1” de la I.E. Liceo Trujillo	73

Figura N°29. Bloque “B2” de la I.E. Liceo Trujillo	74
Figura N°30. Bloque “B3” de la I.E. Liceo Trujillo	74
Figura N°31. Bloques A1, A2, A3, A4, A5-1, A5-2, A6, A7, A8 de la I.E. Liceo Trujillo	75
Figura N°32. Cubiertas de la I.E. Liceo Trujillo	79
Figura N°33. Bloques de la I.E. Liceo Trujillo	81
Figura N°34. Estado de conservación de la I.E. Liceo Trujillo	82
Figura N°35. Vigas y Columnas del Bloque I	93
Figura N°36. Vigas y columnas del bloque II	93
Figura N°37. Vigas y columnas del bloque III	94
Figura N°38. Muros de Albañilería y Losa Aligerada del Bloque 1	94
Figura N°39. Muros de Albañilería y Losa Aligerada del Bloque II	95
Figura N°40. Muros de Albañilería y Losa Aligerada del Bloque III	95
Figura N°41. Respuesta Espectral – Dirección X, Bloque I,II yIII	104
Figura N°42. Resultados de evaluación sísmica mediante el método del Índice de Vulnerabilidad	107
Figura N°43. Estado final de reparación	112
Figura N°44. Reparación de muro	112
Figura N°45. Columnas cortas con ensanche	112
Figura N°46. Estado final de reparación	114
Figura. N°47. Configuración en planta de la estructura	126
Figura. N°48. Configuración en altura	126
Figura. N°49. Realizando Límite Líquido.	167
Figura. N°50. Realizando Límite Plástico.	167
Figura. N°51. Realizando Excavación de Calicata.	167
Figura. N°52. Realizando Granulometría.	168
Figura. N°53. Realizando Parámetros de Benediti Pretini.	168
Figura. N°54. Realizando ensayo de Esclerometría.	168
Figura. N°55. Esclerómetro.	169
Figura. N°56. Medición del nivel del terreno	169
Figura. N°57. Inclinación del terreno con GPS	169

Figura. N°58. Plano distribución pabellón B-1	170
Figura. N°59. Plano distribución pabellón B-2	171
Figura. N°60. Plano distribución pabellón B-3	172
Figura. N°61. Plano distribución pabellón A-1	173
Figura. N°62. Plano distribución pabellón A-2	174
Figura. N°63. Plano distribución pabellón A-3	175
Figura. N°64. Plano distribución pabellón A-4	176
Figura. N°65. Plano distribución pabellón A-5-1	177
Figura. N°66. Plano distribución pabellón A-5-2	178
Figura. N°67. Plano distribución pabellón A-6	179
Figura. N°68. Plano distribución pabellón A-7	180
Figura. N°69. Plano distribución pabellón A-8	181

RESUMEN

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la Institución Educativa Liceo Trujillo, clasificada según la Norma E 0.30-2016; como una edificación de categoría “A”, es decir que puede servir como refugio después de un desastre y seguir funcionando inmediatamente, la mayoría de las pérdidas, tanto de vidas como económicas ocasionadas por terremotos han sido causadas por un deficiente comportamiento sísmico de las estructuras, llegándose muchas veces a colapsó parciales o totales. Mediante la presente tesis se busca evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad, con método cualitativo de Benedetti & Petrini. Los cuales establecen 11 parámetros para la calificación, de los resultados obtenidos se pudo concluir que los bloques con mayor antigüedad en construcción tienen una vulnerabilidad Media – Alta y los bloques con menos antigüedad (relativamente modernos) tienen una vulnerabilidad Media – Baja, se recomienda la demolición de bloques antiguos y el reforzamiento estructural a los bloques de menor antigüedad. Así mismo se utilizó un método cuantitativo, extensión de la norma técnica peruana¹, el cual analiza dinámicamente un modelo espacial de elementos finitos con diafragmas rígidos de tres grados de libertad. Dicho análisis se realizó con el programa Etabs. De forma general los resultados muestran deficiencias relacionadas con el diseño y la calidad de la construcción que tienen que ver con el incumplimiento al Reglamento Nacional de Edificaciones.

1. Según el artículo N° 4 Análisis estructural, inciso 4.2 Modelos para el Análisis de la E.030- 2016

ABSTRACT

Seismic vulnerability assessment using the vulnerability index method of the Liceo Trujillo Educational Institution, classified according to Standard E 0.30-2016; As an "A" building, meaning that it can serve as a refuge after a disaster and continue to function immediately, most of the losses, both life and economic caused by earthquakes, have been caused by poor seismic behavior of structures , arriving many times to partial or total collapse. The present thesis seeks to evaluate seismic vulnerability through the vulnerability index method, using the qualitative method of Benedetti & Petrini. Which establish 11 parameters for the qualification, of the obtained results it was possible to conclude that the blocks with greater age in construction have a Medium - High vulnerability and the blocks with less antiquity (relatively modern) have a Medium - Low vulnerability, it is recommended the demolition of old blocks and the structural reinforcement to the blocks of lower antiquity. Likewise, a quantitative method was used, an extension of the Peruvian technical standard¹, which dynamically analyzes a spatial model of finite elements with rigid diaphragms of three degrees of freedom. This analysis was carried out with the Etabs program. In general, the results show deficiencies related to the design and quality of the construction that have to do with noncompliance with the National Building Regulations.

1. According to the article N ° 4 Structural analysis, clause 4.2 Models for the Analysis of the E.030- 2016

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La mayoría de las pérdidas, tanto de vidas como económicas, ocasionadas por terremotos han sido causadas por un deficiente comportamiento sísmico de las estructuras, llegándose muchas veces a colapsos parciales y totales. Sin embargo, a pesar de que las normativas de construcción antisísmica existentes mejoran día a día, enriquecidas con la información obtenida de nuevas investigaciones, todavía continúan ocurriendo catastróficas pérdidas en muchos países del mundo, ejemplos de estos son el terremoto de Chile del 27 de febrero de 2010, con una magnitud de momento sísmico $M_w = 8.8$ (Vargas *et al.*, 2011), causó 521 víctimas fatales (Fritz *et al.*, 2011), cerca de 500 000 viviendas quedaron con daños severos (HCDCh, 2011) y más de 200 000 familias perdieron sus hogares (Gobierno, 2010; MINVU, 2010); El terremoto de Indonesia 26 de diciembre de 2004 con una magnitud de $M_w = 9.3$ dejó aproximadamente 230 270 muertos y más de un millón de personas se quedaron sin hogar (Relies USA, 2011); el de Turquía ocurrido el 23 de octubre del 2011 con una magnitud de $M_w = 7.4$, provocó daños entre 3 000 y 6 500 millones de dólares con cerca de 600 000 damnificados y 82 000 viviendas dañadas o el de Chile (CCD, 2011) o el terremoto del 23 de Junio del 2001 en el Sur del Perú con una magnitud de $M_w = 8.4$ el cual dejó 102 personas muertas, 17 500 casas destruidas y más de 35 550 dañadas directamente alrededor de las ciudades de Arequipa, Moquegua y Tacna. (Zavala., CISMID, 2001).

Perú es uno de los países con un alto potencial sísmico ya que se encuentra en el llamado Cinturón de Fuego del Pacífico. Su acción sísmica es producida por la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana, teniendo como un claro ejemplo el catastrófico sismo del año 1970, más conocido como "El Terremoto del 70", con una magnitud de 7.9 en la Escala de Richter, el cual fue el más destructivo en la historia del Perú, no solo por la magnitud sino también por la cantidad de pérdidas humanas que afectó la región ancashina y varias provincias de los departamentos de Huánuco, el norte de Lima y La Libertad. por lo que es necesario efectuar estudios que permitan conocer el comportamiento más probable de este fenómeno para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo. Estudios como el de vulnerabilidad sísmica de una edificación existente

teniendo en cuenta los parámetros de análisis y control que actualmente contempla la normativa sismoresistente E.030-2016.

En la ciudad de Trujillo se registró como último informe del Instituto Geofísico del Perú (IGP) el movimiento sísmico con fecha 29/06/2018, hora 03:44:32 y de magnitud $M_w = 4.1$ “moderado” es decir que puede causar daños mayores en edificaciones débiles o mal construidas. En edificaciones bien diseñadas los daños son leves y con grado III “leve” según la Escala de Mercalli indicando sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables. (Instituto Nacional de Sismología, 2011)

Dado el informe del Instituto Geofísico del Perú (IGP), en los últimos años se presentó un crecimiento sísmico acelerado, como en el año 2014 que registro 217 sismos, 2015 se registró 277 sismos, 2016 se registró 413, en el 2017 se registró 397 sismos y en 2018 (Enero – Agosto) 395 sismos; se registró siendo entonces irregular el promedio anual del crecimiento sísmico. En consecuencia, ante estos resultados sísmicos, se llevó a cabo el Censo de Infraestructura Educativa (CIE) 2014, que permitió conocer por primera vez el estado real de la infraestructura educativa pública del país. Se delegó a más de 400 ingenieros quienes visitaron 42 331 establecimientos escolares estatales en todo el ámbito nacional, y encontraron que gran parte de ellos no contaban con condiciones adecuadas en lo que se refiere a seguridad ante eventos sísmicos, acceso de calidad a los principales servicios básicos. (CIE, 2014)

Cuando hablamos de infraestructura escolar, el requisito indispensable debe ser la seguridad de los alumnos. La información registrada por el censo muestra que cerca de un tercio de edificaciones han sido levantadas antes de que existieran normas nacionales de sismoresistencia (1998), y que el 41% de ellas han sido construidas por las asociaciones de padres de familia (APAFA) sin seguir los criterios de seguridad adecuados, acción que no corresponde a dicha asociación. Si en conjunto se consideran las escuelas construidas sin considerar la normativa sismoresistente E.030-2016. Según el informe se tiene que más de la mitad de las edificaciones escolares presentaban un alto riesgo de colapso frente a amenazas sísmicas, lo cual constituía un grave problema de seguridad para los escolares. El informe concluye que, alrededor del 48% de las infraestructuras educativas

requieren ser sustituidas por problemas estructurales, cerca de los 18%, reforzadas, y sólo la tercera parte de la infraestructura escolar pública estaba en buen estado. La I.E. Liceo Trujillo, construida en el año 1971 (bajo el Reglamento Nacional de Construcción) frente a un sismo severo puede ser que colapse y presente daños considerables, ante tal hipótesis demoler totalmente el colegio puede ser una alternativa antieconómica. (RAPFE, 2012)

La Ingeniería Civil, debe fundamentar sus propuestas, de tal manera que sean correctas y económicas, ante este argumento se plantea conocer la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Liceo Trujillo que cuenta con una población de 2879 alumnos con la finalidad de plantear mejoras y reforzamiento en sus 12 pabellones que reflejan un estado de conservación deteriorado, tal y como lo muestra la figura N°01, en donde se puede visualizar el deterioro de los muros de las aulas.



Figura 01. Pabellón A de la I.E Liceo Trujillo

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E. Liceo Trujillo-2018?

1.3. Justificación

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica a nivel mundial empieza en aquellas edificaciones existentes que presenten un valor y necesidad para la continuidad de la vida, la sociedad y la economía. El conocer el grado de vulnerabilidad sísmica utilizada en la construcción de la I.E. Liceo Trujillo tiene justificación teórica y social, teniendo en cuenta que la ciudad de Trujillo es una zona de alta actividad sísmica (zona 4, según el reglamento nacional de edificaciones E.030-2016) por lo tanto, aquellos edificios ubicados dentro de la ciudad son vulnerable frente a los efectos de un sismo; por otro lado las investigaciones al respecto son pocas en esta región y hay un desconocimiento respecto al tema.

La I.E. Liceo Trujillo, es una de las instituciones educativas más conocidas en nuestro distrito y cuenta con una población significativa de 2 879 alumnos, dato brindado por la misma institución educativa; por lo cual es de vital importancia conocer el estado de vulnerabilidad de dicha institución ya que alberga vidas. Durante un evento sísmico el edificio debería no presentar carencias en su estructuración, esto es de gran importancia si la construcción viene estando operativa por 47 años, por lo cual nosotros consideramos que es de vital importancia conocer las condiciones actuales en las que se encuentra la institución educativa, bajo el cambio de normatividad y en la actualización de las técnicas de construcción al respecto. El edificio de la I.E. ante un evento sísmico muy probable en Trujillo debe mantener su operatividad para apoyar en la logística de evacuación y atención de damnificados de ser el caso, como lo estipula la norma E.030-2016 en la tabla 5 - Categoría de la Edificaciones y factor "U" ("A-2" Edificación, la cual nos indica que no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo).

Con todo lo antes mencionado, nosotros como investigadores, hemos llegado a la conclusión que los cambios que ha sufrido la norma peruana de sismoresistencia, desde la incorporación al Reglamento Nacional de Construcción en el año de 1970 han sido notables, experimento cambios en los años 1971, 1977, 1997, 2003 y 2016, cuyos cambios, han sido producto del perfeccionamiento del conocimiento en diseño sísmico, el cual representa el mejoramiento de los criterios de construcción, de evaluación de vulnerabilidad y la influencia de sus elementos no estructurales. En donde la norma E.030. 2016, nos dice que establecer un buen diseño sismo

resistente, desde un inicio en toda construcción, evita pérdidas humanas, y gastos innecesarios en reconstrucciones; además, minimiza los perjuicios de la propiedad y asegurar la permanencia de los servicios básicos para los cuales fueron diseñados.

1.4. Limitaciones

- Limitada accesibilidad a las instalaciones por parte de las autoridades de la Institución Educativa para realizar los ensayos correspondientes debido a que entre semana asisten los alumnos por lo que se nos permitió hacer nuestro trabajo los fines de semana.
- No tener fácil acceso a los planos estructurales de la I.E. Liceo Trujillo ni de sus especificaciones técnicas con las que fue construido.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

- Determinar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E. Liceo Trujillo, 2018.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Definir el estudio de la Mecánica de Suelos de la I.E. Liceo Trujillo.
- Determinar el valor aproximado de la resistencia a la compresión axial del concreto a través del ensayo de Esclerometría.
- Evaluar el estado actual de la infraestructura de la I.E. Liceo Trujillo en base al método del índice de vulnerabilidad de Benedetti & Petrini.
- Realizar el análisis cuantitativo para determinar las distorsiones, en base a la norma E.030 con la ayuda del programa Etabs para validar el método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini).
- Establecer como recomendaciones el reforzamiento estructural de la I.E. Liceo Trujillo, de confirmar la hipótesis.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Guerrero (2007) en su estudio “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA POR MEDIO DEL MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD EN LAS ESTRUCTURAS UBICADAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE SINCELEJO, COLOMBIA, UTILIZANDO LA TENCNOLOGÍA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA” donde se determinó la vulnerabilidad sísmica de la zona en estudio obteniendo como resultados:

- Un gran número de edificaciones se construyeron sin considerar alguna normativa sísmica y con técnicas constructivas artesanales, lo que las convierte en estructuras con una alta vulnerabilidad.
- La zona de estudios presenta desde suelos muy resistentes, en la parte del parque central y de la zona bancaria, hasta suelos muy blandos en la parte oriental y occidental, como son la parte que va hacia el Hospital Regional.
- El problema que se encontró en las estructuras, son en general de mantenimiento (deterioro en los elementos estructurales y no estructurales) y de conexión entre sus elementos resistentes, lo que hace que los índices de Vulnerabilidad y de daño aumenten.

Mendoza (2015) estudió “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INFRAESTRUCTURA ESCOLAR URBANA EN GIRARDOT-CUNDINAMARCA – COLOMBIA” Analizó la vulnerabilidad sísmica en la estructura de 36 Instituciones Educativas públicas del sector urbano, la metodología que usaron fue la propuesta de Cardona y Hurtado y el Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10. Realizó una caracterización y una modelación numérica de las estructuras, logrando el cálculo de las solicitantes sísmicas, los índices de sobreesfuerzo y flexibilidad, donde establece el nivel de vulnerabilidad de las estructuras. Concluyendo:

- Las modelaciones numéricas de las estructuras seleccionadas muestran correspondencia con el nivel de resistencia en comparación con una estructura nueva en cuanto a resistencia por cargas verticales y se alejan de los requisitos de flexibilidad ante cargas horizontales influenciadas tal vez por los cambios en los requerimientos de sismorresistencia realizados en las distintas versiones de la normalidad.
- La evaluación cualitativa de la estructura arrojó un valor de vulnerabilidad sísmica, basado principalmente en las bajas alturas de las estructuras.
- Se resalta la necesidad de implementar un programa de rehabilitación de los centros educativos en ese sector, con la finalidad de atenuar daños durante un sismo.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Paredes (2015) investigo “NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN LA I.E. SAN MARCOS PROVINCIA SAN MARCOS – 2014” Determinó el nivel de riesgo sísmico de los pabellones de la institución educativa, también se estudió la resistencia de elementos portantes usando el esclerómetro, Los resultados fueron:

- Los pabellones A y B de la Institución Educativa “San Marcos” tienen vulnerabilidad media A causa de su comportamiento sísmico inadecuado, el pabellón C tiene vulnerabilidad alta, a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, la inestabilidad de sus tabiques y mal estado de conservación.
- Las vigas y las columnas tienen un comportamiento aceptable ante cargas muertas y vivas (cargas de servicio), pero inadecuado ante cargas sísmicas, pudiendo llevarlas al colapso.
- Las edificaciones de la Institución Educativa “San Marcos” ante sismo severo, sufrirá desplazamiento relativo de estrepiso mayor en la dirección “X” e “Y”, pero se encuentra en el rango establecido y son menores a 0.007.

Pecori (2018) realizó el “ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA I.E. EMBLEMÁTICA SAN JUAN DE LA CIUDAD DE TRUJILLO” evaluó el grado de vulnerabilidad sísmica de la I.E. Emblemática San Juan, en donde se evalúa la edificación con el método de índice de vulnerabilidad, tomando en cuenta estudios de suelos y el ensayo de esclerometría, también realizó la modelación estructural del pabellón C del centro educativo en el programa ETABS, obteniendo como resultados:

- El grado de vulnerabilidad sísmica de los pabellones A, C y J del centro educativo con el método del Índice de Vulnerabilidad fue medio – bajo, Los parámetros que obtuvieron las calificaciones más bajas fueron: configuración en planta, configuración en elevación y distancia máxima entre muros.
- El ensayo de esclerometría realizado a las vigas, columnas, placas y alfeizeres arrojó una resistencia a la compresión axial promedio de 210kg/cm².
- La distorsión de entrepiso obtenida en el análisis de los bloques I y II del pabellón C cumplen con los índices máximos indicados en la norma E.030.
- El estudio de mecánica de suelos realizados determinó que la fundación del centro educativo presenta suelos de grano fino tipo arcilloso (arcillas medianamente plásticas) continuado por arena limoso (SM) hasta la profundidad de 1.80 mts subyacentes a éste una arena uniforme (SP). Es el tipo de suelo de acuerdo a la estratigrafía de la zona en estudio es flexible correspondiéndole una clasificación S3 de acuerdo a la norma sismorresistente E.030.

Cárdenas (2015) estudió la “DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA APLICANDO EL MÉTODO DE BENEDETTI – PETRINI EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL CENTRO HISTÓRICO DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGIÓN LA LIBERTAD” evaluó las condiciones sísmicas de las Instituciones Educativas “Antonio Raymondi” y “Marcial Acharán” mediante la metodología propuesta por Benedetti y Petrini, además realizó la modelación en el programa ETABS, con los resultados de este análisis se verificó el control de agrietamientos;

asimismo se verificó la resistencia global de los muros, obtuvieron como resultado:

- El 100% de los bloques de ambas instituciones tienen vulnerabilidad sísmica media baja.
- El 100% de los bloques evaluados es malo con respecto a los parámetros de: la configuración en planta, tipos de cubierta, elementos no estructurales y estados de conservación.
- Los bloques E y B de la I.E. N° 81011 Antonio Raymondi y los bloques G, D, E y F de la I. E. Marcial Acharán y Smith, están tendiendo a tener vulnerabilidad meda alta.
- Se obtuvo que para un sismo de 0.35g, no pasaba el control de agrietamiento, por lo que se confirma que la vulnerabilidad del bloue analizado está en un rango media-baja.
- Se verificó la resistencia global de cada muro, no cumplía para ninguna de las direcciones, así como tampoco para el análisis de los sismos moderados y severos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Vulnerabilidad Sísmica

La vulnerabilidad no es un escenario estático, por lo contrario, es un sistema dinámico que cambia constantemente en el espacio-tiempo de acuerdo con las amenazas que la originan y al hábitat en los que se presenta, a esto se le debe sumar que pertenece al campo de la incertidumbre y al azar, lo que la convierte en relativa y propia de cada lugar o comunidad, y evoluciona. (Chardon, 2008), de modo que podemos decir que la vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociado directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. (Barbat, 1998).

2.2.2. Riesgo Sísmico

Se entiende por riesgo sísmico, el grado de pérdidas esperadas que sufren las estructuras durante el lapso de tiempo que permanecen expuestas a la acción sísmica. A dicho lapso de tiempo se le denomina periodo de exposición o período de vida útil de la estructura. Por otra parte, la mitigación

de los desastres, en el ámbito de la ingeniería, corresponde a la totalidad de las acciones que tienen como objetivo la mejora del comportamiento sísmico de los edificios de una zona, a fin de reducir los costes de los daños esperados durante el terremoto (Barbat, 1998). Así, es evidente que, para mitigar el riesgo sísmico de una zona, es necesario disminuir la amenaza, la vulnerabilidad y el costo de reparación de las estructuras afectadas.

2.2.3. Amenaza o Peligro Sísmico

Se entiende por amenaza o peligro sísmico, la probabilidad que se presente un sismo potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado. Representa un factor de riesgo externo al elemento expuesto, un peligro latente natural asociado al fenómeno sísmico, capaz de producir efectos adversos a las personas, los bienes o el medio ambiente. (Barbat, 1998).

2.2.4. Clasificación de la Vulnerabilidad Sísmica

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. (Peralta, 2002)

- **Vulnerabilidad Estructural:** Es definida como la susceptibilidad o exposición de los elementos estructurales a sufrir daños debido a un sismo, lo que es llamado daño físico estructural. El mismo comprende el deterioro físico de aquellos elementos o componentes que forman parte integral del sistema resistente, estos constituyen la estructura de soporte de una edificación y comprenden: cimentaciones, columnas, vigas, muros y losas. (Safina, 2003).
- **Vulnerabilidad No Estructural:** La Vulnerabilidad no estructural está asociada a la susceptibilidad de los elementos no estructurales de sufrir daño debido a un sismo, lo que se ha llamado daño sísmico no estructural. (Cardona, 1999). 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, equipos, etc.) que cumplen funciones importantes dentro de las instalaciones (Peralta, 2002).

- **Vulnerabilidad Funcional:** La vulnerabilidad funcional se define como la susceptibilidad de la edificación para seguir prestando el servicio para el que fue construida. Este término se aplica a edificaciones como hospitales, clínicas y centros de salud que deben permanecer no solo en pie sino funcionando, ya que aunque desarrollen un buen desempeño estructural, se puede presentar un colapso funcional, que puede ser más grave que una falla en los elementos de la propia estructura (Cardona, 1989).

La vulnerabilidad funcional describe la predisposición de la instalación de ver perturbado su funcionamiento como consecuencia del incremento de la demanda de sus servicios. Son diversos los factores que pueden contribuir a incrementar el nivel de perturbación funcional, aumentando así la vulnerabilidad funcional de estas instalaciones, entre los que destacan: (Barbat, 1998)

- Una distribución inadecuada de las áreas de servicios, lo cual para edificaciones de la salud es determinante, si se tiene en cuenta que las mismas deben estar en capacidad de prestar atención masiva a pacientes.
- La ausencia de un probado plan de emergencia, que permita hacer frente a la crítica situación, sobre todo en lo referente al manejo de información.
- La dotación inapropiada de infraestructura, que permita atender las exigencias de la crisis sísmica.
- Una inadecuada distribución y relación entre espacios arquitectónicos, así como ineficientes sistemas de evacuación y vías de escape.
- Inapropiados sistemas de comunicación, señalización y vialidad de acceso.

2.2.5. Clasificación de las metodologías

En cuanto a las técnicas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones, una de las clasificaciones más reconocida y completa se debe a Corsanero y Petrini (1990), quienes las agrupan en función del tipo de resultado que producen como: Técnicas Directas; permiten predecir directamente y en una sola etapa, el daño causado para un sismo. Destacan en este grupo los llamados métodos tipológicos y los métodos mecánicos. Técnicas Indirectas; determinan un índice de vulnerabilidad como primer paso, para luego relacionar el daño con la intensidad sísmica. Técnicas Convencionales; introducen un índice de vulnerabilidad independientemente de la predicción del daño. Se usan básicamente para comparar la vulnerabilidad relativa de diferentes construcciones ubicadas en áreas de igual sismicidad. Técnicas Híbridas; combinan elementos de los métodos descritos anteriormente con juicios de los expertos.

Sobre la base de esta clasificación, Dolce, M. (1994) propone un nuevo criterio de clasificación producto de examinar separadamente las etapas fundamentales que comprende un análisis de vulnerabilidad. Considera tres tipos de métodos: Métodos Estadísticos; basados en un análisis estadístico de las construcciones, caracterizadas por los datos de entrada. Métodos Mecánicos; en los cuales se estudian los principales parámetros que gobiernan el comportamiento dinámico de las estructuras como, por ejemplo; deriva de piso, ductilidad, etc. Métodos basados en Juicios de Expertos; donde se evalúan cualitativa y cuantitativamente los factores que gobiernan la respuesta sísmica de las edificaciones.

Una clasificación más simplificada se basa en el tipo de medida que se utiliza y las agrupa como: Técnicas Cuantitativas; establecen las probabilidades de daño o relaciones determinísticas equivalentes en términos numéricos. *Técnicas cualitativas*; recurren a descripciones cualitativas a través de términos como vulnerabilidad baja, media, alta o similares.

Existen otros esquemas de clasificación de las técnicas o métodos de análisis de la vulnerabilidad sísmica. La clasificación adoptada en el desarrollo del presente estudio se corresponde con la propuesta por el prof.

Kappos (Dolce, 1994), quien las agrupa en función de la fuente de información que prevalece, en tres tipos de metodologías:

- **Métodos empíricos** Se caracterizan por un alto grado de subjetividad. Están basados en experiencias sobre el comportamiento de tipos de edificaciones durante sismo y la caracterización de deficiencias sísmicas potenciales. Se usan cuando se dispone de limitada información, cuando se admite un resultado menos ambicioso y/o para evaluaciones preliminares. Son enfoques menos exigentes y más económicos de implementar. Los métodos empíricos, incluyen tanto los métodos de categorización como los métodos de inspección y puntaje.

- **Métodos de categorización o caracterización** Clasifican las edificaciones según su tipología en clases de vulnerabilidad atendiendo a la experiencia sobre el desempeño sísmico que han tenido estructuras similares ante terremotos relevantes. El resultado suele ser bastante subjetivo por lo que generalmente es limitado a evaluaciones preliminares. Un ejemplo de esta metodología es la clasificación de los tipos de estructuras según su clase de vulnerabilidad propuesta por la EMS-98 (**Grünthal, 1998**).

- **Métodos de inspección y puntaje:** Permiten identificar y caracterizar las deficiencias sísmicas potenciales de una edificación, atribuyendo valores numéricos (tantos o puntos) a cada componente significativo de la misma, que ponderado en función de su importancia relativa, conduce a la determinación de un índice de vulnerabilidad. Aunque estos métodos son bastante subjetivos, la aplicación a edificaciones de una misma tipología de regiones de sismicidad importante permite una evaluación preliminar orientativa, suficiente para jerarquizar relativamente el nivel de vulnerabilidad sísmica de cada edificación. En zonas caracterizadas por una moderada sismicidad estas metodologías pueden considerarse representativas y más aún, suficientes para describir el nivel de daño esperado, sobre todo si se cuenta con funciones de vulnerabilidad apropiadas para la región. Sin embargo, para aquellas edificaciones que evidencien una relevante vulnerabilidad y una significativa importancia es recomendable complementar estas

metodologías con alguna técnica analítica o experimental. Un ejemplo de esta metodología es el desarrollado por el Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (**GNDT, 1990**).

- **Métodos analíticos o teóricos:** Evalúan la resistencia estimada de las estructuras a los movimientos del terreno utilizando como base modelos mecánicos de respuesta estructural e involucrando como datos las características mecánicas de las estructuras. Constituyen un enfoque muy completo, exigente y costoso. Generalmente son bastante laboriosos y dependen en cierta medida del grado de sofisticación de la evaluación, de la calidad de la información y de la representatividad de los modelos empleados.
- **Métodos experimentales:** Recurren a ensayos dinámicos para determinar las propiedades de las estructuras y/o sus componentes. Generalmente constituyen ensayos “in situ” (menos frecuente de laboratorio), orientados a determinar las propiedades dinámicas y otras características esenciales de la estructura, involucrando aspectos tan importantes como la interacción suelo-estructura, la incidencia de los elementos no estructurales, etc. Aunque sus resultados no son determinantes, permiten en algunos casos orientar sobre el estado de la edificación y los posibles efectos que un sismo ha tenido sobre ella.

La aplicación exhaustiva de cada una de estas metodologías sobre una misma edificación puede dar origen a importantes discrepancias en los resultados, difíciles de interpretar y que en algunos casos puede dar origen a conclusiones erradas. En este sentido, para el análisis de la vulnerabilidad sísmica se recomienda combinar los métodos analíticos y empíricos, con algún método o técnica experimental que permita incrementar la confiabilidad del análisis de vulnerabilidad.

2.2.6. Cuantificación del índice de Vulnerabilidad Sísmica mediante el método Benedetti y Petrini de 1982.

Como se ha observado antes, la evaluación de la vulnerabilidad o calidad estructural de los edificios no es única y el procedimiento o parámetros

utilizados para la evaluación también varían. Esto obviamente plantea un problema, ¿Cuál de las metodologías existentes para evaluar la vulnerabilidad de los edificios es la adecuada? La respuesta estará en los objetivos planteados para el estudio, las hipótesis empleadas y por supuesto de la información que necesite la metodología.

En este trabajo se decidió aplicar la Metodología del Índice de Vulnerabilidad propuesta 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 de las razones que se tomaron en cuenta para elegir esta metodología fueron:

- a) Está fundamentada en datos reales.
- b) Se puede aplicar en estudios a nivel urbano.
- c) 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 (Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti, GNDT).
- d) Se ha aplicado en España en los sismos de Almería en 1993 y 1994 (Yépez, 1994) y Murcia en 1999 (Mena, et al 1999).
- e) 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 SERGISAI, 1998; Mena et al, 1999, entre otros.

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 haciendo hincapié en los principios utilizados para su adaptación a la ciudad de Barcelona.

Índice de vulnerabilidad para estructuras de mampostería no reforzada

El método del Índice de Vulnerabilidad (Benedetti y Petrini, 1984) identifica los parámetros más importantes que controlan el daño en los edificios causados por un terremoto. El método califica diversos aspectos de los edificios tratando de distinguir las diferencias existentes en un mismo tipo de construcción o tipología. Ésta es una ventaja sobre los métodos que clasifican las construcciones por tipología, material ó año de construcción como son el ATC–13 y las escalas de intensidad EMS–98, MSK, entre otros.

Esta metodología considera aspectos como la configuración en planta y elevación, el tipo de cimentación, los elementos estructurales y no estructurales, el estado de conservación, y el tipo y calidad de los materiales para evaluar los parámetros que calificados individualmente en una escala numérica (afectada por un peso W , que trata de enfatizar su importancia relativa en el resultado final), proporciona un valor numérico de la calidad estructural o vulnerabilidad sísmica de los edificios de hormigón.

En total son once parámetros que calificados con su valor máximo se obtiene un índice de 382.5 (el valor mínimo es 0.0). La Tabla 3.6, muestra los once parámetros considerados en la calificación de las estructuras, los valores correspondientes a los coeficientes de calificación posible K de acuerdo a la condición de la calidad (de A –óptimo– a D –desfavorable–) y a los factores de peso W asignados a cada parámetro. Los factores K se obtuvieron de una manera subjetiva basada 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 evalúa utilizando la ecuación siguiente:

$$I_v = \sum_{i=1}^{11} k_i w_i \quad (1)$$

Tabla N°1. Escala numérica del índice de vulnerabilidad adaptada de Benedetti y Petrini (1984).

Núm	Parámetro	$K_i(A)$	$K_i(B)$	$K_i(C)$	$K_i(D)$	Peso W_i
1	Organización del sistema resistente	0	5	20	45	1.0
2	Calidad del sistema resistente	0	5	25	45	0.25
3	Resistencia Convencional	0	5	25	45	1.5
4	Posición del edificio y cimentación	0	5	25	45	0.75
5	Diafragmas horizontales	0	5	15	45	1.0
6	Configuración en planta	0	5	25	45	0.5
7	Configuración en elevación	0	5	25	45	1.0
8	Separación máxima entre muros	0	5	25	45	0.25
9	Tipos de cubierta	0	15	25	45	1.0
10	Elementos no estructurales	0	0	25	45	0.25
11	Estado de conservación	0	5	25	45	1.0

Fuente: Libro de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo sismo Barbat

2.2.7. Mecánica de Suelos

Terzaghi dice: La Mecánica de Suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no materia orgánica. La mecánica de suelos incluye:

- a. Teorías sobre el comportamiento de los suelos sujetos a cargas, basadas en simplificaciones necesarias dado el estado actual de la teoría.
- b. Investigación de las propiedades físicas de los suelos.
- c. Aplicación del conocimiento teórico y empírico de los problemas prácticos.

Los métodos de investigación de laboratorio figuran en la rutina de la mecánica de suelos. En los suelos se tiene no solo los problemas que se presentan en el acero y concreto (módulo de elasticidad y resistencia a la ruptura), y exagerados por la mayor complejidad del material, sino otros como su tremenda variabilidad y que los procesos naturales formadores de suelos están fuera del control del ingeniero. En la mecánica de suelos es importante el tratamiento de las muestras (inalteradas – alteradas). La

mecánica de suelos desarrolló los sistemas de clasificación de suelos – color, olor, texturas, distribución de tamaños, plasticidad (A. Casagrande). El muestreo y la clasificación de los suelos son dos requisitos previos indispensables para la aplicación de la mecánica de suelos a los problemas de diseño (**Gonzalo, 2002**)

2.2.8. Esclerometría

Este procedimiento cubre la determinación del número de rebote del concreto endurecido usando un esclerómetro. El procedimiento es aplicable para determinar la uniformidad del concreto en sitio, delinear regiones en una estructura de una calidad menor con el concreto deteriorado, y estimar la resistencia del sitio. La importancia de su aplicación es que permite determinar la resistencia de un elemento de concreto a partir del número de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido, sin embargo, se debe tomar en cuenta que este método de prueba no es conveniente como la base para aceptación o el rechazo del concreto. Los esclerómetros están diseñados para que respeten la normativa vigente que controla la investigación esclerométrica, sobre todo la *UNI EN 12504.2: 2001* que sustituye a la *UNI 9189: 1988*. (NDT, 1979).

2.2.9. Etabs

La evaluación directa es la más factible de cuantificar, por lo que se han desarrollado diferentes métodos de estimación en este ámbito. El resultado esperado (grado de daño que puede sufrir una estructura de una tipología específica, sometida a la acción de un sismo de ciertas características) puede ser expresado como una función de vulnerabilidad que son relaciones gráficas que expresan en forma continua la vulnerabilidad en función de algún parámetro que describa el nivel de severidad del sismo, ya sean aceleraciones o intensidades. De los muchos métodos el empleo de ETABS es una buena opción.

ETABS es un programa innovador y revolucionario para análisis estructural y dimensionamiento de edificios. Resultado de 40 años de investigación y desarrollo continuo, ofrece opciones de dimensionamiento sofisticadas y que abarcan una amplia gama de materiales, esclarecedores gráficos, informes y diseños esquemáticos que facilitan la comprensión del análisis y de los respectivos resultados. Los modelos de análisis estructural permiten obtener tablas con información referente a la estructura que puede servir de entrada o *input* (red neuronal). En particular, es común el uso del programa ETABS cuando se modelan estructuras con pisos, tales como edificios de oficinas, habitacionales, etc. Toda la información extraída de los modelos debe ser manipulada para ser presentada como variables de entrada a una red neuronal. Esto implica agrupar ciertos datos y, con cálculos adecuados, obtener valores que tengan relación directa con los costos de un proyecto. De esta manera, los modelos de análisis son una fuente de información potente para la alimentación de la red neuronal que permitirá obtener un modelo matemático para estimar costos (Velíz, 2015).

2.3. Hipótesis

Se puede determinar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E. Liceo Trujillo considerando la norma E.030-2016 y usando el método del Índice de Vulnerabilidad.

La I.E Liceo Trujillo, tiene como principales datos:

- Fundado: 03 de Marzo de 1939
- Ubicación: Calle Daniel Alomía Roble, 6ta cuadra.
Urb. Primavera
- Area total: 9525 m²
- Area construida: 3465.22 m²
- Niveles: Primaria, secundaria y nocturna
- Población: 2879 alumnos
- Accesibilidad: Av. Túpac Amaru y Rebagllati,

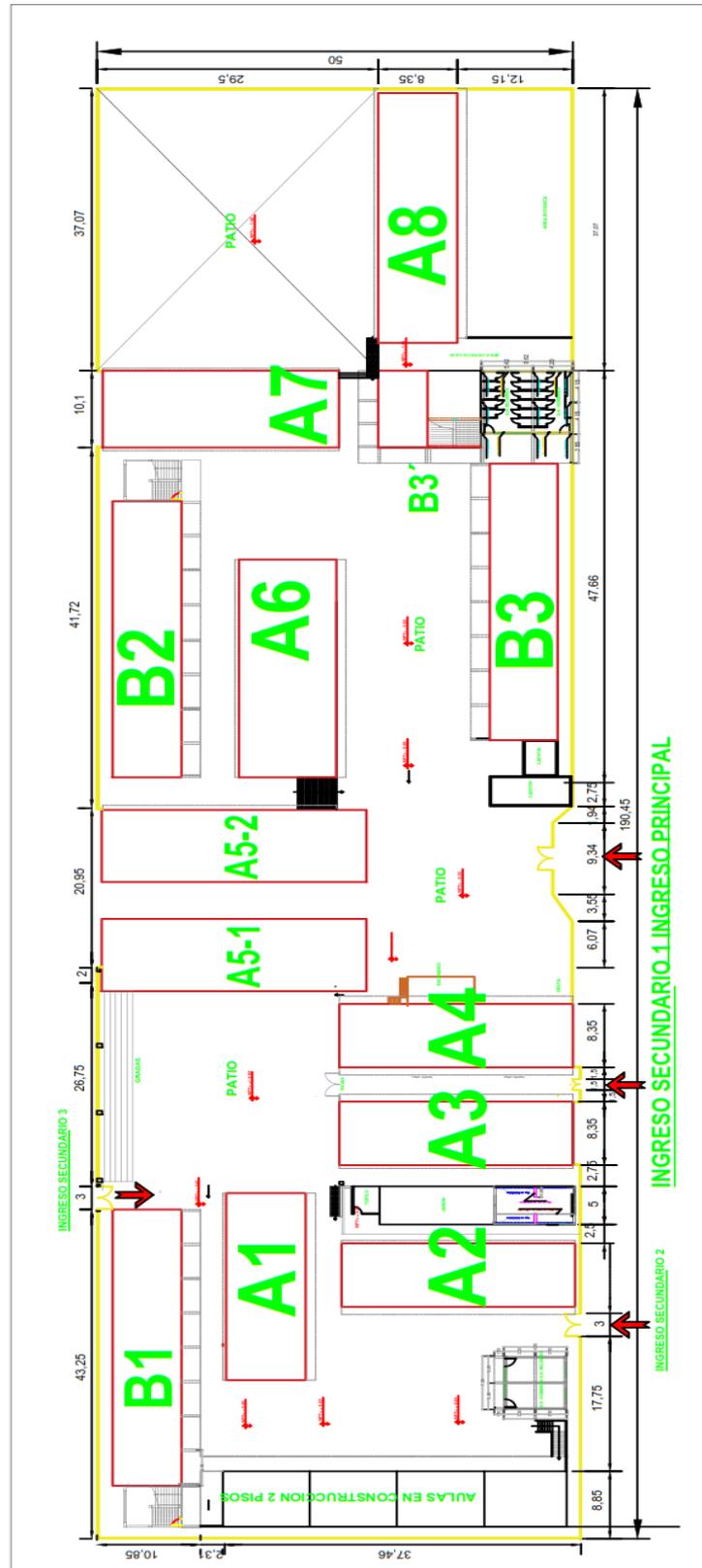


Figura. N°02. Plano planta general

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Tabla N° 2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de la I.E Liceo Trujillo.	Grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de diferentes características. Esta propiedad intrínseca de la estructura es independiente de la peligrosidad de la zona donde se ubica la edificación. (Barbat, 2008)	Vulnerabilidad Estructural Usando una Método Benedetti y Pretini	Tipo de edificio Año de construcción /Uso de Norma Piso Suave Irregularidad Torsional Irregularidad en Planta Columnas Cortas Acumulación de agua Revestimiento Pesado Daño Visible Piso Suave Irregularidad Torsional Irregularidad en Planta Columnas Cortas
Método del Índice de Vulnerabilidad	Es un método que determina o identifica que sección de una edificación existente será susceptible a sufrir un daño ocasionado por un terremoto debido a la falla de alguno de sus componentes, el cual está basado en datos reales.	Organización del sistema resistente Calidad del sistema resistente Resistencia Convencional Posición del edificio y cimentación Diafragmas horizontales Configuración en planta Configuración en elevación Separación máxima entre muros Tipos de cubierta Elementos estructurales Estado de conservación	Inspección Inspección Fuerza Área Ubicación en el plano Coeficiente de calificación Coeficiente de calificación Coeficiente de calificación Distancia Inspección Coeficiente de calificación Inspección

3.2. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación es del tipo no experimental – descriptiva, pues no se harán ningún tipo de manipulación de las variables, y los resultados de los ensayos que se realicen a la I.E Liceo Trujillo, servirán para realizar la modelación y análisis de dicha institución, cuyo procedimiento será meramente descriptivo.

El tipo de diseño es transversal, pues se quiere determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de la I.E Liceo Trujillo en el año 2018.

3.3. Unidad de estudio

La unidad de estudio está representada por la Institución Educativa Liceo Trujillo

3.4. Población

El conjunto de los 13 pabellones que conforman la Institución Educativa Liceo Trujillo

3.5. Muestra (muestreo o selección)

12 pabellones evaluados de la Institución Educativa Liceo Trujillo

3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

a) **Observación directa:** Reconocimiento de los bloques antiguos, identificación de juntas, compatibilización de los planos existentes con la distribución real, identificación del contexto estructural, levantamiento de fallas.

3.6.2. Instrumentos

3.6.2.1. Ficha de observación: se utilizó para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de I.E. Liceo Trujillo en base a metodología propuesta de Benedetti y Petrini, de origen italiano.

3.6.2.2. Herramientas manuales: Aquellas herramientas empleadas en la realización del estudio de mecánica de suelos tales como: barreta, pico, palana, babilejo, wincha, bolsas de polietileno.

3.6.2.3. Esclerómetro: Proporciona valores aproximados a la resistencia de compresión.

- 3.6.2.4. Instrumentos para el levantamiento topográfico:** Empleando la wincha como instrumento de medición dentro del plantel educativo.
- 3.6.2.5. Cámara fotográfica:** Dispositivo tecnológico empleado para la toma de imágenes del estado situacional de la institución educativa.
- 3.6.2.6. Laptop:** Dispositivo electrónico empleado para el uso de programas como ETABS
- 3.6.2.7. Vernier digital:** Proporciona valores en milímetros de cualquier objeto, o en este caso la abertura de las grietas.

3.6.3. Procedimientos

- 3.6.3.1. Levantamiento topográfico:** Realizando medidas métricas con uso de la wincha para los 12 pabellones del plantel educativo para poder elaborar los planos de Arquitectura y Estructuras.
- 3.6.3.2. Ensayo de Mecánica de Suelos:** Tales como Contenido de Humedad, Granulometría, Límites de consistencia (límite líquido, límite plástico) y Corte Directo.
- 3.6.3.3. Ensayo de Esclerometría:** Instrumento de medición utilizado para la obtención aproximada de la resistencia a la compresión en las columnas.
- 3.6.3.4. Evaluación de la vulnerabilidad:** Se utilizó la ficha de observación de los 11 parámetros del método del Benedetti – Petrini.

3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

3.7.1. Métodos

- 3.7.1.1. Deductivo:** Para dicho método se comienza con observaciones directas. Acepta la existencia del entorno real y que es percibida por el hombre a través de sus sentidos. Este método nos permitió inferir resultados en base a la modelación y análisis de los diferentes pabellones en estudio.
- 3.7.1.2. Analítico:** En nuestra investigación se aplicará el método analítico que es el análisis de la descomposición de un fenómeno en sus elementos constitutivos.

3.7.2. Instrumentos

3.7.2.1. Auto Cad: Programa de suma importancia para obtención de planos.

3.7.2.2. Etabs: Programa que nos permite realizar la modelación y análisis.

3.7.2.3. Microsoft Excel: Programa que nos permite calcular valores empleando formulas.

3.7.3. Procedimientos de análisis de datos

- Procesamiento de la recolección de datos con la ficha de observación del método Benedetti & Petrini.
- Elaboración de los planos
- Modelación de los 3 pabellones del programa Etabs en base a los planos, esclerometria.
- Análisis sísmico aplicando la norma E 0.30.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Calificación de parámetros de vulnerabilidad según Benedetti – Petrini

Se realizó la evaluación de cada uno de los 11 parámetros planteados por el método de Benedetti – Petrini, para determinar la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Liceo Trujillo. Para la calificación que se asignará a cada parámetro, el coeficiente de peso W_i representa la importancia de cada uno de los parámetros en estudio. Así mismo, para determinar las categorías (A, B, C y D) que se le asignará a cada parámetro del método, se considerarán lo siguiente:

- A = Vulnerabilidad Baja
- B = Vulnerabilidad Media a Baja
- C = Vulnerabilidad Media a Alta
- D = Vulnerabilidad Alta



Figura N°03. Institución Educativa Liceo Trujillo.

4.1.1. Organización del sistema resistente

Según el método se consideró las siguientes opciones para elegir la que se adaptó. Se consideró los siguientes parámetros:

- A. Edificio construido con las recomendaciones de la norma sismo resistente.
- B. Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros.

- C. Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.
- D. Edificio con paredes ortogonales no ligadas.

La figura N°2, muestra que la I.E. Liceo Trujillo consta con vigas, por lo tanto, corresponde al parámetro “B”



Figura N°04. Bloque “B1” de la I.E. Liceo Trujillo



Figura N°05. Boque “B2” de la I.E. Liceo Trujillo



Figura N°06. Bloque “B3” Liceo Trujillo

Evaluación: Se observa en las figuras 2, 3 y 4 que la estructura de los bloques “B1, B2 y B3” cuentan con vigas de amarre en los muros tanto para el primero, segundo y tercer nivel de modo que corresponde al parámetro B.



Figura N°07. Bloque “A1” de la
I.E. Liceo Trujillo



Figura N°08. Bloque “A2” de la
I.E. Liceo Trujillo



Figura N°09. Bloque “A3” de la
I.E. Liceo Trujillo



Figura N°10. Bloque “A4” de la
I.E. Liceo Trujillo

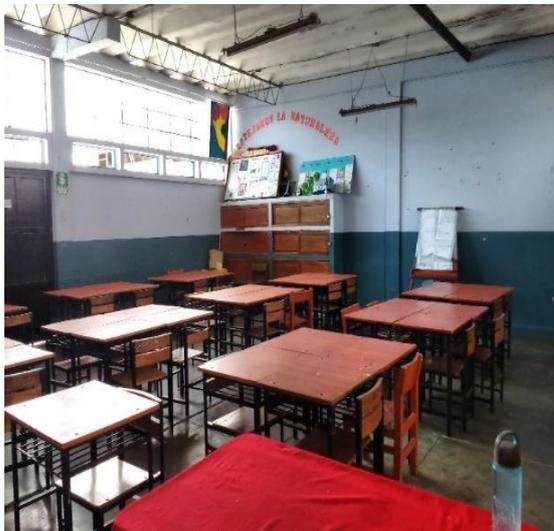


Figura N°11. Bloque “A5-1” de la
I.E. Liceo Trujillo



Figura N°12. Bloque “A7” de la
I.E. Liceo Trujillo

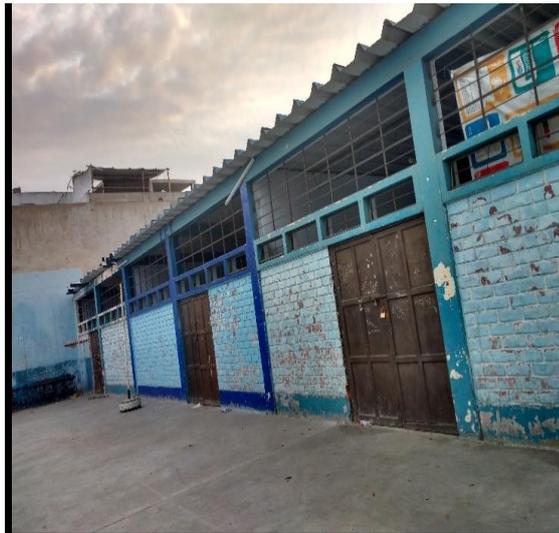


Figura N°13. Bloque “A8” de la
I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: Se observa de la figura 5 a la figura 12 que la estructura de los bloques “A1, A2, A3, A4, A5-1, A6, A7 Y A8” no presentan vigas de amarre en todas sus plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas, por lo tanto, corresponde al parámetro C.

Tabla N°3. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	C
	A2	C
	A3	C
	A4	C
	A5-1	C
	A5-2	C
	A6	C
	A7	C
	A8	C
	B1	B
	B2	B
B3	B	

4.1.2. Calidad del sistema resistente

Según el método se consideran los siguientes parámetros para la evaluación de los bloques:

- A. El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características:
1. Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.
 2. Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería.
 3. Mortero de buena calidad con espesor de la mayoría de las pegas entre 1.0 a 1.5 cm.
- 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. El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.



Figura N°14. Muros de albañilería de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: Los muros están constituidos por ladrillos que no están en pieza homogéneas, además presenta un espesor de mortero mayor a los 2 cm, pero si presenta verticalidad, por ello su calificación sería “C”.

Tabla N°4. Resumen de las calificaciones de todos los bloques.

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	C
	A2	C
	A3	C
	A4	C
	A5-1	C
	A5-2	C
	A6	C
	A7	C
	A8	C
	B1	C
	B2	C
	B3	C

4.1.3. Resistencia convencional

La evaluación de este parámetro está en función de una expresión, la cual esta explicada a detalle en el Apéndice N°1.

Para la calificación de α se tiene en cuenta las siguientes consideraciones:

- A. Edificio con $\alpha \geq 1$
- B. Edificio con $0.6 \leq \alpha \leq 1$
- C. Edificio con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$
- D. Edificio con $\alpha \leq 0.4$

Para determinar el “tk”, depende del tipo de material, para lo cual se toma como referencia:

Tipo de material	Esfuerzo cortante
Ladrillo macizo, calidad regular	6 -12 T/m ²
Piedra mal tallada	2 T/m ²
Piedra bien tallada	7 - 9 T/m ²
Ladrillo macizo, Buena calidad	18 T/m ²
Bloque ladrillo, mortero-cemento	18 T/m ²
Mampostería nueva, ladrillo macizo	20 T/m ²
Mampostería nueva, bloque macizo	20 T/m ²
Mampostería nueva, ladrillo/bloque hueco	18 T/m ²

Fuente: Libro de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico-Barbat

BLOQUE A1

Tabla N°5. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "A1"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.99
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	26.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	3.95
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	8.35
Ancho (m)	24.55
At=	204.99

Tabla N°6. Datos iniciales para el área resistente del bloque "A1"

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2
Ec: módulo de elástico. Concreto	217370.65
Em: módulo de elástico. Albañilería	9100
n: relación modular	23.89

Tabla N°7. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "A1"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	26.87	Y1	3.8	0.13	0.49
				Y2	3.8	0.13	0.49
				Y3	3.8	0.13	0.49
				Y4	3.8	0.13	0.49
				Y5	3.8	0.13	0.49
				Y6	3.8	0.13	0.49
				Y7	3.8	0.13	0.49
				Y8	3.8	0.13	0.49
		Ax=	26.87			Ay=	3.95

Tabla N°8. Resistencia Convencional del bloque "A1"

Parámetro	Valor
A	3.95
B	26.87
a_0	0.02
γ	6.80
Q	1.32
C	0.30
C'	0.45
α	0.67

BLOQUE A2

Tabla N°9. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "A2"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.99
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	26.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	3.95
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	8.35
Ancho (m)	24.55
At=	204.99

Tabla N°10. Datos iniciales para el área resistente del bloque "A2"

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2
Ec: módulo de elástico. Concreto	217370.65
Em: módulo de elástico. Albañilería	9100
n: relación modular	23.89

Tabla N°11. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "A2"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	26.87	Y1	3.8	0.13	0.49
X2				Y2	3.8	0.13	0.49
X3				Y3	3.8	0.13	0.49
				Y4	3.8	0.13	0.49
				Y5	3.8	0.13	0.49
				Y6	3.8	0.13	0.49
				Y7	3.8	0.13	0.49
				Y8	3.8	0.13	0.49
		Ax=	26.87			Ay=	3.95

Tabla N°12. Resistencia Convencional del bloque "A2"

Parámetro	Valor
A	3.95
B	26.87
a ₀	0.02
γ	6.80
Q	1.32
C	0.30
C'	0.45
α	0.67

BLOQUE A3

Tabla N°13. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "A3"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.99
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	23.89
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	2.35
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	8.35
Ancho (m)	24.55
At=	204.99

Tabla N°14. Datos iniciales para el área resistente del bloque "A3"

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2
Ec: módulo de elástico. Concreto	217370.65
Em: módulo de elástico. Albañilería	9100
n: relación modular	23.89

Tabla N°15. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "A3"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	23.89	Y1	3.8	0.13	0.49
X2			0.00	Y2	3.8	0.13	0.49
X3			0.00	Y3	3.8	0.13	0.49
				Y4	3.8	0.13	0.49
				Y5	2.9	0.13	0.38
		Ax=	23.89			Ay=	2.35

Tabla N°16. Resistencia Convencional del bloque "A3"

Parámetro	Valor
A	2.35
B	23.89
a ₀	0.01
γ	10.15
Q	1.18
C	0.20
C'	0.45
α	0.45

BLOQUE A4

Tabla N°17. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "A4"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.99
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	23.89
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	2.72
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	8.35
Ancho (m)	24.55
At=	204.99

Tabla N°18. Datos iniciales para el área resistente del bloque “A4”

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2
Ec: módulo de elástico. Concreto	217370.65
Em: módulo de elástico. Albañilería	9100
n: relación modular	23.89

Tabla N°19. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “A4”

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	23.89	Y1	3.8	0.13	0.49
X2			0.00	Y2	3.8	0.13	0.49
X3			0.00	Y3	3.8	0.13	0.49
				Y4	3.8	0.13	0.49
				Y5	5.75	0.13	0.75
		Ax=	23.89			Ay=	2.72

Tabla N°20. Resistencia Convencional del bloque “A4”

Parámetro	Valor
A	2.72
B	23.89
a ₀	0.01
Y	8.77
Q	1.19
C	0.23
C'	0.45
α	0.52

BLOQUE A5-1

Tabla N°21. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “A5-1”

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.83
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	26.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	3.95
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8

Tabla N°22.
datos iniciales para
resistente del
“A5-1”

Datos
el área
bloque

Datos	Valores
-------	---------

f_{cs} (resistencia de diseño) del concreto	210	
ρ (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2	0.4
E_c (Módulo de elástico. Concreto)	217370.658.35	
E_m (Módulo de elástico. Albañilería)	9100	24.53
n : relación modular	23.89	204.83

Tabla N°23. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "A5-1"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	26.87	Y1	3.8	0.13	0.49
				Y2	3.8	0.13	0.49
				Y3	3.8	0.13	0.49
				Y4	3.8	0.13	0.49
				Y5	3.8	0.13	0.49
				Y6	3.8	0.13	0.49
				Y7	3.8	0.13	0.49
				Y8	3.8	0.13	0.49
		Ax=	26.87			Ay=	3.95

Tabla N°24. Resistencia Convencional del bloque "A5-1"

Parámetro	Valor
A	3.95
B	26.87
a₀	0.02
Y	6.80
Q	1.32
C	0.30
C'	0.45
α	0.67

BLOQUE A5-2

Tabla N°25. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "A5-2"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.83
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	26.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	3.95

tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	8.35
Ancho (m)	24.53
At=	204.83

Tabla N°26. Datos iniciales para el área resistente del bloque "A5-2"

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2
Ec: módulo de elástico. Concreto	217370.65
Em: módulo de elástico. Albañilería	9100
n: relación modular	23.89

Tabla N°27. Área total resistente en la dirección Ax, Ay "A5-2"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	26.87	Y1	3.8	0.13	0.49
				Y2	3.8	0.13	0.49
				Y3	3.8	0.13	0.49
				Y4	3.8	0.13	0.49
				Y5	3.8	0.13	0.49
				Y6	3.8	0.13	0.49
				Y7	3.8	0.13	0.49
				Y8	3.8	0.13	0.49
		Ax=	26.87			Ay=	3.95

Tabla N°28. Resistencia Convencional del bloque "A5-2"

Parámetro	Valor
A	3.95
B	26.87
a_0	0.02
Y	6.80
Q	1.32
C	0.30
C'	0.45
α	0.67

PABELLÓN A6

Tabla N°29. Datos iniciales para la resistencia
Convencional del bloque "A6"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.83
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	26.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	4.94
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	8.35
Ancho (m)	24.53
At=	204.83

Tabla N°30. Datos iniciales para el área resistente del bloque "A6"

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2
Ec: módulo de elástico. Concreto	217370.65
Em: módulo de elástico. Albañilería	9100
n: relación modular	23.89

Tabla N°31. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "A6"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	26.87	Y1	4.75	0.13	0.62
X2			0.00	Y2	4.75	0.13	0.62

X3	0.00	Y3	4.75	0.13	0.62
		Y4	4.75	0.13	0.62
		Y5	4.75	0.13	0.62
		Y6	4.75	0.13	0.62
		Y7	4.75	0.13	0.62
		Y8	4.75	0.13	0.62
		Ax=	26.87	Ay=	4.94

Tabla N°32. Resistencia Convencional del bloque "A6"

Parámetro	Valor
A	4.94
B	26.87
a ₀	0.02
γ	5.44
Q	1.35
C	0.37
C'	0.45
α	0.82

BLOQUE A7

Tabla N°33. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "A7"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	1
At: área total cubierta (m ²)	204.83
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	26.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	4.86
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	8.35
Ancho (m)	24.53
At=	204.83

Tabla N°34. Datos iniciales para el área resistente del bloque "A7"

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	18.2
Ec: módulo de elast. Concreto	217370.65

Em: módulo de elast. Albañilería	9100
n: relación modular	23.89

Tabla N°35. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "A7"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	26.87	Y1	4.67	0.13	0.61
X2			0.00	Y2	4.67	0.13	0.61
X3			0.00	Y3	4.67	0.13	0.61
				Y4	4.67	0.13	0.61
				Y5	4.67	0.13	0.61
				Y6	4.67	0.13	0.61
				Y7	4.67	0.13	0.61
				Y8	4.67	0.13	0.61
		Ax=	26.87			Ay=	4.86

Tabla N°36. Resistencia Convencional del bloque "A7"

Parámetro	Valor
A	4.86
B	26.87
a ₀	0.02
Y	5.53
Q	1.35
C	0.36
C'	0.45
α	0.81

BLOQUE A8

Tabla N°37. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "A8"

Resistencia Convencional		Valor
N: Número de pisos		1
At: área total cubierta (m ²)		204.83
Ax: área total resistente del muro x (m ²)		26.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)		4.94
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²		18
h: altura de entrepiso (m)		3.4
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³		1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²		0.4
f _c : (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210	8.35
Largo f (m)	18.2	24.53
Ancho f (m)	217370.65	204.83
Ec: módulo de elast. Concreto		
Em: módulo de elast. Albañilería	9100	
n: relación modular	23.89	

Datos **Valores**

Tabla
Datos
para el
resistente
"A8"

N°38.
iniciales
área
del bloque

Tabla N°39. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "A8"

Muro	L	t	Lt	Muro	L	t	Lt
X1	0.25	5.97	26.87	Y1	3.8	0.13	0.49
				Y2	3.8	0.13	0.49
				Y3	3.8	0.13	0.49
				Y4	3.8	0.13	0.49
				Y5	3.8	0.13	0.49
				Y6	3.8	0.13	0.49
				Y7	3.8	0.13	0.49
				Y8	3.8	0.13	0.49
				Y9	3.8	0.13	0.49
				Y10	3.8	0.13	0.49
		Ax=	26.87			Ay=	4.94

Tabla N°40. Resistencia Convencional del bloque "A8"

Parámetro	Valor
A	4.94
B	26.87
a ₀	0.02
Y	5.44
Q	1.35
C	0.37
C'	0.45
α	0.82

BLOQUE B1

Tabla N°41. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "B1"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	335.31
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	17.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	7.36
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.15
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8

Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	9.25
Ancho (m)	36.25
At=	335.31

Tabla N°42. Datos iniciales para el área resistente del bloque “B1”

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	52
Ec: módulo de elast. Concreto	217370.65
Em: módulo de elast. Albañilería	26000
n: relación modular	8.36

Tabla N°43. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “B1”

Muro	L	T	Lt	Muro	L	T	Lt
X1	0.5	2.51	10.03	Y1	3.2	0.23	0.74
X2	0.3	2.09	6.27	Y2	3.2	0.23	0.74
X3	0.25	6.27	1.57	Y3	3.2	0.23	0.74
				Y4	3.2	0.23	0.74
				Y5	3.2	0.23	0.74
				Y6	3.2	0.23	0.74
				Y7	3.2	0.23	0.74
				Y8	3.2	0.23	0.74
				Y9	3.2	0.23	0.74
				Y10	3.2	0.23	0.74
		Ax=	17.87			Ay=	7.36

Tabla N°44. Resistencia Convencional del bloque “B1”

Parámetro	Valor
A	7.36
B	17.87
a ₀	0.02
γ	2.43
Q	0.83
C	0.32
C'	0.45
α	0.72

BLOQUE B2

Tabla N°45. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque “B2”

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	3
At: área total cubierta (m ²)	335.31
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	17.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	7.36
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.15
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	9.25
Ancho (m)	36.25
At=	335.31

Tabla N°46. Datos iniciales para el área resistente del bloque “B2”

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	52
Ec: módulo de elast. Concreto	217370.65
Em: módulo de elast. Albañilería	26000
n: relación modular	8.36

Tabla N°47. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque “B2”

Muro	L	T	Lt	Muro	L	T	Lt
X1	0.5	2.51	10.03	Y1	3.2	0.23	0.74
X2	0.3	2.09	6.27	Y2	3.2	0.23	0.74
X3	0.25	2.09	1.57	Y3	3.2	0.23	0.74
				Y4	3.2	0.23	0.74
				Y5	3.2	0.23	0.74
				Y6	3.2	0.23	0.74
				Y7	3.2	0.23	0.74
				Y8	3.2	0.23	0.74
				Y9	3.2	0.23	0.74
				Y10	3.2	0.23	0.74

$A_x=$	17.87	$A_y=$	7.36
--------	-------	--------	------

Tabla N°48. Resistencia Convencional del bloque "B2".

Parámetro	Valor
A	7.36
B	17.87
a₀	0.02
Y	2.43
Q	0.83
C	0.24
C'	0.45
α	0.53

BLOQUE B3

Tabla N°49. Datos iniciales para la resistencia Convencional del bloque "B3"

Resistencia Convencional	Valor
N: Número de pisos	2
At: área total cubierta (m ²)	331.42
Ax: área total resistente del muro x (m ²)	17.87
Ay: área total resistente del muro y (m ²)	7.22
tk: Resistencia a cortante característica del tipo de mampostería en ton/m ²	18
h: altura de entrepiso (m)	3.15
Pm: peso específico de la mampostería ton/m ³	1.8
Ps: peso por unidad de área del diafragma ton/m ²	0.4
Largo (m)	9.13
Ancho (m)	36.3
At=	331.42

Tabla N°50. Datos iniciales para el área resistente del bloque "B3"

Datos	Valores
f'c (ensayo esclerometría)-kg/cm ²	210
f'm (E.070-Tabla 9) - kg/cm ²	52
Ec: módulo de elast. Concreto	217370.65
Em: módulo de elast. Albañilería	26000
n: relación modular	8.36

Tabla N°51. Área total resistente en la dirección Ax, Ay del bloque "B3"

Muro	L	T	Lt	Muro	L	T	Lt
X1	0.5	2.51	10.03	Y1	3.14	0.23	0.72
X2	0.3	2.09	6.27	Y2	3.14	0.23	0.72
X3	0.25	2.09	1.57	Y3	3.14	0.23	0.72
				Y4	3.14	0.23	0.72
				Y5	3.14	0.23	0.72
				Y6	3.14	0.23	0.72
				Y7	3.14	0.23	0.72
				Y8	3.14	0.23	0.72
				Y9	3.14	0.23	0.72
				Y10	3.14	0.23	0.72
		Ax=	17.87			Ay=	7.22

Tabla N°52. Resistencia Convencional del bloque "B3"

Parámetro	Valor
A	7.22
B	17.87
a ₀	0.02
γ	2.47
Q	0.83
C	0.32
C'	0.45
α	0.71

Tabla N°53. Resistencia Convencional

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	B
	A2	B
	A3	C
	A4	C
	A5-1	B
	A5-2	B

A6	B
A7	B
A8	B
B1	B
B2	C
B3	B

4.1.4. Posición del edificio y cimentación

Para la evaluación de este parámetro se considerará lo siguiente:

- A. Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%.
- B. Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%.
- C. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%.
- D. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%.

Revisar: Apéndice 6



Figura N°15. Pendiente cero de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta una pendiente cero por lo tanto se lo califica con "A".

Tabla N°54. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	A
	A2	A
	A3	A
	A4	A
	A5-1	A
	A5-2	A
	A6	A
	A7	A
	A8	A
	B1	A
	B2	A
	B3	A

4.1.5. Diafragmas horizontales

Se consideró lo siguiente:

A. Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza que satisfacen las condiciones:

1. Ausencia de planos a desnivel, y placas de concreto.
2. La deformabilidad del diafragma es despreciable.
3. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.

B. Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con una de las condiciones pasadas

- C. Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con dos de las condiciones pasadas.
- D. Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.



Figura N°16. Bloques “A8” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura no cumple con ninguna de las tres condiciones anteriores por lo que le corresponde a una calificación “D”.



Figura N°17. Bloque “B3” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura cumple con los diagramas que satisfacen las condiciones 1, 2 y 3, por lo que corresponde a una calificación de “A”.



Figura N°18. Bloque “B2” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura cumple con los diagramas que satisfacen las condiciones 1, 2 y 3, por lo que corresponde a una calificación de “A”.

Tabla N°55. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	D
	A2	D
	A3	D
	A4	D
	A5-1	D
	A5-2	D
	A6	D
	A7	D
	A8	D
	B1	A

B2	A
B3	A

4.1.6. Configuración en planta

La forma y la disposición en planta de los edificios son determinantes en su comportamiento ante excitaciones sísmicas, se evaluaron irregulares presentadas por el método del índice de vulnerabilidad.

Y las clases de los parámetros se definieron de la siguiente manera:

- A. Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B. Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
- C. Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D. Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$

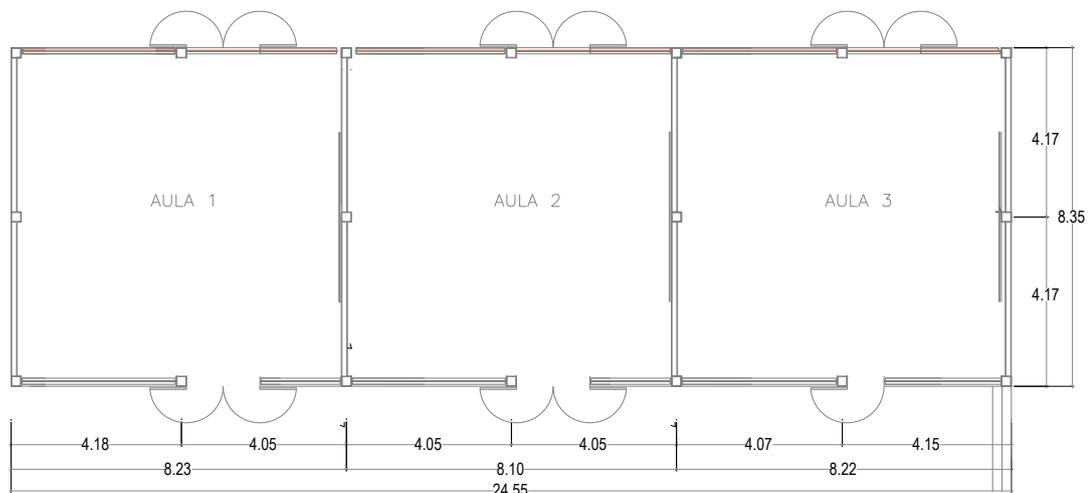


Figura N°19. Bloque "A1" de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{8.35}{24.55} = 0.34$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "D".

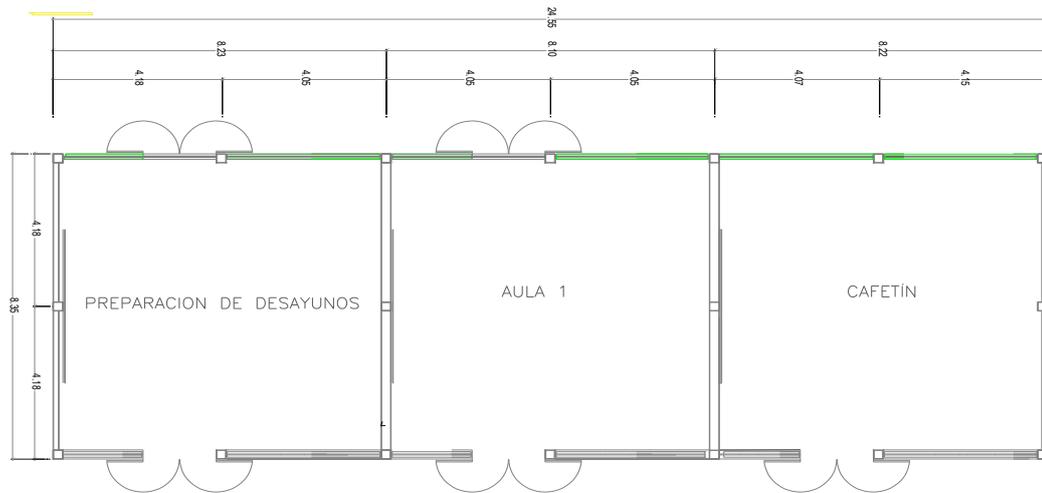


Figura N°20. Bloque "A2" de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{8.35}{24.55} = 0.34$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "D".

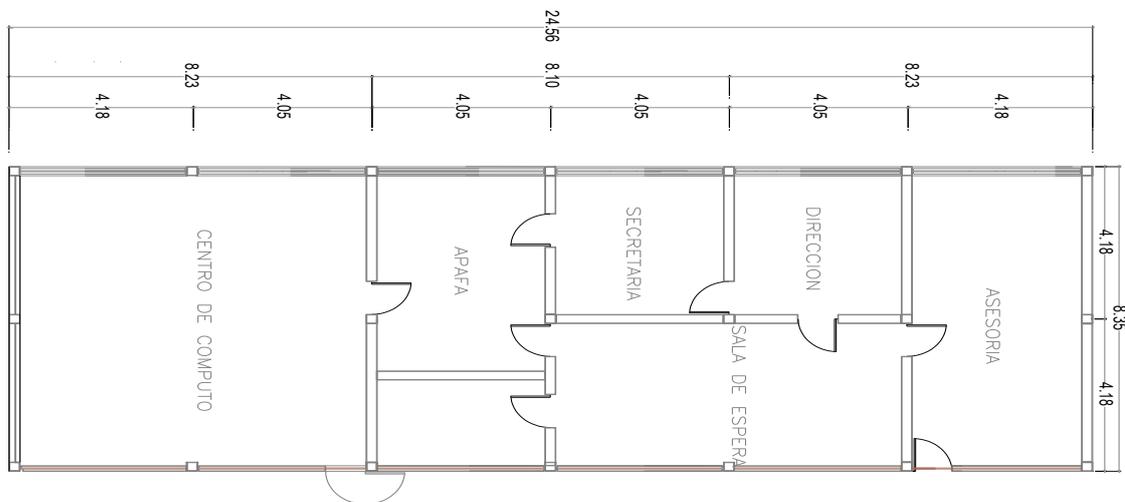


Figura N°21. Bloque "A3" de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{8.35}{24.56} = 0.33$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "D".

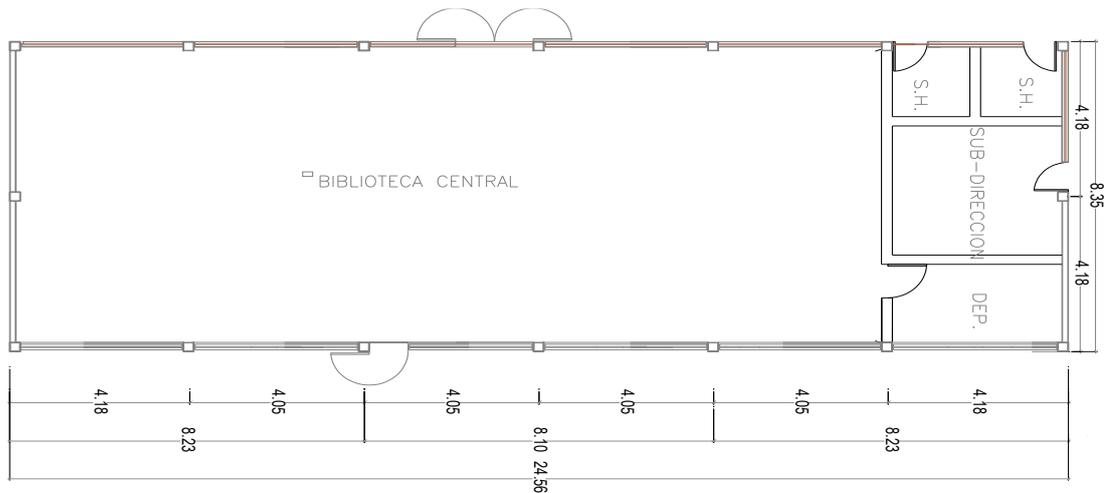


Figura N°22. Bloque "A4" de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{8.35}{24.56} = 0.33$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "D".

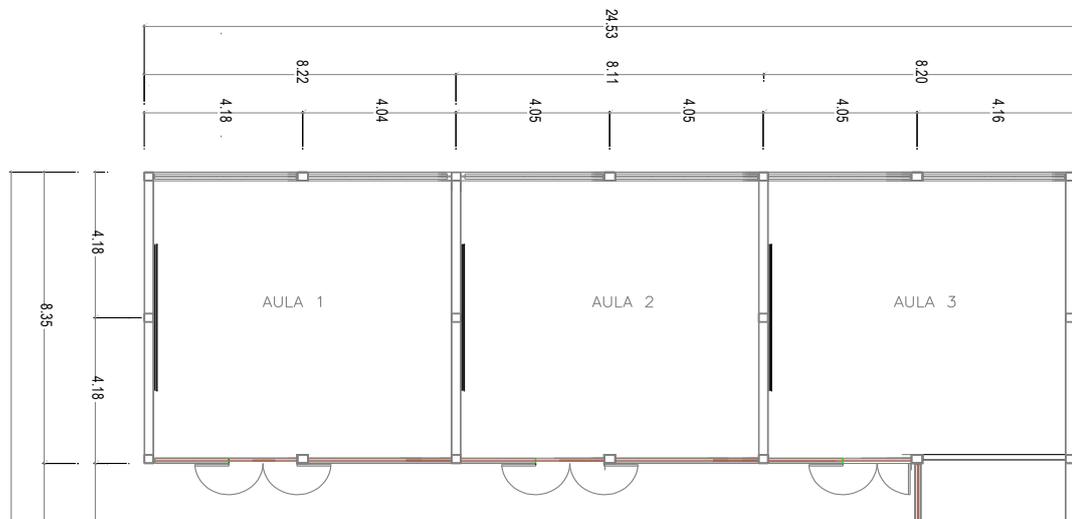


Figura N°23. Bloque "A5-1" de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{8.35}{24.53} = 0.34$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "D".

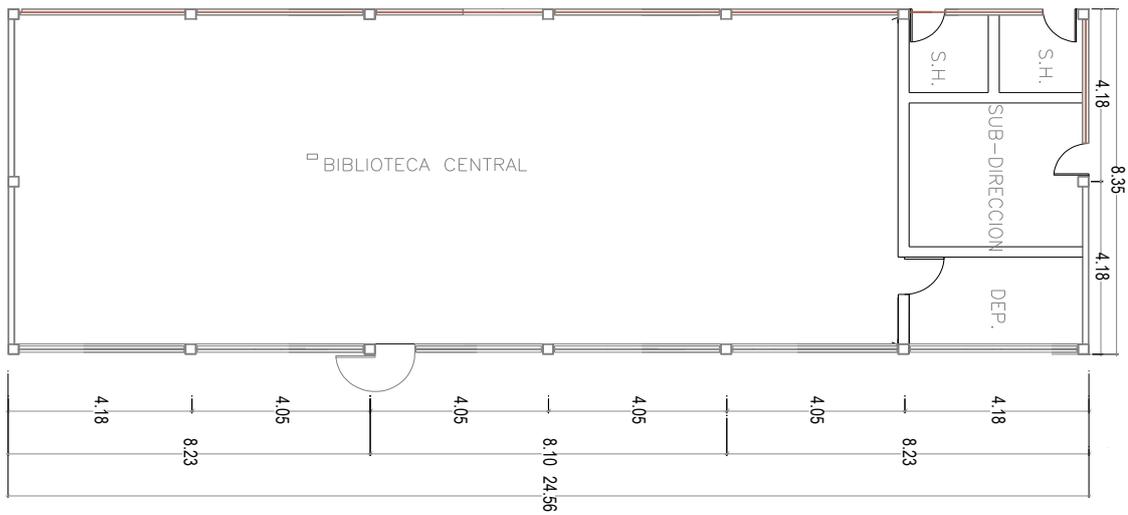


Figura N° 24. Bloque “A5-2” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{8.35}{24.56} = 0.34$, por lo tanto la calificación que le corresponde es “D”.

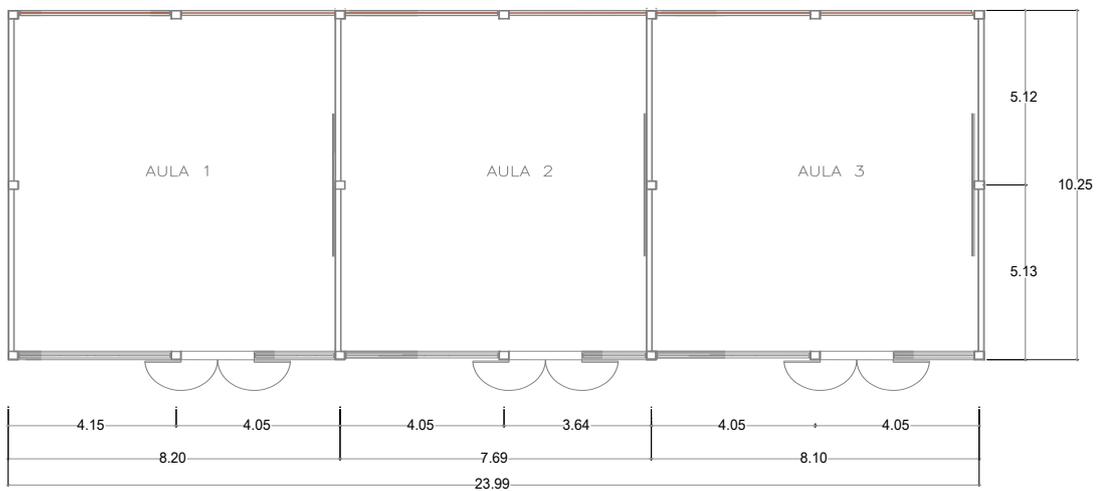


Figura N° 25. Bloque “A6” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{10.25}{28.59} = 0.35$, por lo tanto la calificación que le corresponde es “D”.

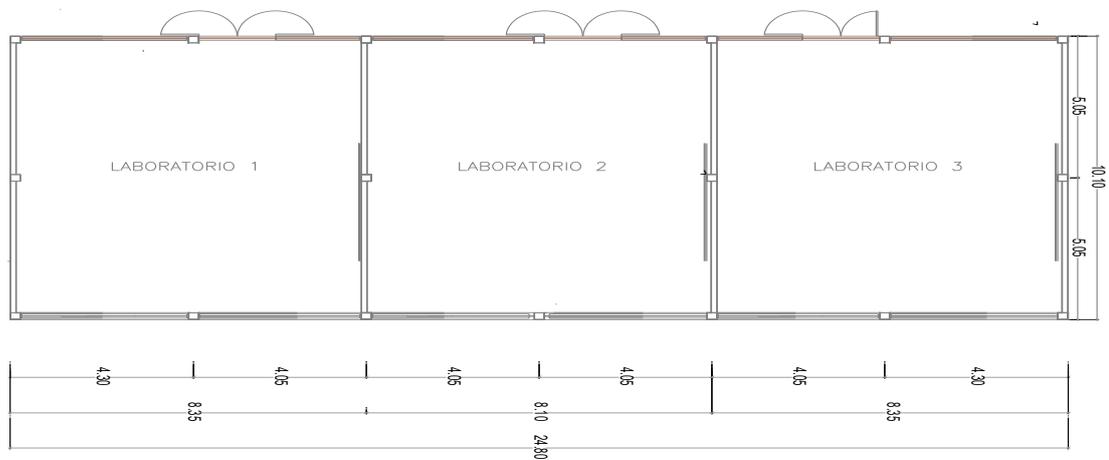


Figura N°26. Bloque "A7" de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{10.10}{24.80} = 0.40$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "D".

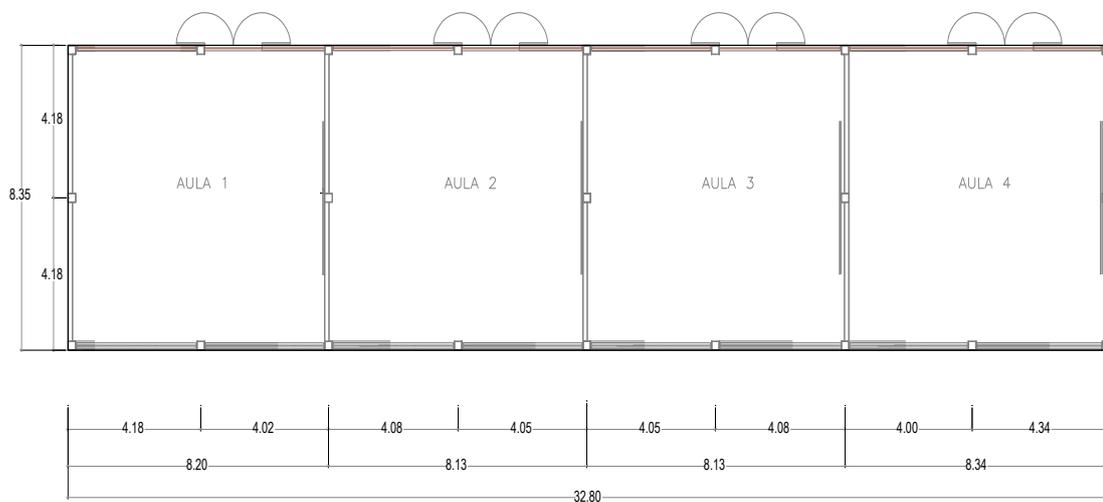


Figura N°27. Bloque "A8" de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{8.35}{32.80} = 0.25$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "D".

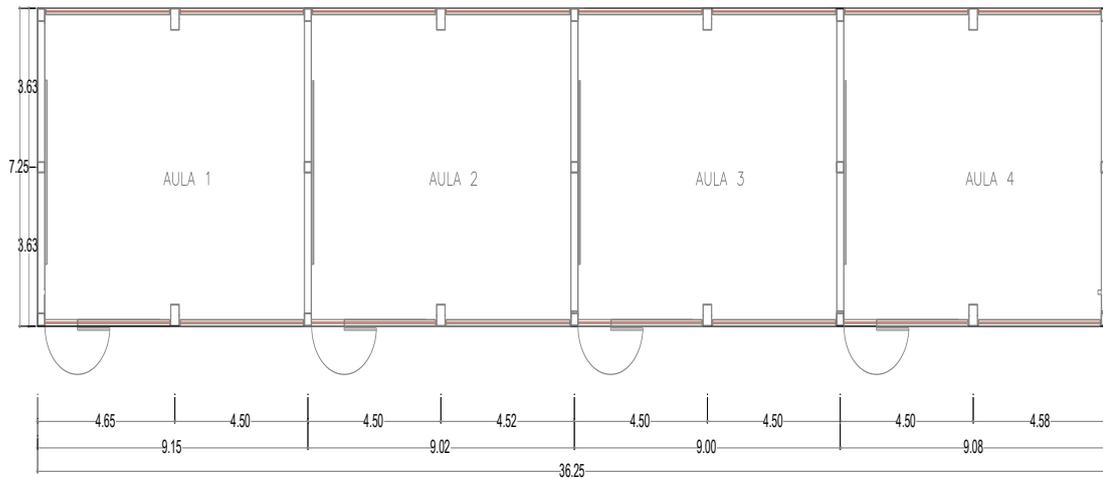


Figura N°28. Bloque “B1” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{7.25}{36.25} = 0.20$, por lo tanto la calificación que le corresponde es “D”.

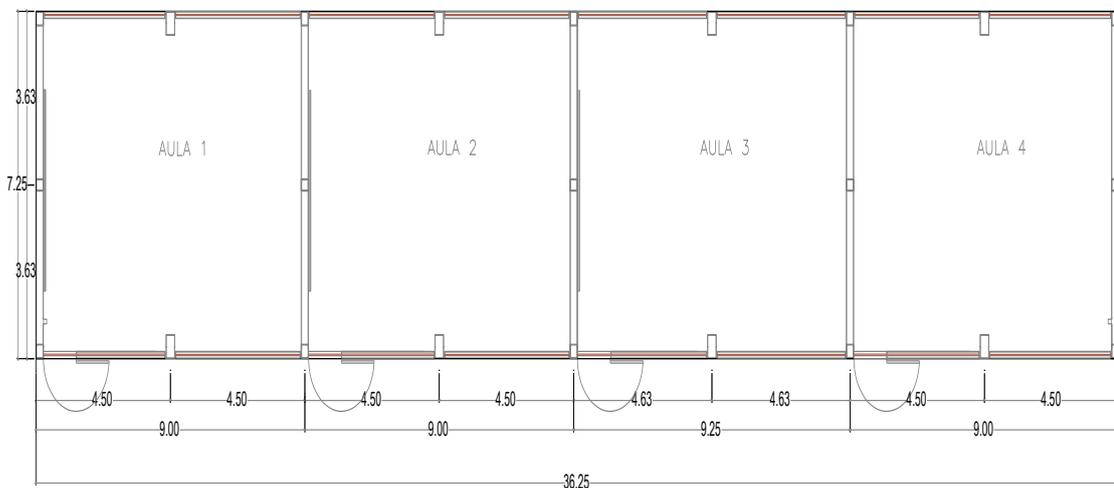


Figura N°29. Bloque “B2” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{7.25}{36.25} = 0.20$, por lo tanto la calificación que le corresponde es “D”.

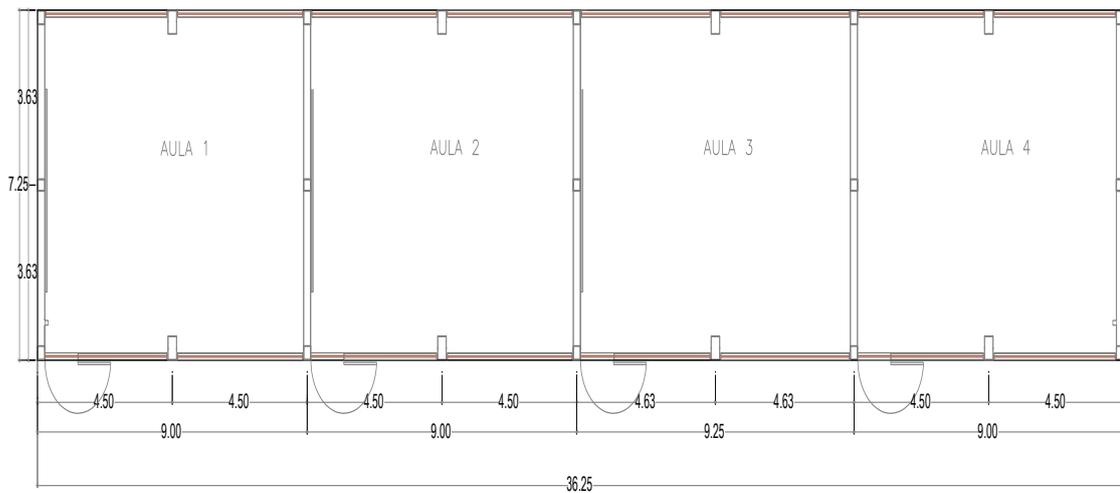


Figura N°30. Bloque “B3” de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta $\beta_1 = \frac{7.13}{36.30} = 0.19$, por lo tanto la calificación que le corresponde es “D”.

Tabla N°56. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	D
	A2	D
	A3	D
	A4	D
	A5-1	D
	A5-2	D
	A6	D
	A7	D
	A8	D
	B1	D
	B2	D
	B3	D

4.1.7. Configuración en elevación

Se evaluó la condición de superficie para ello se ha considerado:

- A. si $0.75 < T/H$
- B. si $0.50 < T/H \leq 0.75$
- C. si $0.25 < T/H \leq 0.50$
- D. si $T/H \leq 0.25$

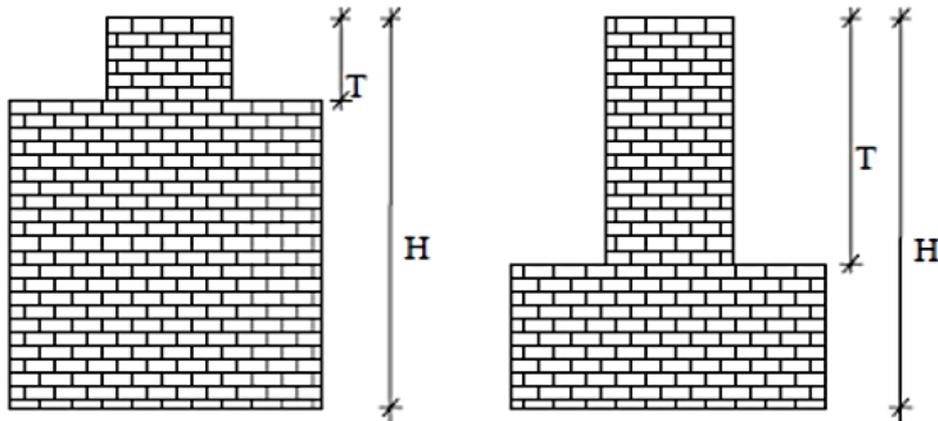


Figura N°31. Bloques A1, A2, A3, A4, A5-1, A5-2, A6, A7, A8 de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: La estructura presenta la siguiente relación $\frac{T}{H} = 1$, por lo tanto la calificación que le corresponde es "A".

Adicionalmente se consideran factores como la variación de la masa ($\pm \frac{\Delta M}{M} \%$) o la superficie de pisos consecutivos, especialmente para evaluar porches ($\pm \frac{\Delta A}{A} \%$) donde A es la superficie del piso inferior. Se considerará para la calificación el factor más desfavorable.

- a) Estructura con $-\frac{\Delta M}{M} < 10\%$
- b) Estructura con una superficie de porche menor al 10% o con $10\% \leq -\frac{\Delta M}{M} < 20\%$
- c) Estructura con una superficie de porche entre 10% y 20% o con $-\frac{\Delta M}{M} > 20\%$ o $T/H < 2/3$
- d) Estructura con una superficie de porche mayor al 20% con $\frac{\Delta M}{M} > 0$ o con $T/H > 2/3$

BLOQUE B1

Tabla N°57. Datos de Configuración en elevación para el bloque "B1"

Configuración En Elevación	Bloque "B1"	Largo	Ancho	Total
	A1	36.25	7.25	262.81
	A2	36.25	9.25	335.31

Tabla N°58. Porcentaje de superficie para el bloque "B1"

	A1	A2	$\Delta A/A$	%
V% =	72.5	262.81	0.276	27.6

Evaluación: La calificación del bloque B1 que le corresponde es "D"

BLOQUE B2

Tabla N°59. Datos de Configuración en elevación para el bloque "B2"

Configuración En Elevación	Bloque "B2"	Largo	Ancho	Total
	A1	36.25	7.25	262.81
	A2	36.25	9.25	335.31

Tabla N°60. Porcentaje de superficie para el bloque "B1"

	A1	A2	$\Delta A/A$	%
V% =	72.5	262.81	0.276	27.6

Evaluación: La calificación del bloque B2 que le corresponde es "D"

BLOQUE B3

Tabla N°61. Datos de Configuración en elevación para el bloque "B3"

Configuración En Elevación	Bloque "B3"	Largo	Ancho	Total
	A1	36.25	7.13	258.46
	A2	36.25	9.13	330.96

Tabla N°62. Porcentaje de superficie para el bloque "B3"

	A1	A2	$\Delta A/A$	%
V% =	72.5	258.46	0.27	28.00

Evaluación: La calificación del bloque B3 que le corresponde es “D”

Tabla N°63. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	A
	A2	A
	A3	A
	A4	A
	A5-1	A
	A5-2	A
	A6	A
	A7	A
	A8	A
	B1	D
	B2	D
	B3	D

4.1.8. Separación máxima entre muros

La clasificación se define en función del factor L/S , donde S es el espesor del muro maestro y L el espaciamiento máximo.

- A. Si $L/S \leq 15$
- B. Si $15 < L/S \leq 18$
- C. Si $18 < L/S \leq 25$
- D. Si $25 < L/S$

Tabla N°64. Todos los bloques de la I.E. Liceo Trujillo

Institución	Bloque	L	S	L/S
	A1	3.7	0.15	25

Institución Educativa Liceo Trujillo	A2	3.7	0.15	25
	A3	3.7	0.15	25
	A4	3.7	0.15	25
	A5-1	3.7	0.15	25
	A5-2	3.7	0.15	25
	A6	3.7	0.15	25
	A7	3.7	0.15	25
	A8	3.7	0.15	25
	B1	3.15	0.25	13
	B2	3.15	0.25	13
	B3	3.15	0.25	13

Tabla N°65. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	C
	A2	C
	A3	C
	A4	C
	A5-1	C
	A5-2	C
	A6	C
	A7	C
	A8	C
	B1	A
	B2	A
	B3	A

4.1.9. Tipos de cubierta

Se consideró lo siguiente:

A. El edificio presenta las siguientes características:

1. Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas como tornillos o alambres, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido.
2. Provisto de arriostramiento en las vigas y distancia entre vigas no muy grande.

3. Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada.
- B. Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase A.
- C. Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase A.
- D. Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase.



Figura N°32. Cubiertas de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase por ello le corresponde una calificación “D”.

Tabla N°66. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

Institución	Bloque	Calificación
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	D
	A2	D
	A3	D
	A4	D
	A5-1	D
	A5-2	D
	A6	D
A7	D	

A8	D
B1	A
B2	A
B3	A

4.1.10. Elementos no estructurales

Se consideró lo siguiente:

- A. Edificio sin parapetos y sin cornisas.
- B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
- C. Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
- D. Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.



Figura N°33. Bloques de la I.E. I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: El colegio presenta en el techo elementos mal vinculados a la estructura, que pueden caer en caso de terremoto. Por lo tanto le corresponde una calificación "D".

Tabla N°67. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

INSTITUCIÓN	BLOQUE	CALIFICACIÓN
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	D
	A2	D
	A3	D
	A4	D
	A5-1	D

A5-2	D
A6	D
A7	D
A8	D
B1	D
B2	D
B3	D

4.1.11. Estado de conservación

- A. Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- B. Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- C. Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- D. Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.



Figura N°34. Estado de conservación de la I.E. Liceo Trujillo

Evaluación: Las estructuras presentan lesiones.

Tabla N°68. Resumen de las calificaciones de todos los bloques

INSTITUCIÓN	BLOQUE	CALIFICACIÓN
Institución Educativa Liceo Trujillo	A1	D
	A2	D
	A3	D
	A4	D
	A5-1	D
	A5-2	D
	A6	D
	A7	D
	A8	D
	B1	C
	B2	C
	B3	C

4.1.12. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad

Tabla N°69. Índice de Vulnerabilidad del bloque "A1": I. E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							208.75

Tabla N°70. Índice de Vulnerabilidad del bloque "A2": I. E. liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5

7	Configuración en elevación	0		1	0
8	Separación máxima entre muros		25	0.25	6.25
9	Tipos de cubierta			45	1
10	Elementos no estructurales			45	0.25
11	Estado de conservación			45	1
Índice de Vulnerabilidad					208.75

Tabla N°71. Índice de Vulnerabilidad del bloque "A3": I.E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional			25		1.5	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							238.75

Tabla N°72. Índice de Vulnerabilidad del bloque "A4": I.E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional			25		1.5	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							238.75

Tabla N°73. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A5-1”: I.E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							208.75

Tabla N°74. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A5-2”: I.E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							208.75

Tabla N°75. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A6”: I. E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							208.75

Tabla N°76. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A7”: I. E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							208.75

Tabla N°77. Índice de Vulnerabilidad del bloque “A8”: I.E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente			20		1	20
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales				45	1	45
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación	0				1	0
8	Separación máxima entre muros			25		0.25	6.25
9	Tipos de cubierta				45	1	45
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación				45	1	45
Índice de Vulnerabilidad							208.75

Tabla N°78. Índice de Vulnerabilidad del bloque “B1”: I. E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente		5			1	5
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0				1	0
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación				45	1	45
8	Separación máxima entre muros	0				0.25	0
9	Tipos de cubierta	0				1	0
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación			25		1	25
Índice de Vulnerabilidad							122.50

Tabla N°79. Índice de Vulnerabilidad del bloque “B2”: I. E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente		5			1	5
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional			25		1.5	37.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0				1	0
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación				45	1	45
8	Separación máxima entre muros	0				0.25	0
9	Tipos de cubierta	0				1	0
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación			25		1	25
Índice de Vulnerabilidad							152.50

Tabla N°80. Índice de Vulnerabilidad del bloque “B3”: I. E. Liceo Trujillo

i	Parámetro	KiA	KiB	KiC	KiD	Wi	KWi
1	Organización del sistema resistente		5			1	5
2	Calidad del sistema resistente			25		0.25	6.25
3	Resistencia Convencional		5			1.5	7.5
4	Posición del edificio y cimentación	0				0.75	0
5	Diafragmas horizontales	0				1	0
6	Configuración en planta				45	0.5	22.5
7	Configuración en elevación				45	1	45
8	Separación máxima entre muros	0				0.25	0
9	Tipos de cubierta	0				1	0
10	Elementos no estructurales				45	0.25	11.25
11	Estado de conservación			25		1	25
Índice de Vulnerabilidad							122.50

4.1.13. Vulnerabilidad:

Tabla N°81. Rango del Índice de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD		VALORES	
A	BAJA	0	95.63
B	MEDIA BAJA	95.63	191.3
C	MEDIA ALTA	191.3	286.3
D	ALTA	286.3	382.5

Tabla N°82. Resumen del Índice de vulnerabilidad en la I. E. Liceo Trujillo

Bloque	Iv	Vulnerabilidad
A1	208.75	MEDIA A ALTA
A2	208.75	MEDIA A ALTA
A3	238.75	MEDIA A ALTA
A4	238.75	MEDIA A ALTA
A5-1	208.75	MEDIA A ALTA
A5-2	208.75	MEDIA A ALTA
A6	208.75	MEDIA A ALTA
A7	208.75	MEDIA A ALTA
A8	208.75	MEDIA A ALTA
B1	122.50	MEDIA A BAJA
B2	152.50	MEDIA A BAJA
B3	122.50	MEDIA A BAJA

4.2. Evaluación de la vulnerabilidad basado en las distorsiones según la norma E 0.30-2016

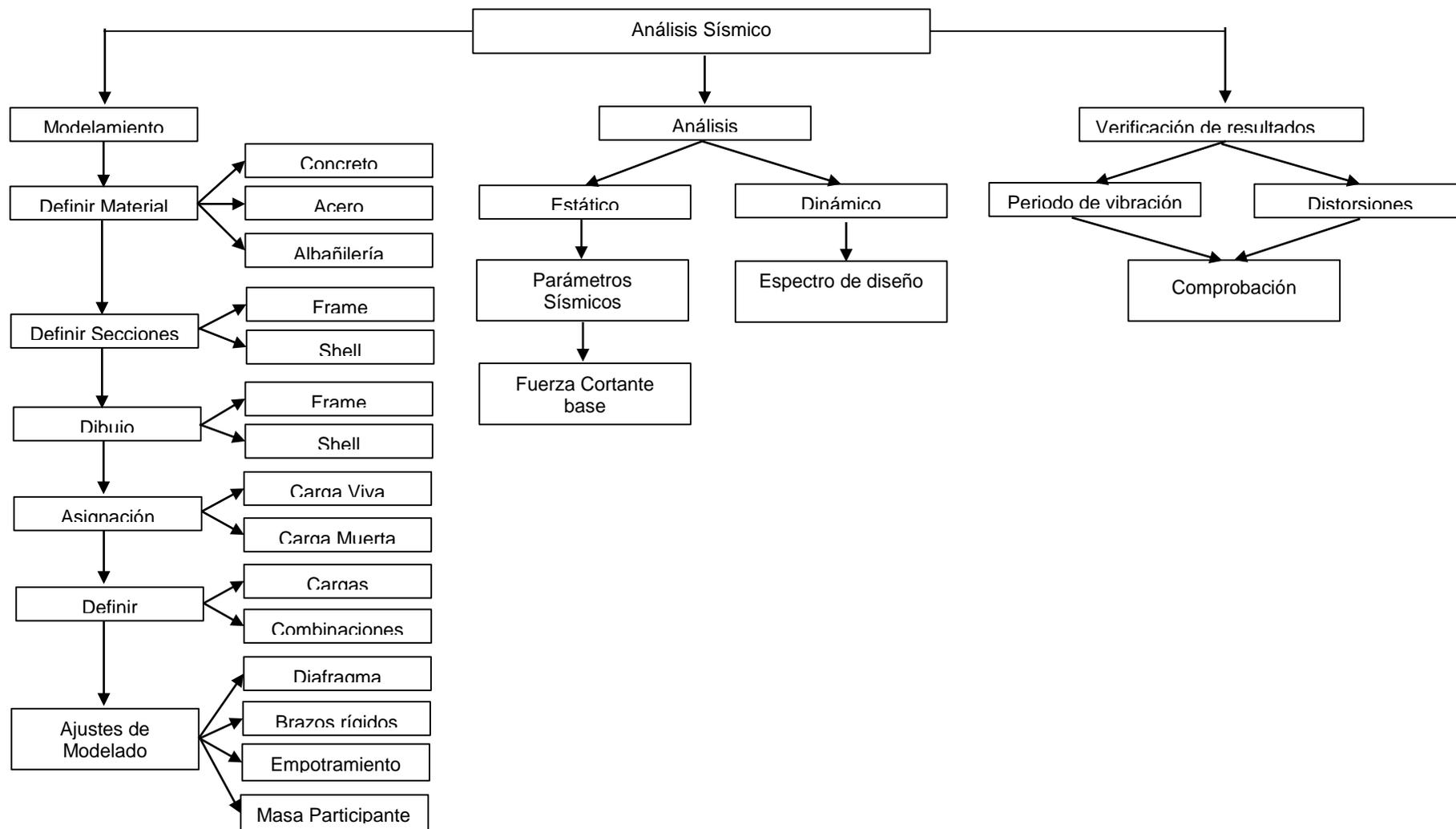
El método considerado en esta investigación es de origen italiano, y es conocido por su precisión, descripción y un alto grado de valoración al evaluar edificaciones en distintos países. Además, los investigadores consideran que los resultados obtenidos con este método, deberían de ser contrarrestados con la verificación de las derivadas de la edificación de fuerzas sísmicas calculadas con los parámetros que establece dicha norma E 0.30-2016.

Es importante aclarar que los cambios de la norma actual respecto a la norma que fue utilizada para diseñar los bloques de la Institución Educativa, radica en aspectos relacionados con los parámetros sísmicos por ejemplo la zonificación anterior dividía al Perú en 3 zonas sísmicas, estado Trujillo ubicado en la zona 3 ($Z= 0.35$), la norma E 0.30-2016, zonifica al país en 4 sectores, Trujillo está en el sector 4 ($Z=0.45$). Esa modificación aumenta el valor de constante basal (V), lo que podría asegurarnos que la deriva será mayor a las que limita la norma.

Este bloque considera un sistema estructural mixto, aporticado en el eje “X” y albañilería en el eje “Y”, las distorsiones límites son de 0.007 para el sistema aporticado y 0.005 para albañilería; debido a que los pórticos son más flexibles que la albañilería y esta no puede deformarse igual y terminar agrietándose, por tal razón el Ing. Ángel San Bartolomé, recomienda límites de distorsión en el eje aporticado de 0.005.

Complementamos los resultados de esta investigación con la verificación de las distorsiones de los 3 bloques usados para el análisis sísmico del programa Etabs 2016 versión académica. Este no es el método para determinar la vulnerabilidad sísmica, dado que los métodos cuantitativos aparte de verificar los desplazamientos laterales también aproxima el impacto económico. No obstante, nos da una base normativa para establecer comparaciones y conclusiones que refuerzan los resultados de un método cualitativo.

4.2.1. Esquema de proceso



4.2.2. Resumen de las características geométricas de los elementos y materiales

Tabla N°83. Características geométricas de los bloques B1, B2, B3

		Bloque B-1	Bloque B-2	Bloque B-3
Columna	1	0.30 x 0.50 m	0.30 x 0.50 m	0.30 x 0.50 m
	2	0.25 x 0.30 m	0.25 x 0.30 m	0.25 x 0.30 m
	3	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m
Viga	Eje "Y"	0.30 x 0.60 m	0.30 x 0.60 m	0.30 x 0.60 m
	Eje "X"	0.25 x 0.40 m	0.25 x 0.40 m	0.25 x 0.40 m
	Losa	36.25 x 7.25 m	36.25 x 7.25 m	36.30 x 7.00 m

Tabla N°84. Características geométricas de bloques A1 al A8

Bloque	Columna	Viga principal	Viga secundaria	Losa
A-1	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	24.55 x 8.35 m
A-2	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	24.55 x 8.35 m
A-3	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	24.56 x 8.35 m
A-4	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	24.56 x 8.35 m
A-5-1	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	24.53 x 8.35 m
A-5-2	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	24.53 x 8.35 m
A-6	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	23.99 x 8.35 m
A-7	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	23.99 x 10.10 m
A-8	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	0.25 x 0.25 m	32.80 x 8.35 m

La siguiente tabla, muestra la combinación de cargas

Tabla N°85. Combinación de cargas

Combinación 1	Carga muerta	1.4
	Carga viva	1.7
	Din YY	1
Combinación 2	Carga muerta	1.25
	Carga viva	1.25
	Din XX	1
Combinación 3	Carga muerta	1.25
	Carga viva	1.25
	Din XX	-1

Combinación 4	Carga muerta	1.5
	Carga viva	1.25
	Din YY	1
Combinación 5	Carga muerta	1.25
	Carga viva	1.25
	Din YY	-1
Combinación 6	Carga muerta	0.9
	Din XX	1
Combinación 7	Carga muerta	0.9
	Din XX	-1
Combinación 8	Carga muerta	0.9
	Din YY	1
Combinación 9	Carga muerta	0.9
	Din YY	-1
Envolvente Combinación 1 - Combinación 9 = 1		

4.2.3. Modelación en programa ETABS 2016 Versión Académica

La modelación estructural se realizará a 3 de los pabellones de la I.E Liceo Trujillo (Bloque I, II y III) haciendo uso del programa ETABS 2016 versión académica. Para dicha modelación se tendrá en cuenta las características de los materiales de la edificación obtenidos de algunos ensayos de campo y en base a las normas E.030, E.20 y E.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Tabla N°86. Características de los Materiales de Construcción

Material	Característica	Valor
Concreto	Resistencia a la Compresión Axial ($f'c$)	210 y 280 kg/cm ²
	Módulo de Elasticidad (E) para 210 kg/cm ²	217370.65 kg/cm ²
	Módulo de Elasticidad (E) para 280 kg/cm ²	250998.01 kg/cm ²
	Peso Específico (γ)	2.4 ton/m ³
	Módulo de Poisson (μ)	0.15
Albañilería	Resistencia a la Compresión Axial ($f'm$)	52 kg/cm ²
	Módulo de Elasticidad (E)	26000 kg/cm ²
	Peso Específico (γ)	1.8 ton/m ³
	Módulo de Poisson (μ)	0.25

Los elementos principales de la edificación se modelarán en base a los planos estructurales del centro educativo:

A. Modelación de los elementos en vigas y columnas:

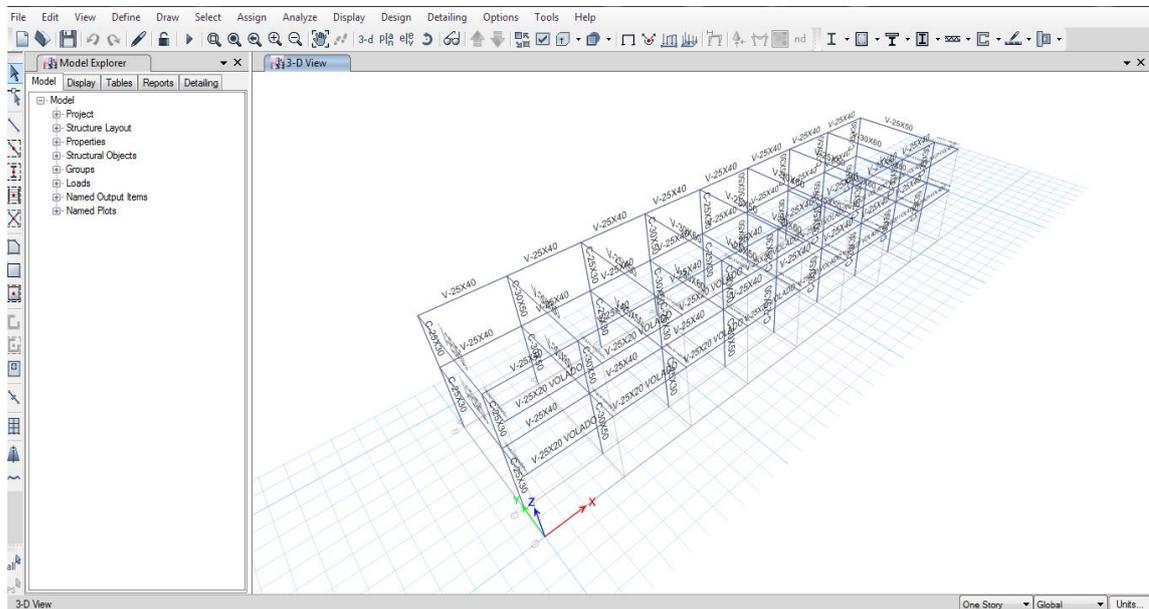


Figura N°35. Vigas y Columnas del Bloque I

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

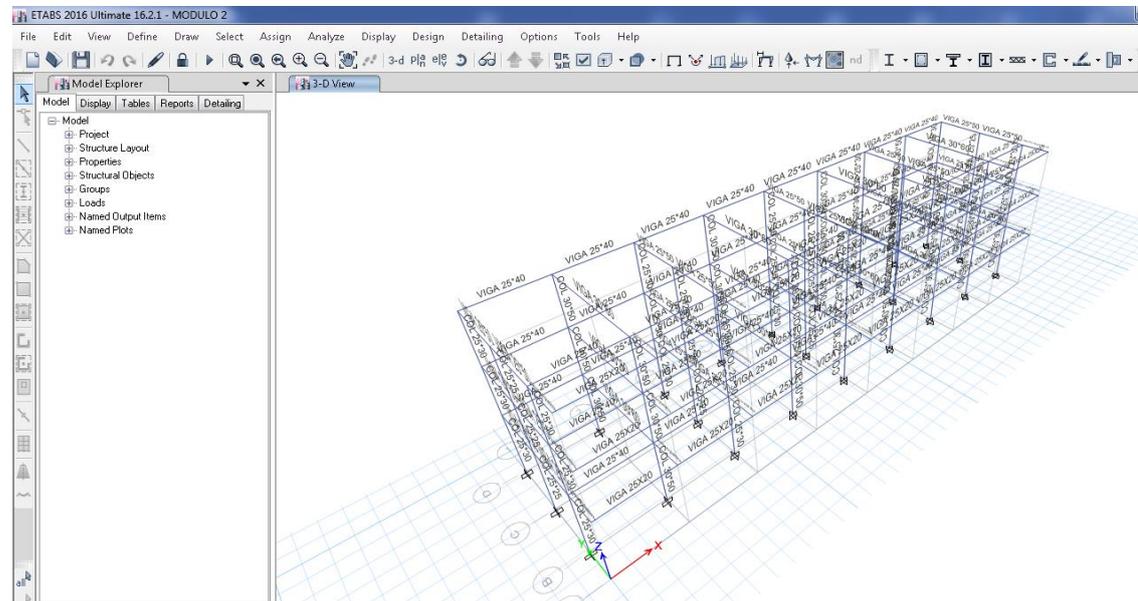


Figura N°36. Vigas y columnas del bloque II

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

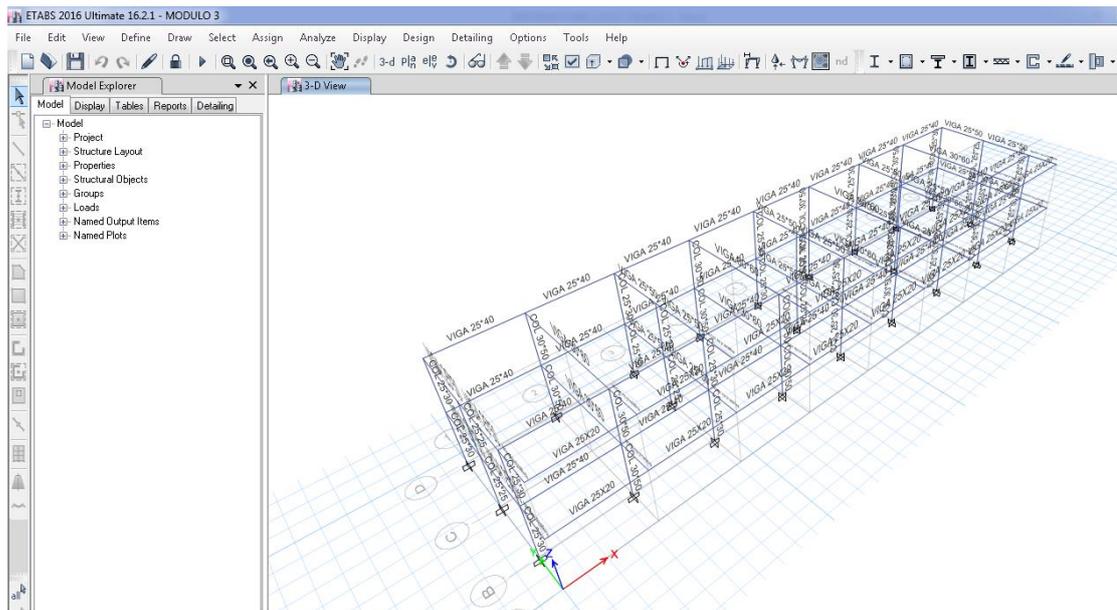


Figura N°37. Vigas y columnas del bloque III

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

B. Modelación de los elementos en muro y losas

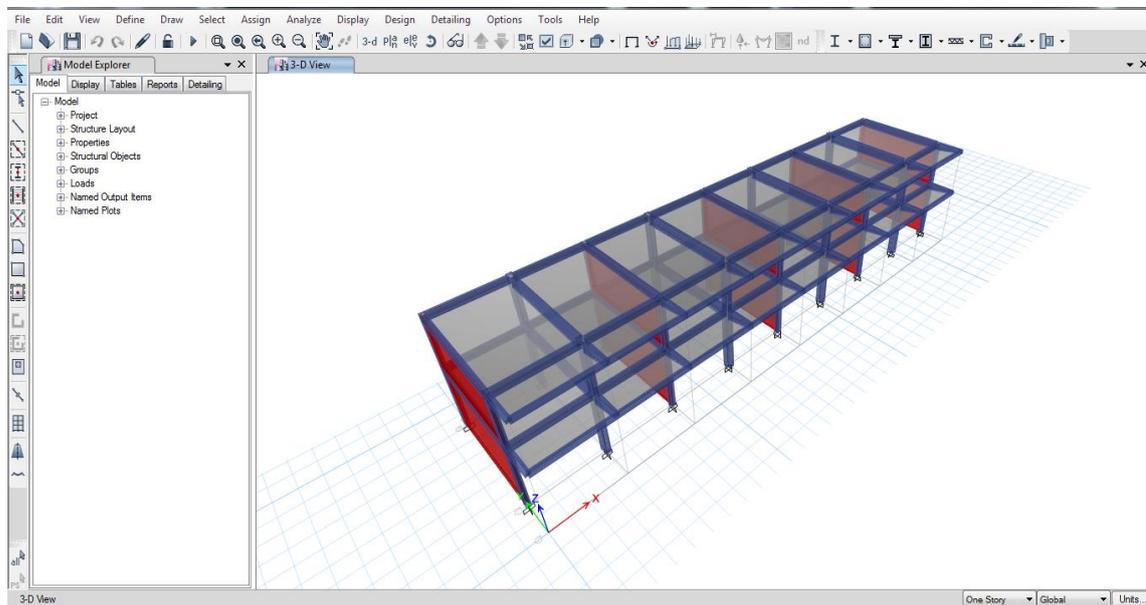


Figura N°38. Muros de Albañilería y Losa Aligerada del Bloque 1

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

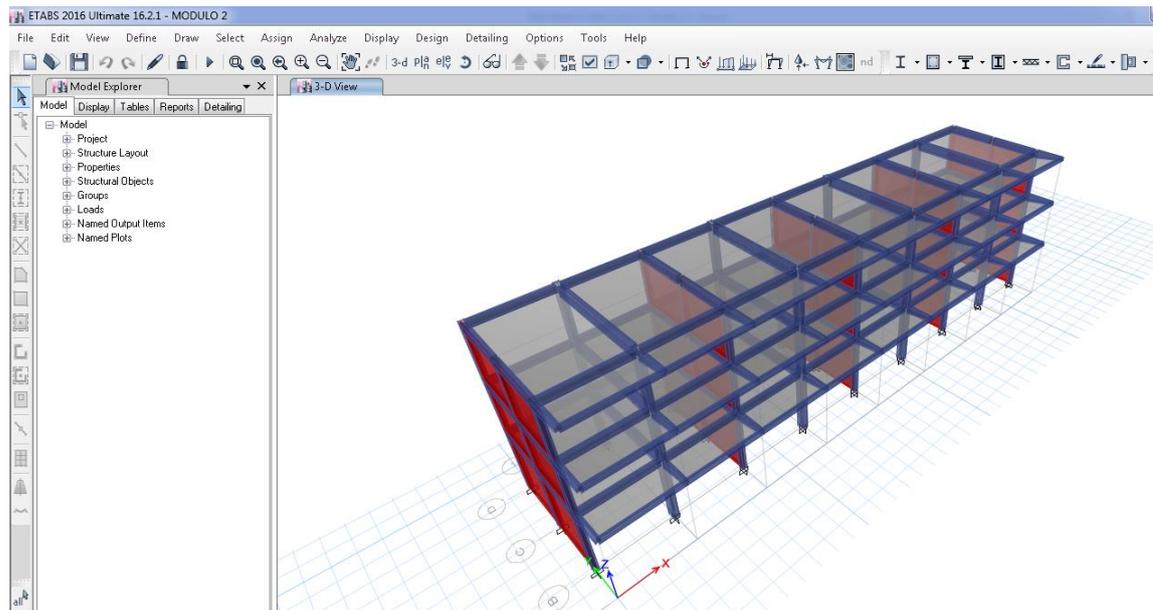


Figura N°39. Muros de Albañilería y Losa Aligerada del Bloque II

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

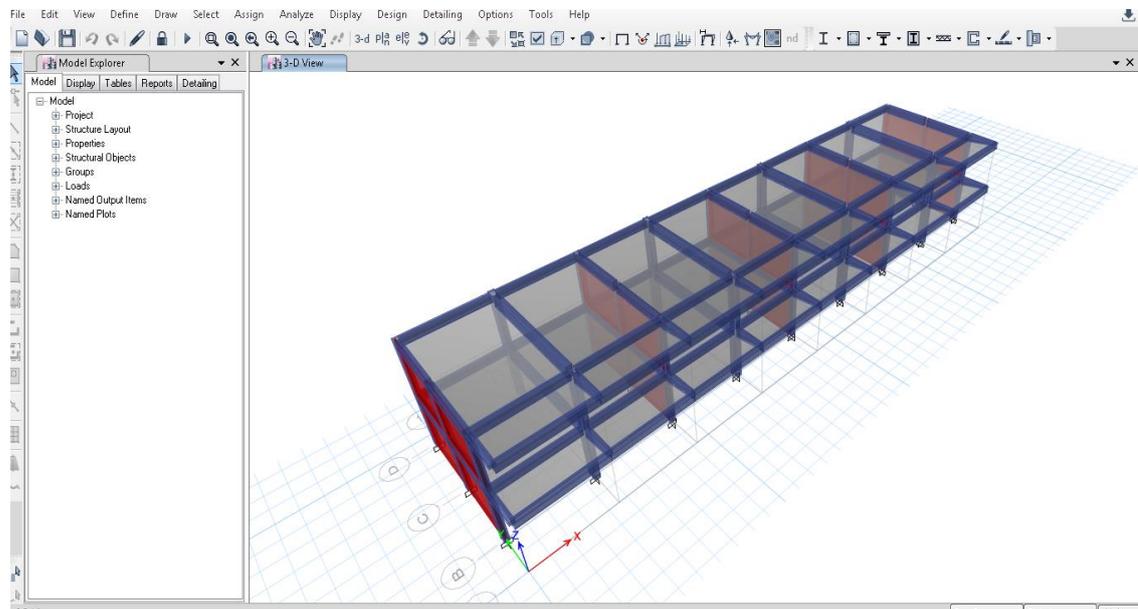


Figura N°40. Muros de Albañilería y Losa Aligerada del Bloque III

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

4.2.4. Análisis Sísmico

La verificación del comportamiento sísmico de los tres pabellones del centro educativo se realizará en base a la norma de sismorresistencia E.030. La estructura cuenta con dos sistemas estructurales. En el sentido más corto el sistema es de albañilería confinada, y en sentido más largo, el sistema es de pórticos. Así mismo, de acuerdo al estudio de suelo, se tiene un tipo S2, correspondiente a un suelo intermedio.

Además, para el análisis sísmico es necesario determinar parámetros como:

- **Zonificación:** El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en el mapa. 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 epicentro, así como en la información neotectónica.



Fuente: Norma E 0.30-2016

A cada zona se asigna un factor Z. 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. **(Norma E 0.30-2016)**

Factores de zona "Z"

Zona	z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

- **Parámetros de sitio (S, T_P y T_L):** Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_P y T_L dados en las Tablas N° 87 y N° 88.

Tabla N°87. Parámetros de sitio

	Factor de suelo "S"			
	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 N°88. Periodos (T_P y T_L)

	Periodos " T_P " y " T_L "			
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T_P (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Para determinar el tipo de suelo, existen valores típicos para clasificarlos, siendo estos los siguientes:

Perfil	Vs	N60	Su
S ₀	>1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	>50	>100 KPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 KPa a 100 KPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 KPa a 50 KPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

$$1 \frac{kg}{cm^2} = 97900 Pa$$

$$0.8 \frac{kg}{cm^2} = 0.8 \times 97900 \times \left(\frac{KPa}{1000 Pa}\right)$$

$$0.8 \frac{kg}{cm^2} = 78320 KPa$$

Los bloques analizados de le I.E Liceo Trujillo, reportaron los siguientes datos:

Tabla N°89. Parámetros Sísmicos –Bloque I, II y III

Factor de Zona	Z =	0.45	Zona 4
Factor de Importancia	U =	1.5	Edificaciones esencial
Factor de Suelo	S =	1.05	Suelo tipo S2
Período del Suelo	T _p =	0.6	
	T _L =	2.0	

Tabla N°90. Parámetros Sísmicos –Bloque I, II y III

Factor de Reducción en X-X	R _{0X} =	8 (Pórticos de concreto armado)
Irregularidad en altura	I _a x =	1
Irregularidad en planta	I _p x =	1
	R _x =	8

Tabla N°91. Parámetros Sísmicos –Bloque I, II y III

Factor de Reducción en Y-Y	R _{0Y} =	3 (Albañilería confinada)
Irregularidad en altura	I _a y =	1
Irregularidad en planta	I _p y =	1
	R _y =	3

El periodo de vibración se determinó de acuerdo a los resultados obtenidos en el programa ETABS 2016 versión académica, cuyos resultados fueron:

Tabla N°92. Modos de Vibración –Bloque I

Caso	Modo	Periodo	Ux	Uy	Uz	Rz
Modal	1	0.494	0.9767	0	0	0.0001
Modal	2	0.147	0.0233	0	0	0.0001
Modal	3	0.096	0	0.9492	0	2.14E-05
Modal	4	0.092	0	2.07E-05	0	0.9498
Modal	5	0.034	0	0.0508	0	1.42E-06
Modal	6	0.032	0	1.29E-06	0	0.0499

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°93. Modos de Vibración –Bloque II

Caso	Modo	Periodo	Ux	Uy	Uz	Rz
Modal	1	0.819	0.9338	0	0	3.83E-05
Modal	2	0.248	0.0593	0	0	0.0001
Modal	3	0.152	0	0.8932	0	1.83E-05
Modal	4	0.144	2.23E-06	1.80E-05	0	0.8936
Modal	5	0.132	0.0069	0	0	0.0003
Modal	6	0.05	0	0.1009	0	2.03E-06
Modal	7	0.048	0	1.90E-06	0	0.1005
Modal	8	0.03	0	0.0058	0	0
Modal	9	0.029	0	0	0	0.0055

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°94. Modos de Vibración –Bloque III

Caso	Modo	Periodo	Ux	Uy	Uz	Rz
Modal	1	0.407	0.9028	0	0	0.0002
Modal	2	0.13	0.0972	0	0	4.90E-05
Modal	3	0.085	0	0.9275	0	1.07E-05
Modal	4	0.08	2.59E-06	1.04E-05	0	0.9299
Modal	5	0.032	0	0.0724	0	9.98E-07
Modal	6	0.031	1.11E-06	9.87E-07	0	0.0699

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Para la determinación del factor de amplificación sísmica, se realizó en base a los resultados de los periodos obtenidos en ambas direcciones y siguiendo las siguientes fórmulas, según el decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-vivienda, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-vivienda. En el punto 2.5. Factor de Amplificación.

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

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

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

4.2.5. Fuerza cortante en la base

Para determinar la fuerza cortante en la base de la edificación, se realizará en base a la siguiente fórmula, según el decreto supremo que modifica la norma técnica e.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional De Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-vivienda, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-vivienda. En el punto 4.5.2

Fuerza Cortante de la base. $V = \frac{ZUCS}{R} P$; Donde $C/R \geq 0.125$

Periodo fundamental de vibración (Art. 4.5.4. E 0.30-2016)

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

Bloque I

$T_x=0.494 < T_p=0.6$, por lo tanto, $C_x=2.50$

$T_y=0.096 < T_p=0.6$, por lo tanto, $C_y=2.50$

$$\begin{aligned} \mathbf{C_x} &= & 2.50 \\ \mathbf{C_y} &= & 2.50 \end{aligned}$$

Bloque II

$T_x=0.816 > T_p=0.6$, por lo tanto, $C_x=1.83$

$T_y=0.152 < T_p=0.6$, por lo tanto, $C_y=2.50$

$$\begin{aligned} \mathbf{C_x} &= & 1.83 \\ \mathbf{C_y} &= & 2.50 \end{aligned}$$

Bloque III

$T_x=0.407 < T_p=0.6$, por lo tanto, $C_x=2.50$

$T_y=0.085 < T_p=0.6$, por lo tanto, $C_y=2.50$

$$\begin{aligned} \mathbf{C_x} &= & 2.50 \\ \mathbf{C_y} &= & 2.50 \end{aligned}$$

A. Fuerza Cortante en la Base

Para determinar la fuerza cortante en la base de la edificación, se realizará en base a la siguiente expresión: $V = \frac{ZUCS}{R} P$

Donde $C/R \geq 0.125$

Bloque I

$C_x/R = 2.5/8 = 0.31 \geq 0.125$... Cumple

$C_y/R = 2.5/3 = 0.83 \geq 0.125$... Cumple

Bloque II

$C_x/R = 1.83/8 = 0.229 \geq 0.125$... Cumple

$C_y/R = 2.5/3 = 0.83 \geq 0.125$... Cumple

Bloque III

$C_x/R = 2.5/8 = 0.31 \geq 0.125$... Cumple

$C_y/R = 2.5/3 = 0.83 \geq 0.125$... Cumple

Peso de la Edificación:

El peso de la estructura se determinó con el programa ETABS 2016 Ultimate 16.2.0, cuyos resultados fueron:

Tabla N°95. Masa de la Edificación–Bloque I

Piso	Diafragma	Masa X t-s ² /m	Masa Y t-s ² /m
Story2	D2	6.97905	6.97905
Story1	D1	9.93189	9.93189

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Peso de la Estructura= (6.97905+9.9189)*9.81=165.90

Tabla N°96. Masa de la Edificación–Bloque II

Piso	Diafragma	Masa X t-s ² /m	Masa Y t-s ² /m
Story3	D3	6.9444	6.9444
Story2	D2	9.30545	9.30545
Story1	D1	10.06932	10.06932

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Peso de la Estructura= (6.9444+9.30545+10.06932)*9.81=258.19

Tabla N°97. Masa de la Edificación–Bloque III

Piso	Diafragma	Masa X t-s ² /m	Masa Y t-s ² /m
Story2	D2	7.21438	7.21438
Story1	D1	9.47126	9.47126

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Peso de la Estructura= (7.21438+9.47126)*9.81=163.69

Fuerza Cortante en la Base:

Tabla N°98. Fuerza Cortante de la Base – Bloque I

	X	Y
ZUCS/R	0.2215	0.5906
Cortante Basal Estatica	36.74	97.97

Tabla N°99. Fuerza Cortante de la Base – Bloque II

	X	Y
ZUCS/R	0.2215	0.5906
Cortante Basal Estatica	57.19	152.49

Tabla N°100. Fuerza Cortante de la Base – Bloque III

	X	Y
ZUCS/R	0.2215	0.5906
Cortante Basal Estatica	36.25	90.02

B. Espectro de Diseño:

La aceleración espectral para cada dirección de análisis está definida por la siguiente expresión:

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

Tabla N°101. Aceleración Espectral del Bloque I, II y III

T	C	1.15	1.30	2.35	0.54
0.00	2.50	1.20	1.25	2.40	0.52
0.05	2.50	1.25	1.20	2.45	0.50
0.10	2.50	1.30	1.15	2.50	0.48
0.15	2.50	1.35	1.11	2.55	0.46
0.20	2.50	1.40	1.07	2.60	0.44
0.25	2.50	1.45	1.03	2.65	0.43
0.30	2.50	1.50	1.00	2.70	0.41
0.35	2.50	1.55	0.97	2.75	0.40
0.40	2.50	1.60	0.94	2.80	0.38
0.45	2.50	1.65	0.91	2.85	0.37
0.50	2.50	1.70	0.88	2.90	0.36
0.55	2.50	1.75	0.86	2.95	0.34
0.60	2.50	1.80	0.83	3.00	0.33
0.65	2.31	1.85	0.81		
0.70	2.14	1.90	0.79		
0.75	2.00	1.95	0.77		
0.80	1.88	2.00	0.75		
0.85	1.76	2.05	0.71		
0.90	1.67	2.10	0.68		
0.95	1.58	2.15	0.65		
1.00	1.50	2.20	0.62		
1.05	1.43	2.25	0.59		
1.10	1.36	2.30	0.57		

Tabla N°102. Factores de escala bloque I,II y III

Factores de Escala	
Espectro Dir X-X	0.869
Espectro Dir Y-Y	2.318

Espectro de Diseño:

La norma E.030 indica que, para cada una de las direcciones horizontales de análisis, se utilizará un espectro inelástico de pseudo aceleraciones.

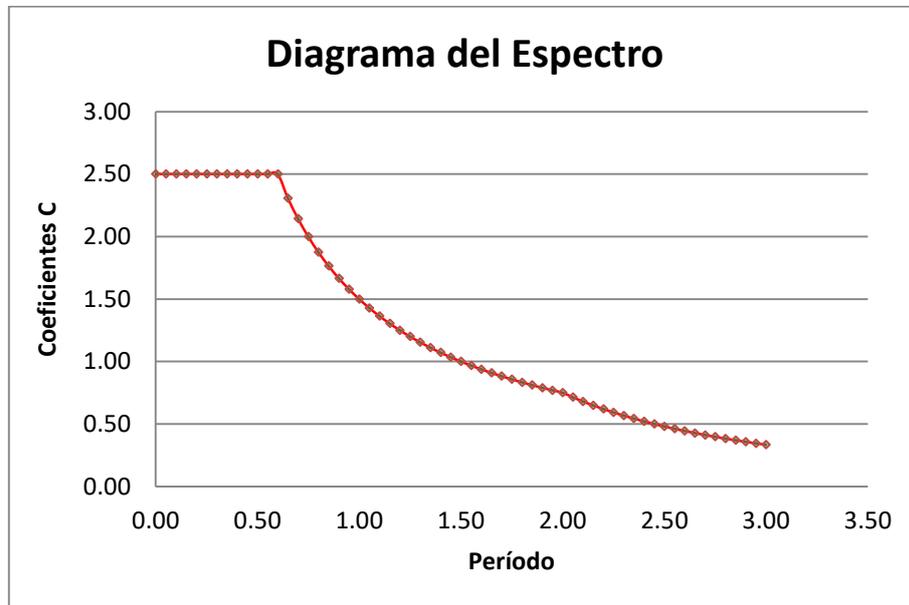


Figura N°41. Respuesta Espectral – Dirección X, Bloque I,II yIII

Distorsión de Entrepiso

La verificación de la distorsión de entrepiso (DERIVA) se realizará para cada dirección de análisis.

Tabla N°103. Distorsión de Entrepiso –Bloque I – Dirección X

Sismo X $R_x = 8.00$

Piso	Diafragma	Carga	UX	Desp. Rel.	Desp. Abs.	H entrep.	Deriva	Observación
Piso 2	D2	DINXX	0.015513	0.0041	0.0247	3.4	0.00725	No Cumple
Piso 1	D1	DINXX	0.011404	0.011404	0.0684	4.5	0.01521	No Cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°104. Distorsión de Entrepiso –Bloque I – Dirección Y

Sismo Y $R_y = 3.00$

Piso	Diafragma	Carga	UY	Desp. Rel.	Desp. Abs.	H entrep.	Deriva	Observación
Piso 2	D2	DINYY	0.001653	0.0006	0.0014	3.4	0.00040	Cumple
Piso 1	D1	DINYY	0.001045	0.001045	0.0024	4.5	0.00052	Cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°105. Distorsión de Entrepiso –Bloque II – Dirección X

Sismo X Rx = 8.00

Piso	Diafragma	Carga	UX	Desp. Rel.	Desp. Abs.	H entrep.	Deriva	Observación
Piso 3	D3	DINXX	0.03356	0.0056	0.0339	3.4	0.00997	No Cumple
Piso 2	D2	DINXX	0.027913	0.010666	0.0640	3.4	0.01882	No Cumple
Piso 1	D1	DINXX	0.017247	0.017247	0.1035	4.5	0.02300	No Cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°106. Distorsión de Entrepiso –Bloque II – Dirección Y

Sismo Y Ry = 3.00

Piso	Diafragma	Carga	UY	Desp. Rel.	Desp. Abs.	H entrep.	Deriva	Observación
Piso 3	D3	DINYY	0.004417	0.0011	0.0025	3.4	0.00075	Cumple
Piso 2	D2	DINYY	0.003289	0.001464	0.0033	3.4	0.00097	Cumple
Piso 1	D1	DINYY	0.001825	0.001825	0.0041	4.5	0.00091	Cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°107. Distorsión de Entrepiso –Bloque III – Dirección X

Sismo X Rx = 8.00

Piso	Diafragma	Carga	UX	Desp. Rel.	Desp. Abs.	H entrep.	Deriva	Observación
Piso 2	D2	DINXX	0.011306	0.0054	0.0326	3.4	0.00958	No Cumple
Piso 1	D1	DINXX	0.005875	0.005875	0.0353	4.5	0.00783	No Cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°108. Distorsión de Entrepiso –Bloque III – Dirección Y

Sismo Y Ry = 3.00

Piso	Diafragma	Carga	UY	Desp. Rel.	Desp. Abs.	H entrep.	Deriva	Observación
Piso 2	D2	DINYY	0.001293	0.0006	0.0012	3.4	0.00036	Cumple
Piso 1	D1	DINYY	0.000742	0.000742	0.0017	4.5	0.00037	Cumple

Verificación de la fuerza cortante

Otra de las verificaciones realizadas de acuerdo a la norma E.030, es la relación de la fuerza cortante mínima en la base del análisis estático y dinámico. La norma sismorresistente indica un valor mínimo de 80% para estructuras regulares

Tabla N°109. Relación de Cortantes Bloque I

	Periodo	C	Vest	Vdin	80% Vest	Condición
Sxx	0.494	2.5	36.7414	35.8966	29.39312	cumple
Syy	0.096	2.5	97.97707	93.1879	78.38165	cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°110. Relación de Cortantes Bloque II

	Periodo	C	Vest	Vdin	80% Vest	Condición
Sxx	0.819	1.83	57.18529	39.3209	45.74823	No cumple
Syy	0.152	2.5	152.4941	137.2098	121.9953	cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

Tabla N°111. Relación de Cortantes Bloque III

	Periodo	C	Vest	Vdin	80% Vest	Condición
Sxx	0.407	2.5	36.25	32.9356	29.00314	cumple
Syy	0.085	2.5	96.67712	90.0216	77.3417	cumple

Fuente: ETABS 2016 V. Académica

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

La institución educativa Liceo Trujillo, cuenta con 79 años de creación, en donde solo cuenta con módulos asignado a la enseñanza, administración, biblioteca y otros servicios académicos; atendiendo a una población estudiantil de 2879 alumnos, entre primaria y secundaria; con una tendencia positiva de crecimiento, afectando a la capacidad máxima que puede albergar. En sus estructuras cuenta con doce bloques, siendo solo nueve de un piso, dos de dos pisos y una de tres pisos respectivamente, tienen una cobertura liviana y más de 30 años de construcción, cuanta también con tres bloques los cuales son edificaciones de aproximadamente 15 años y con una posible ampliación en su altura.

De los resultados obtenidos mediante el método de Índice de Vulnerabilidad, los módulos con mayor antigüedad en construcción (A1, A2, A3, A4, A5-1, A5-2, A6, A7 y A8) tiene una vulnerabilidad MEDIA – ALTA; siendo esta condición vulnerable, hace que analicemos la propuesta de mejora estructural.

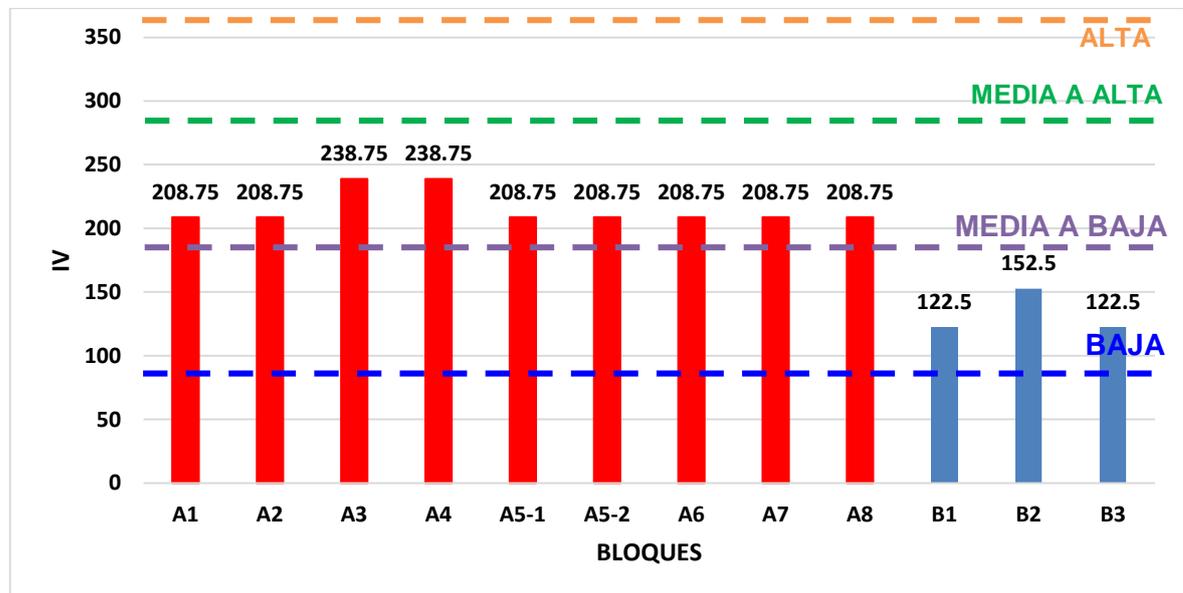


Figura N°42 Resultados de evaluación sísmica mediante el método del Índice de Vulnerabilidad

Los bloques con menos antigüedad (relativamente modernos), según el método de Índice de Vulnerabilidad, tenemos una vulnerabilidad MEDIA – BAJA, siendo lo ideal que estas estructuras tengan baja o nula vulnerabilidad.

Para los resultados muestran aspectos relacionados con la calidad en la construcción, es decir, una evidente falta de dirección y supervisión técnica por errores que tienen que ver con el incumplimiento al Reglamento Nacional de Edificaciones. Los investigadores postulan lo siguiente: Pese a que el diseño puede cumplir con todos los requisitos y exigencias establecidas por la norma, es la construcción quien establece el desempeño sísmico final de la estructura.

Cuando se ha mencionado los módulos antiguos, en su condición de vulnerabilidad MEDIA – ALTA, no merecen ningún tipo de reforzamiento o reparación, constante mantenimiento en estos representa un gasto innecesario del estado. Pese a ello, representan un peligro potencial para decenas de niños y adolescentes que ocupan tales aulas y que ante fuerzas sísmicas el eminente colapso no les da el tiempo de evacuar ordenadamente dichas instalaciones hacia las zonas señaladas. INDECI debe tener presencia en este colegio y alertar sobre dichos riesgos.

	Vulnerabilidad	Valor mínimo	Valor máximo
	Baja	0	95.83
	Media a Baja	95.63	191.3
	Media a Alta	191.3	286.3
	Alta	286.3	382.5

DISTORSIÓN DE ENTREPISO

El otro método aplicado en esta evaluación, es el análisis sísmico realizado a tres pabellones del centro educativo (BLOQUE 1, 2 y 3), haciendo uso del programa ETABS y en base a la norma peruana de sismorresistencia E.030. Los resultados del control de distorsión de entrepiso se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla N°112. Resultados de distorsión de entrepiso del bloque B1, B2 y B3

BLOQUE	PISO	DIRECCIÓN	DISTORSIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
B1	2	X-X	0.00725	<0.005	No cumple
	1	X-X	0.01521	<0.005	No cumple
	2	Y-Y	0.00040	<0.005	Cumple
	1	Y-Y	0.00052	<0.005	Cumple
B2	3	X-X	0.00997	<0.005	No cumple
	2	X-X	0.01882	<0.005	No cumple
	1	X-X	0.02300	<0.005	No Cumple
	3	Y-Y	0.00075	<0.005	Cumple
	2	Y-Y	0.00097	<0.005	Cumple
	1	Y-Y	0.00091	<0.005	Cumple
B3	2	X-X	0.00958	<0.005	No cumple
	1	X-X	0.00783	<0.005	No cumple
	2	Y-Y	0.00036	<0.005	Cumple
	1	Y-Y	0.00037	<0.005	Cumple

Las distorsiones de entrepiso obtenidas en el análisis sísmico, indican que los valores en la dirección X-X de los tres bloques en todos sus niveles no cumplen con el límite máximo permisible (para sistemas aporticados 0.007), lo que significa que dicha dirección puede presentar problemas de rigidez durante la ocurrencia de un evento sísmico. Sin embargo, la otra dirección de análisis Y-Y (Sistema de Albañilería Confinada) si cumplen con el valor máximo indicado en la norma de sismorresistencia de 0.005. Por tal razón, se puede inferir la necesidad y urgencia de reforzamiento en la dirección más corta X-X.

MODOS DE VIBRACIÓN

Tabla N°113. Resultados de modos de vibración del bloque B1, B2 y B3

BLOQUE	MODOS	DIRECCIÓN	PERIODO
B1	1	TRASLACIÓN X-X	0.494
	3	TRASLACIÓN Y-Y	0.096
	4	ROTACIÓN Z-Z	0.092
B2	1	TRASLACIÓN X-X	0.819
	3	TRASLACIÓN Y-Y	0.152
	4	ROTACIÓN Z-Z	0.144
B3	1	TRASLACIÓN X-X	0.407
	3	TRASLACIÓN Y-Y	0.085
	4	ROTACIÓN Z-Z	0.08

Los periodos obtenidos no corresponden por norma a los modos de vibración, presentándose una alteración en el orden de dichos modos con relación a sus grados de libertad, pues la traslación en la dirección “Y” se presentó en el modo 3, (la norma te indica que debería presentarse en el modo 2) y la rotación se presentó en el modo 4 (la norma indica que debería presentarse en el modo 3).

Así mismo se puede observar de los resultados obtenidos del análisis, que el periodo de vibración obtenido en los tres bloques es elevado, pues aproximadamente el periodo de una estructura es 0.1s por cada piso, concluyendo que en los tres bloques se obtuvo en doble de los periodos esperados según el criterio indicado.

Por lo tanto y en concordancia con los resultados obtenidos en las distorsiones de entrepiso, se puede concluir que se necesita hacer un reforzamiento en la dirección X-X de los tres bloques, con la finalidad de mejorar su rigidez, de tal forma que su comportamiento durante un evento sísmico sea el indicado por la norma sismorresistente E.030.

RELACIÓN DE CORTANTES:

De acuerdo a los resultados, se observa que en el bloque II en la dirección X, la relación de cortantes de los análisis estático y dinámico no cumple con el mínimo indicado por la norma E.030. Se recomienda utilizar el factor de amplificación para futuros reforzamiento.

PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

Los problemas y deficiencias estructurales y no estructurales, identificados en la presente investigación mediante la metodología descrita, muestran la necesidad del planteamiento de una propuesta para reforzar y dar solución a los principales problemas detectados. A continuación, se sugiera las siguientes propuestas:

1. Reparación de muros de albañilería usando mortero

Para reparar muros de albañilería con fisuras o grietas importantes se debe profundizar unos dos centímetros dichas grietas en ambas caras del muro, para posteriormente limpiarlas, humedecerlas y taponearlas manualmente con mortero, pero es as eficiente el uso de Sikaflex-11 FC Plus, es un sellante elástico de juntas y adhesivo multiuso a base de poliuretano, de un sólo componente que cura con la humedad del ambiente.

2. Reparación de columnas usando resina epóxica y concreto simple

Para el caso de columnas que presenten fisuras o desprendimiento de concreto, remover el concreto triturado, para posteriormente limpiar la zona y usar el aditivo Sikadur-52, el cual es específicamente para inyectarlo en grietas de concreto, además está hecho a base de resina epoxica modificada, exento de solventes y de excelente fluidez.



Figura N°43. Estado final de reparación

Fuente: Reparación y reforzamiento de muros de albañilería – San Bartolomé

3. Reforzamiento con fibra de carbono

El refuerzo estructural con fibra de carbono en albañilerías, contribuye al incremento de la resistencia de muros de albañilería o mampostería (ladrillos). La aplicación de la fibra de carbono en estos muros incrementa la vida útil de la estructura minimizando en gran medida las grietas o fisuras que pueden aparecer. Para poder aplicar las fibras de carbono en muros, se debe recortar el rollo de acuerdo a las medidas del muro, para luego aislar las zonas a reforzar del muro con esmeril, las cuales posteriormente se delinearán con ocre donde van las bandas. Adicionalmente se hace uso de imprimantes y resina con la finalidad de aplicar adecuadamente la fibra de carbono



Figura N°44. Reparación de muro

Fuente: Reparación y reforzamiento de muros de albañilería – San Bartolomé

4. Refuerzo de muros de albañilería con vigas de amarre

Como los ambientes a reforzar de la I.E. Liceo Trujillo son de un solo nivel, se puede observar que algunos muros de albañilería carecen de vigas de amarre que confine la parte superior de dicho muro. Por lo cual se propone la colocación de vigas de amarre de espesor igual al del muro, buscando proporcionar mayor rigidez al muro y mejor comportamiento durante un evento sísmico.

5. Ensanchar columnas en zonas de ventanas altas

Una de las causas más comunes de daños catastróficos en edificaciones ante acciones sísmicas es el “Efecto de Columna Corta”. Se presenta cuando se restringe parcialmente el desplazamiento lateral de la columna, generalmente mediante paredes de mampostería con ventanas, lo cual concentra en la porción libre tensiones cortantes sustancialmente más altas que las correspondientes la misma columna si estuviese libre en toda su altura. El efecto de columna corta es nocivo, no sólo ante solicitaciones de origen sísmico, sino ante cualquier acción que implique desplazamiento horizontal relativo entre la base y el tope de la columna, tal como en el caso de dilataciones térmicas o movimiento de fundaciones. Una propuesta de reforzamiento para reducir los efectos de este problema hecha por el ingeniero San Bartolomé es ensanchar la parte de la columna corta, reduciendo la longitud de la ventana, adicionándole acero en la sección incrementada, y cuyos ensayos han mostrado buenos comportamientos durante un sismo.



Figura N°45. Columnas cortas con ensanche

Fuente: Reparación y reforzamiento de construcciones de Albañilería- Ing. San Bartolomé

6. Refuerzo de la ductilidad de las columnas

Para mejorar el comportamiento sísmico de la estructura, se puede proporcionar ductilidad a las columnas en la dirección más desfavorable, añadiendo una malla de alambre soldados adyacentes a la columna existente, Aumentar la sección de la columna existente a través de la adición de estribos soldados adyacentes a la columna, buscando incrementar su propiedad de ductilidad durante la ocurrencia de un sismo.



Figura N°46. Estado final de reparación

Fuente: Reparación y reforzamiento de construcciones de Albañilería- Ing. San Bartolomé

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

- Se determinó la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la I.E. Liceo Trujillo, mediante el método de índice de vulnerabilidad, con el cual se obtuvo un 75% de los pabellones antiguos (A1, A2, A3, A4, A5-1, A5-2, A6, A7 y A8) y una vulnerabilidad sísmica media alta; un 25% para los pabellones modernos (B1, B2 y B3) con una vulnerabilidad media – baja.
- Se definió el suelo como clase S2, con la ayuda de los estudios de mecánica de suelos, tales como: análisis granulométrico, porcentaje de humedad y límites de Atterberg.
- Se determinó la resistencia axial aproximada, del concreto mediante el ensayo de Esclerometría, reportando un valor de 202.21 kg / cm².
- Se evaluó el estado actual de la infraestructura de la I.E Liceo Trujillo, donde el 100% de los pabellones evaluados es deficiente con respecto a los parámetros de la configuración en planta, tipos de cubierta, elementos no estructurales y al compararlo con los parámetros del método del Benedetti & Petrini, se determinó el estado estructural con una vulnerabilidad: media - alta y media – baja.
- Se validó el método del índice de vulnerabilidad, con ayuda del programa Etabs, con el cual se determinó la distorsión de entre piso, reportando que no se cumplió con el máximo permitido en la dirección “x”.
- Se propone un reforzamiento estructural en la dirección “x”, incorporando muros de corte de albañilería o ensanchando la sección de las columnas existentes, proporcionando de esta manera rigidez en dicha dirección.

CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el reforzamiento para las columnas en estado crítico, ptienen problemas de humedad y esto representa un debilitamiento de la estructura, siendo un peligro para los estudiantes y la plana docente.
- Las autoridades asignadas deberían de inspeccionar las construcciones de las instituciones educativas, para garantizar su estado de vulnerabilidad y no tener problemas futuros ante sucesos sísmicos.
- Se recomienda desarrollar simulacros durante el ciclo escolar como una estrategia de prevención y preparación ante un sismo real.
- Realizar estudios complementarios sobre el índice de daño de la edificación.
- Se recomienda a las autoridades competentes a tomar las medidas oportunas necesarias para mejorar las condiciones estructurales y no estructurales actuales del centro educativo.
- Se recomienda realizar un ensayo de diamantina para valores más exactos de resistencia y determinar el grado de deterioro presente en las estructuras.
- Se recomienda al responsable de la institución educativa, de la vulnerabilidad y al jurado para emitir un documento oficial a la institución, en donde se alerte sobre estos resultados y promover la gestión hacia los centros educativos, para que correspondan a la atención necesaria sobre los daños causados y posibles futuros daños.
- Renovar el techo de las aulas con paneles metálicos, con la finalidad de brindar una mayor seguridad a dichos ambientes para posibles daños a estudiantes y la plana docente.
- Colocar láminas de seguridad o láminas adhesivas a los vidrios de las ventanas en las aulas, como medida preventiva para proteger a los que conviven dentro la

institución educativa en caso de ruptura de dichas ventanas, minimizando en gran medida los daños.

- Se recomienda el uso de equipos modernos como el ultrasonido para contabilizar las grietas existentes, ya sea de tipo longitudinal o transversal; determinando de manera más exacta el grado de daño en las distintas estructuras, investigación que puede ser para una nueva tesis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álzate, A. (2016). "Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del sector educación del grupo III en el municipio de Dosquebradas, Risaralda". Universidad libre seccional pereira facultad de ingeniería ingeniería civil.

Barbat, A. H., Mena, U. y Yépez, F. (1998). "Evaluación probabilista del riesgo sísmico en zonas urbanas". Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería.

Benedetti, D. y Petrini, V. (1984). "SULLA VULNERABILITÀ SÍSMICA DI EDIFICI IN MURATURA: PROPOSTE DI UN MÉTODO DI VALUTAZIONE", L'industria delle Costruzioni, 149, 66-78.

Braga, F., Dolce, M., Fabrizi, C., y Liberatore, D. (1986). "EVALUATION OF CONVENTIONALLY DEFINED VULNERABILITY OF BUILDINGS BASE DON SURVEYED DAMAGE DATA". Proceeding of the Eighth European Conference on Earthquake Engineering. Lisbon.

Cardona, O. y Yamín, L. (2006). "COMPONENTE I, INFORMACIÓN SOBRE EL RIESGO DE DESASTRE A TRAVÉS DEL ESTUDIOS DE CASOS PILOTO, OPERACIÓN ATN/JF-7906-RG- ESTUDIO NACIONAL DE COLOMBIA". Programa de Información e Indicaciones de Gestión de Riesgos BID-CEPAL-IDEA.

Cederi, L. (2005). "ESCENARIOS DE RIESGO Y PÉRDIDAS POR TERREMOTO PARA BOGOTÁ D.C. INFORME PREPARADO PARA LA DPAE, BOGOTÁ".

Duque, G. (2002) "MECÁNICA DE LOS SUELOS" Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

Douglas. J. (2007) "PHYSICAL VULNERABILITY MODELLING IN NATURAL HAZARD RISK ASSESSMENT". Natural Hazards and Earth System Sciences.

Jiménez, D. Y. (2005). "EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES DE UNO DOS PISOS ANTE DESPLAZAMIENTOS INDUCIDOS POR SISMO EN

SUELOS VOLCÁNICOS DEL EJE CAFETERO”. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad nacional de Colombia. Bogotá.

Hendry, W. A. (1990). “STRUCTURAL MASONRY, MACMILLAN EDUCATION LTD”. Londres.

Hirosawa, M. (1992) “RETROFITTING AND RESTORATION OF BUILDINGS IN JAPAN” IISEE Lecture Note of Seminar Course, Tsukuba, Japan.

Karian, Z., y Dudewicz, E. (1991). “MODERN STATISTICAL SYSTEMS AND GPSS SIMULATION, COMPUTED SCIENCE PRESS, NEW YORK”.

Palomino, J., Arana, V. y Santa Cruz, C. (2016). “PRIORIZACIÓN DEL REFORZAMIENTO DE COLEGIOS PÚBLICOS DE LIMA PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO SÍSMICO”. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Paredes, J. (2015). “NIVEL DE RIESGO EN LA I.E. SAN MARCOS PROVINCIA SAN MARCOS” Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Peralta, H. (2002). “ESCENARIOS DE VULNERABILIDAD Y DE DAÑO SÍSMICO DE LAS EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA DE UNO Y DOS PISOS EN EL BARRIO SAN ANTONIO, CALI, COLOMBIA”. Proyecto de Grado. Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería.

Quesada, K. (2013). “ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL COLEGIO DE SAN LUIS GONZAGA”. Proyecto de Graduación (Licenciatura en Ingeniería en Construcción) Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en Construcción.

Quiroz, E. (2017). “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA EDIFICACIÓN ESCOLAR TÍPICA MÓDULO 780 PRE NDSR-1997 MEDIANTE MODELOS NO LINEALES”. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Rodríguez, C., Jiménez, D. (2009). “VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE DESLIZAMIENTOS”. V Encuentro de Ingenieros de Suelos y Estructuras. Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá.

Safina, S. (2002). “VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESENCIALES. ANÁLISIS DE SU CONTRIBUCIÓN AL RIESGO SÍSMICO”. Universidad Politécnica de Cataluña Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Tesis Doctoral.

Villegas, O. (2014). “ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD Y RIESGO DE LAS EDIFICACIONES EN EL SECTOR MORRO SOLAR BAJO, CIUDAD DE JAÉN • CAJAMARCA”. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Perú.

Yépez, F., Barbat, A. H. y cannas, J. A. (1996). “EVALUACIÓN PROBABILISTA DE LA VULNERABILIDAD Y TIESGO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO POR MEDIO DE SIMULACIÓN”. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, CIMNE, Barcelona.

Zhang, L. (2005), “INTACT ROCK – ENGINEERING PROPERTIES OF ROCKS” cap. 3 – vol.4, Elsevier Geo-Engineering book series.

APÉNDICE

APÉNDICE N°01. MÉTODO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA

El método del índice de vulnerabilidad aplica principalmente a estructuras de Mampostería No reforzada, ya que la mayoría de las estructuras, que se encuentran en un grupo de estructuras o zonas urbanas. Se evalúan 11 parámetros que son los siguientes:

- **El primer parámetro** es la organización del sistema resistente, el cual se evalúa el grado de organización de los elementos de la estructura resistente vertical, sin tomar en cuenta el material utilizado. Es más bien como tener en cuenta si se tuvo referencia a alguna norma sismorresistente, y el estado de las conexiones realizadas entre vigas de amarre o vigas corona, con los muros en todos los niveles de la estructura.
- **El segundo parámetro** trata sobre la calidad del sistema resistente en el que se evalúa el tipo de mampostería utilizada, diferenciándola cualitativamente por su resistencia. Aquí se tienen en cuenta la tipología estructural resumida en dos factores: el tipo de material utilizado y la forma del elemento de mampostería, y la homogeneidad de dicho material y de los elementos a lo largo del panel de la estructura.
- **El tercer parámetro** hace referencia a la resistencia convencional en la que se evalúa la fiabilidad de la resistencia que puede presentar el edificio frente a cargas horizontales. Aquí se realizan unos cálculos sencillos, en la que se tienen en cuenta la resistencia de los muros en las direcciones principales.
- **El cuarto parámetro** es la posición del edificio y de la cimentación, en la que mediante una inspección visual se evalúa la influencia del terreno y de la cimentación, castigando así a la edificación mientras en más malas condiciones se encuentra el suelo, y la pendiente del terreno sobre la cual esta cimentada. La evaluación este parámetro parece incompleta y difícil, ya que la observación de cotas de cimentación no siempre es posible a simple a vista, requiriéndose examinar planos estructurales de la cimentación, pero esto es muchas veces complicado debido a que la mayoría de las estructuras en estudios son antiguas y no presenta planos de este tipo o están incompletos.

- **El quinto parámetro** es el de forjado horizontal en el que se evalúa la calidad del sistema resistente de la losa de entrepiso. Aquí se ve calidad de la conexión que existe entre la losa y el sistema de muros, así como la ausencia de planos de desnivel.
- **El sexto y séptimo parámetro** es la configuración en planta y en elevación, los cuales se estudiarán más adelante.
- **El octavo parámetro** es sobre el espaciamiento máximo entre muros, el cual tiene en cuenta el espaciamiento excesivo posible entre muros ubicados transversalmente a los muros maestros.
- **El noveno parámetro** es sobre el tipo de cubierta en la que factores como la tipología de la cubierta y su peso, determinan la influencia de ella ante el comportamiento sísmico del edificio.
- **El décimo parámetro** es sobre los elementos no estructurales y su importancia ante la presencia de un sismo, que influye en el efecto de un peligro colateral.
- **El onceavo y último parámetro** es sobre el estado de conservación actual de la estructura, ya que esta influye directamente en el comportamiento de la estructura ante la presencia de un sismo.

Calificación de los 11 parámetros del método Benedetti–Petrini:

- **Organización del sistema resistente**

Se evalúa el grado de organización de elementos verticales prescindiendo del tipo de material. El elemento significativo es la presencia y la eficiencia de la conexión entre paredes (comportamiento tipo “cajón”). Se reporta una de las clases:

- A. Edificio construido con las recomendaciones de la norma sismorresistente.
- B. Edificio que presenta, en todas las plantas, conexiones realizadas mediante vigas de amarre en los muros.
- C. Edificio que, por no presentar vigas de amarre en todas las plantas, está constituido únicamente por paredes ortogonales bien ligadas.
- D. Edificio con paredes ortogonales no ligadas.

- **Calidad del sistema resistente**

Este parámetro determina el tipo de mampostería más frecuentemente utilizada, diferenciando cualitativamente, su característica de resistencia con el fin de

asegurar la eficiencia de la estructura (comportamiento tipo “cajón”). Se incluyen 2 factores: del tipo de material y de la forma de los elementos que constituyen la mampostería:

- A. El sistema resistente del edificio presenta las siguientes tres características:
1. Mampostería en ladrillo de buena calidad con piezas homogéneas y de dimensiones constantes por toda la extensión del muro.
 2. Presencia de verticalidad entre las unidades de albañilería.
 3. Mortero de buena calidad con espesor de la mayoría de las pegas entre 1.0 a 1.5 cm.
- 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. El sistema resistente del edificio no presenta ninguna de las características de la clase A.

- **Resistencia convencional.**

Con la hipótesis de un perfecto comportamiento en "cajón" de la estructura, la evaluación de la resistencia de un edificio de mampostería puede ser calculada con razonable confiabilidad.

$$C = \frac{a_0 \cdot \tau_k}{q \cdot N} \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{1.5 \cdot a_0 \cdot \tau_k \cdot (1+y)'}}$$

$$q = \frac{(A+B) \cdot h}{A_t} \cdot P_m + P_s ,$$

$$\alpha = C/C'$$

El coeficiente sísmico C, se define como el factor entre la fuerza horizontal resistente al pie del edificio dividido entre el peso del mismo y está dado por la expresión:

El valor de q representa el peso de un piso por unidad de área cubierta y es igual al peso de los muros más el peso del diafragma horizontal, asumiendo que no existen variaciones excesivas de masa entre los diferentes pisos del edificio.

Finalmente, la atribución de este parámetro dentro de una de las cuatro clases A, B, C, D se hace por medio del factor α , en donde C' es un coeficiente sísmico de referencia que se toma como según las Zonas de amenaza sísmica y movimientos.

Donde:

N = Número de pisos

τ_k = Resistencia a corte de los paneles de mampostería (18 ton/m²)

A_t = Área total construida en planta (m²)

H = Altura promedio de entrepisos (m)

P_m = Peso específico de la mampostería (1.80 ton/m³)

P_s = Peso por unidad de área de forjado (0.4 ton/m²)

A_x, A_y = Son todas las áreas totales resistentes de muros (m²) en la dirección x e y respectivamente.

$A = \min [A_x, A_y]$,

$B = \max [A_x, A_y]$,

$a_o = A/A_t$,

$\gamma = B/A$

- A. Edificio con $\alpha \geq 1$
- B. Edificio con $0.6 \leq \alpha \leq 1$
- C. Edificio con $0.4 \leq \alpha \leq 0.6$
- D. Edificio con $\alpha \leq 0.4$

- **Posición del edificio y cimentación**

Se evalúa la influencia del terreno y de la cimentación en el comportamiento sísmico del edificio. Las clases consideradas son:

- A. Edificio cimentado sobre terreno estable con pendiente inferior o igual al 10%.
- B. Edificio cimentado sobre roca con pendiente comprendida entre un 10% y un 30% o sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 10% y un 20%.
- C. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente comprendida entre un 20% y un 30% o sobre terreno rocoso con pendiente comprendida entre un 30% y un 50%.
- D. Edificio cimentado sobre terreno suelto con pendiente mayor al 30% o sobre terreno rocoso con pendiente mayor al 50%.

- **Diafragmas horizontales**

La calidad de los diafragmas tiene una notable importancia para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos resistentes verticales. Las clases que se presentan son:

- A. Edificio con diafragmas, de cualquier naturaleza que satisfacen las condiciones:
 - 1. Ausencia de planos a desnivel.
 - 2. La deformabilidad del diafragma es despreciable.
 - 3. La conexión entre el diafragma y los muros es eficaz.
- B. Edificio con diafragma como los de la clase A, pero que no cumplen con una de las condiciones pasadas
- C. Edificio con diafragmas como los de la clase A, pero que no cumplen con dos de las condiciones pasadas.
- D. Edificio cuyos diafragmas no cumplen ninguna de las tres condiciones.

- **Configuración en planta**

El comportamiento sísmico de una estructura depende de la forma en planta del mismo. En el caso de estructuras rectangulares es significativo la relación $\beta_1 = a / L$ entre las dimensiones en planta del lado menor y mayor. También es necesario

tener en cuenta las protuberancias del cuerpo principal mediante la relación $\beta_2 = b / L$.

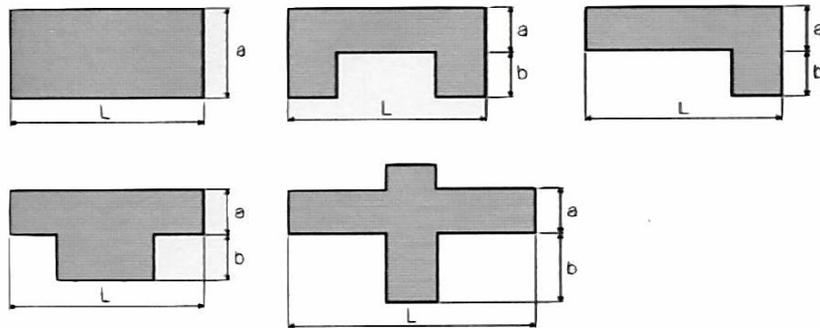


Figura. N°47. Configuración en planta de la estructura

Y las clases de los parámetros se definieron de la siguiente manera:

- A. Edificio con $\beta_1 \geq 0.8$ ó $\beta_2 \leq 0.1$
- B. Edificio con $0.8 > \beta_1 \geq 0.6$ ó $0.1 < \beta_2 \leq 0.2$
- C. Edificio con $0.6 > \beta_1 \geq 0.4$ ó $0.2 < \beta_2 \leq 0.3$
- D. Edificio con $0.4 > \beta_1$ ó $0.3 < \beta_2$

- **Configuración en elevación**

La presencia de torretas de altura y masa significativa respecto a la parte restante del edificio se reporta mediante la relación T/H.

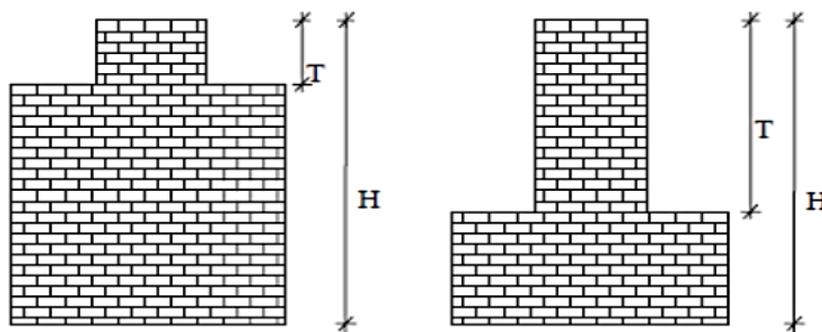


Figura. N°48. Configuración en altura

Fuente: Ulises Mena H. (Tesis UPC-España)

- A. si $0.75 < T/H$
- B. si $0.50 < T/H \leq 0.75$
- C. si $0.25 < T/H \leq 0.50$
- D. si $T/H \leq 0.25$

- **Separación máxima entre muros**

La clasificación se define en función del factor L/S , donde S es el espesor del muro maestro y L el espaciamiento máximo.

- A. si $L/S \leq 15$
- B. si $15 < L/S \leq 18$
- C. si $18 < L/S \leq 25$
- D. si $25 < L/S$

- **Tipos de cubierta**

Se considera la resistencia del techo a fuerzas sísmicas:

- A. El edificio presenta las siguientes características:
 - 4. Cubierta estable debidamente amarrada a los muros con conexiones adecuadas como tornillos o alambres, que garanticen un comportamiento de diafragma rígido.
 - 5. Provisto de arriostramiento en las vigas y distancia entre vigas no muy grande.
 - 6. Cubierta plana debidamente amarrada y apoyada a la estructura de cubierta de losa aligerada.
- B. Edificio que no cumple una de las características presentadas en la clase
- C. Edificio que no cumple dos de las características presentadas en la clase
- D. Edificio que no cumple ninguna de las características presentadas en la clase.

- **Elementos no estructurales**

Se considera la presencia parapetos o cualquier elemento no estructural que pueda causar daño a personas o cosas. Se reporta una de las clases:

- A. Edificio sin parapetos y sin cornisas.
- B. Edificio sin parapetos con elementos de cornisas bien conectadas a la pared.
- C. Edificio con elementos de pequeña dimensión, mal vinculados a la pared.
- D. Edificio que presenta cualquier otro tipo de elemento en el techo mal vinculado a la estructura. Parapetos u otros elementos de peso significativo, mal contruidos, que pueden caer en caso de terremoto.

- **Estado de conservación**

- A. Muros en buena condición, sin lesiones visibles.
- B. Muros que presentan lesiones capilares no extendidas, con excepción de los casos en los cuales dichas lesiones han sido producidas por terremotos.
- C. Muros con lesiones de tamaño medio entre 2 a 3 milímetros de ancho o con lesiones capilares producidas por sismos. Edificio que no presenta lesiones pero que se caracteriza por un estado mediocre de conservación de la mampostería.
- D. Muros que presentan un fuerte deterioro de sus materiales constituyentes o, lesiones muy graves de más de 3 milímetros de ancho.

- **Cuantificación del índice de Vulnerabilidad:**

Una vez obtenida todas las cuantificaciones (A, B, C o D) de cada una de los 11 parámetros de las estructuras, se determina el Índice de Vulnerabilidad, por medio de una suma ponderada del valor de cada parámetro multiplicado por un peso de importancia, mediante la siguiente ecuación:

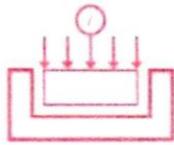
$$I_v = \sum_{i=1}^{11} (K_i * W_i)$$

Como se puede observar en la tabla siguiente, el Índice de Vulnerabilidad de la estructura puede estar entre 0 y 382.5, en el que a medida que este valor es mayor, más vulnerable es la estructura. Los valores de K_i y W_i , son puramente subjetivos y se obtuvieron de la experiencia de sus creadores. Con este valor obtenido I_v , para la estructura, se puede determinar el índice global de daño por medio de unas correlaciones que se determinan para cada país o zona de estudio, porque cada país o zona tienen sus procesos constructivos diferentes, los materiales usados son de diferentes calidades, e incluso la mano de obra y el conocimiento de los ingenieros influyen en este índice.

Tabla N°114. Rango de Valores del Índice de Vulnerabilidad

	VULNERABILIDAD	RANGOS
A =	VULNERABILIDAD BAJA	0 -95.63
B =	VULNERABILIDAD DE MEDIA A BAJA	95.63 – 191.30
C =	VULNERABILIDAD DE MEDIA A ALTA	191.30 – 286.30
D =	VULNERABILIDAD ALTA	286.30- 382.50

APÉNDICE N° 02. ENSAYO DE CORTE DIRECTO



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (CD) ASTM D - 3080

TESIS: VULNERABILIDAD SISMICA DE LA I.E. LICEO TRUJILLO 2017
SOLICITA: AGUILAR MARIN G. ANGELICA ERIKA Y MUDARRA ABANTO CARLOS MANUEL
UBICACIÓN: I.E. LICEO TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA: TRUJILLO, 15 DE ABRIL DEL 2017
CALICATA: MATERIAL IN SITU

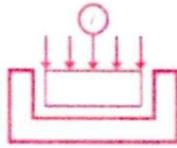
SONDAJE: -
MUESTRA: UNICA
PROFUNDIDAD (m): 1.0
MODELO: PS-107 Serie 140
Tipo suelo: Arena de grano medio parcialmente saturada con presencia de finos

Pag. 1/2

DATOS DEL ESPECIMEN			ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	(kg/cm ²)		0.50		1.00		1.50	
Etapas			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	(cm)		2.100	1.490	2.100	1.490	2.100	1.490
Ancho	(cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Largo	(cm)		6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Peso Muestra	(g)		125	110	124	105	126	109
Humedad	(%)		1.25%	20.10%	1.55%	21.00%	1.50%	20.50%
Densidad Humeda	(g/cm ³)		1.65	2.05	1.64	1.96	1.67	2.03
Densidad seca	(g/cm ³)		1.63	1.71	1.62	1.62	1.64	1.69
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm ²)	Deform. Tangencial (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normaliz. (kg/cm ²)
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50
0.12	0.01	0.50	0.12	0.05	1.00	0.12	0.09	1.50
0.24	0.02	0.50	0.24	0.07	1.00	0.24	0.14	1.50
0.48	0.04	0.50	0.48	0.12	1.00	0.48	0.18	1.50
0.85	0.06	0.50	0.85	0.16	1.00	0.85	0.24	1.50
1.21	0.10	0.50	1.21	0.19	1.00	1.21	0.28	1.50
1.81	0.11	0.50	1.81	0.25	1.00	1.81	0.36	1.50
2.42	0.16	0.50	2.42	0.31	1.00	2.42	0.44	1.50
3.02	0.18	0.50	3.02	0.34	1.00	3.02	0.50	1.50
3.63	0.22	0.50	3.63	0.39	1.00	3.63	0.53	1.50
4.23	0.23	0.50	4.23	0.42	1.00	4.23	0.58	1.50
4.84	0.25	0.50	4.84	0.44	1.00	4.84	0.60	1.50
6.05	0.27	0.50	6.05	0.51	1.00	6.05	0.65	1.50
7.26	0.29	0.50	7.26	0.56	1.00	7.26	0.70	1.50
8.47	0.31	0.50	8.47	0.57	1.00	8.47	0.72	1.50
9.68	0.34	0.50	9.68	0.59	1.00	9.68	0.75	1.50
10.89	0.36	0.50	10.89	0.61	1.00	10.89	0.78	1.50
12.10	0.34	0.50	12.10	0.63	1.00	12.10	0.80	1.50
14.51	0.32	0.50	14.51	0.61	1.00	14.51	0.83	1.50
16.93	0.30	0.50	16.93	0.58	1.00	16.93	0.84	1.50
19.35	0.28	0.50	19.35	0.53	1.00	19.35	0.85	1.50
21.77	0.26	0.50	21.77	0.50	1.00	21.77	0.83	1.50
24.19	0.26	0.50	24.19	0.45	1.00	24.19	0.82	1.50
26.61	0.26	0.50	26.61	0.45	1.00	26.61	0.80	1.50
29.03	0.26	0.50	29.03	0.45	1.00	29.03	0.80	1.50

HUERTAS INGENIEROS SAC

Ing. Juan Huertas Polo
CIP 34570

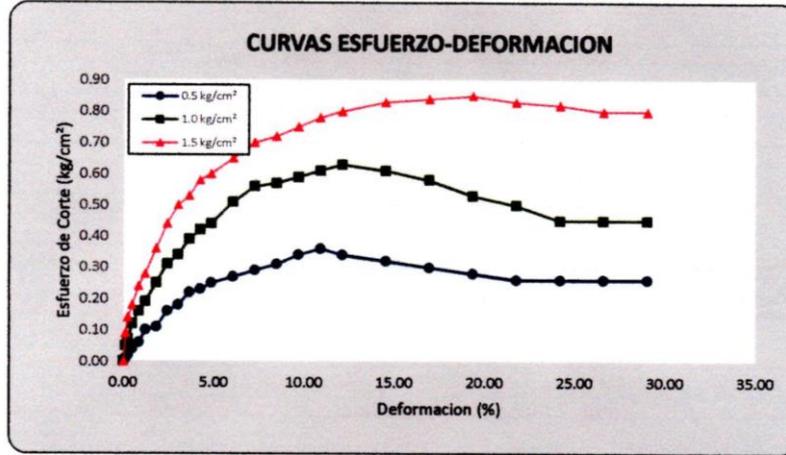


HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

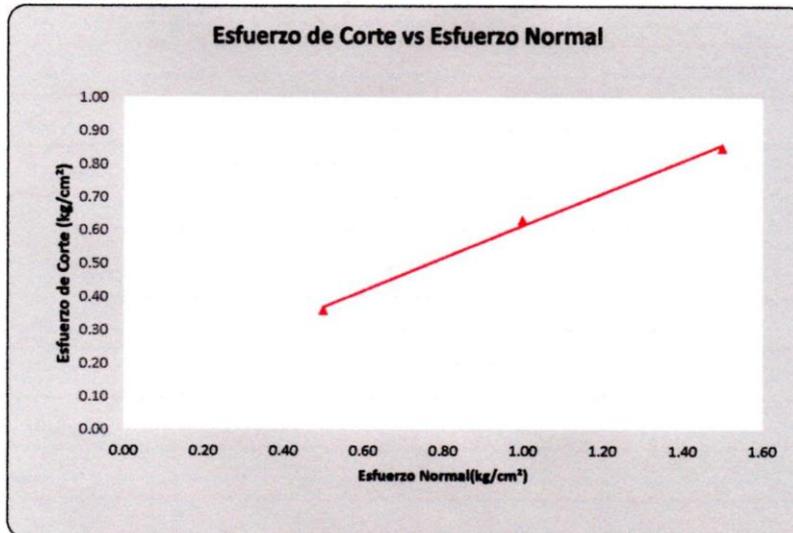
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

GRAFICAS:

Pag. 2/2



Esf. Normal (kg/cm²)	Esf. De Corte (kg/cm²)		
	Maximo	Ultimo	Residual
0.50	0.36	0.30	0.26
1.00	0.63	0.50	0.45
1.50	0.85	0.83	0.80

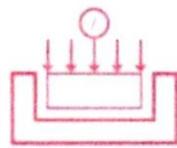


Parametros	Maximo
Tan ϕ :	0.49
Angulo de Friccion (ϕ):	26
Cohesion (c) kg/cm²:	0.12

HUERTAS INGENIEROS SAC

Ing. Juan Huertas Polo
CIP 34570

APÉNDICE N° 03. ENSAYO DE ESCLEROMETRÍA



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

**ENSAYO PARA DETERMINAR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO
ENDURECIDO (ESCLEROMETRIA)
(NTP 339.181)**

OBRA: TESIS
SOLICITA: ERIKA AGUILAR (TESISTA)
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA: TRUJILLO, 04 DE AGOSTO DEL 2017
MODELO DE ESCLEROMETRO: FORNEY MODELO 2622
INCLINACION: $\alpha = 0^\circ$ (POSISION A)

CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO EVALUADO:

Tipo de estructura: COLUMNAS
Ubicación del elemento: AULAS
Progresiva y/o localizacion: 1° NIVEL

DATOS TOMADOS:

Estructura N°	AULAS MODERNAS		AULAS ANTIGUAS	
	Serie N° 1	Serie N° 2	Serie N° 3	Serie N° 4
1	31	30	38	36
2	28	28	32	36
3	27	28	42	34
4	29	29	32	34
5	28	30	38	34
6	30	27	31	36
7	29	34	37	42
8	29	30	36	36
9	29	29	34	38
10	30	26	30	36
Promedio Inicial	29.00	29.10	35.00	36.20
N° de Lecturas no tomadas	0	0	1	0
Promedio	29.00	29.10	34.22	36.20
f_c (PSI)	2866.23	2884.64	3850.06	4234.58
f_c (kg/cm²)	201.56	202.86	270.75	297.79

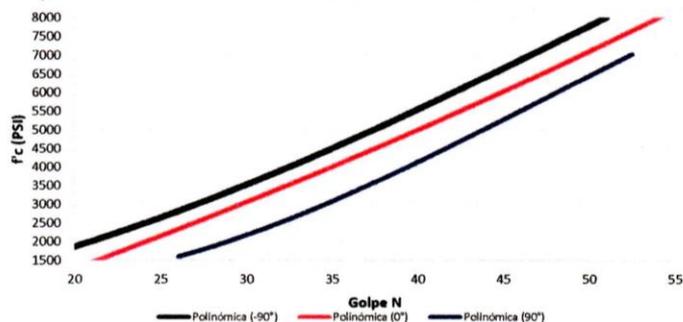
Notas:

El laboratorio no se hace responsable del uso y las interpretaciones de los datos del informe del ensayo.

Muestreo realizado por el interesado.

El informe corresponde única y exclusivamente a la muestra recibida.

Las copias de este informe no son validas sin la autorizacion de este laboratorio.



HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
Ing. José Antonio Huertas Marín
C.R. 158145

METROTEC

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LD - 036 - 2018**

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

Página 1 de 3

1. Expediente	18719
2. Solicitante	HUERTAS INGENIEROS S.A.C.
3. Dirección	Mz. C-2 Lt. 4 Urb. Monserrate V Etapa, Trujillo - Trujillo - LA LIBERTAD.
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO
Marca	FORNEY
Modelo	LA-0352
Número de Serie	2622
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote
Div. Escala / Resolución	2 Número de Rebote
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALOGICO
5. Fecha de Calibración	2018-08-28

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

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

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

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

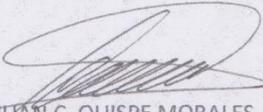
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe de Laboratorio de Metrología

Sello

2018-08-28


JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490

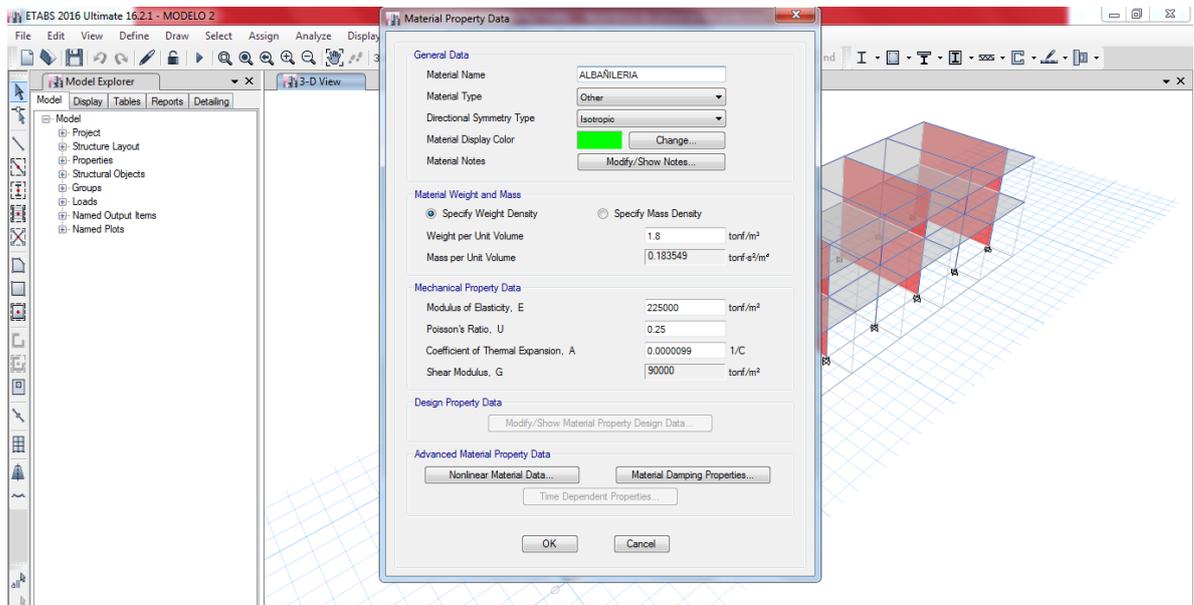
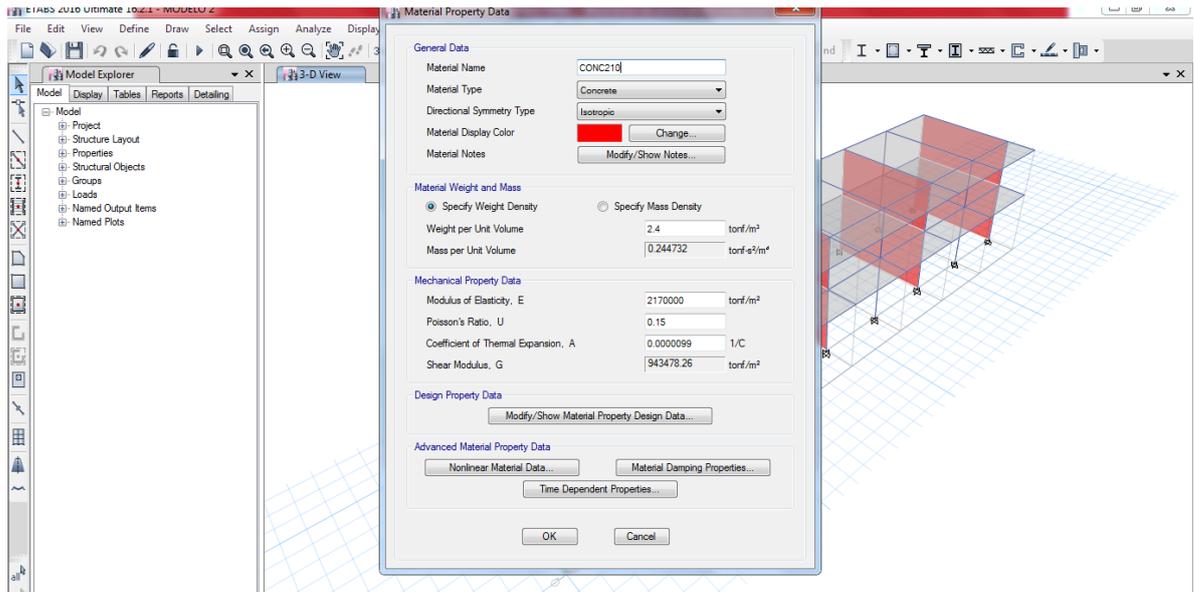
email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

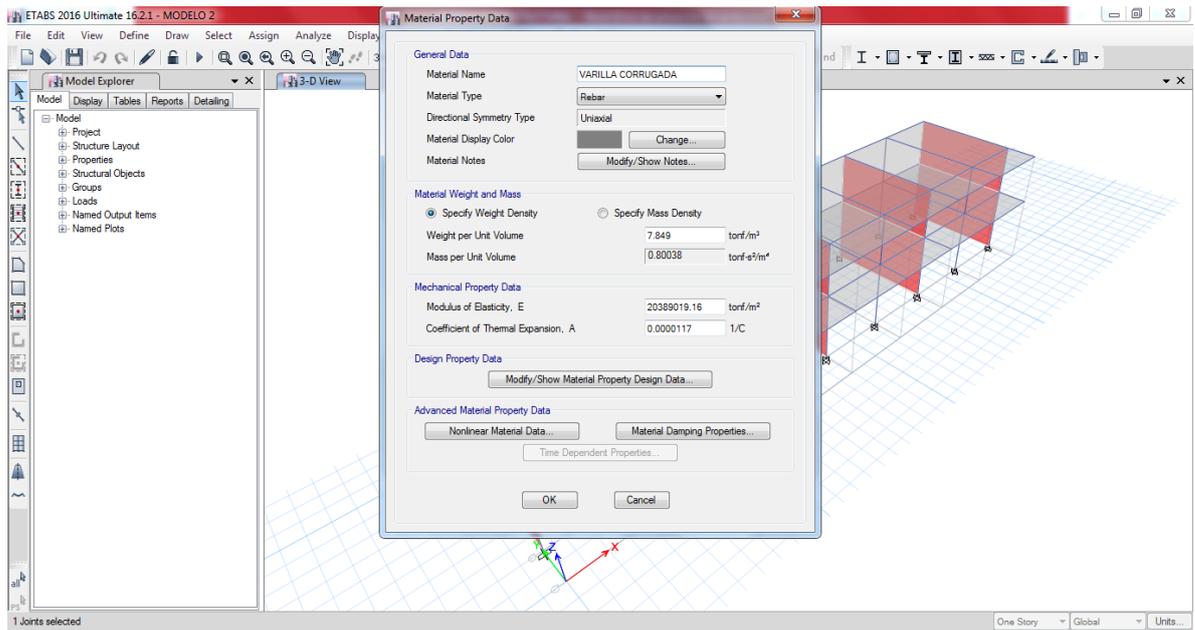
APÉNDICE N°04: MODELACIÓN Y ANÁLISIS EN EL ETABS 2016 V. ACADEMICA

1. Modelación:

a) Definición de Materiales

Los materiales de los tres pabellones (Bloques 1,2 y 3) en estudio, tienen las mismas características tanto para el concreto como para la albañilería.

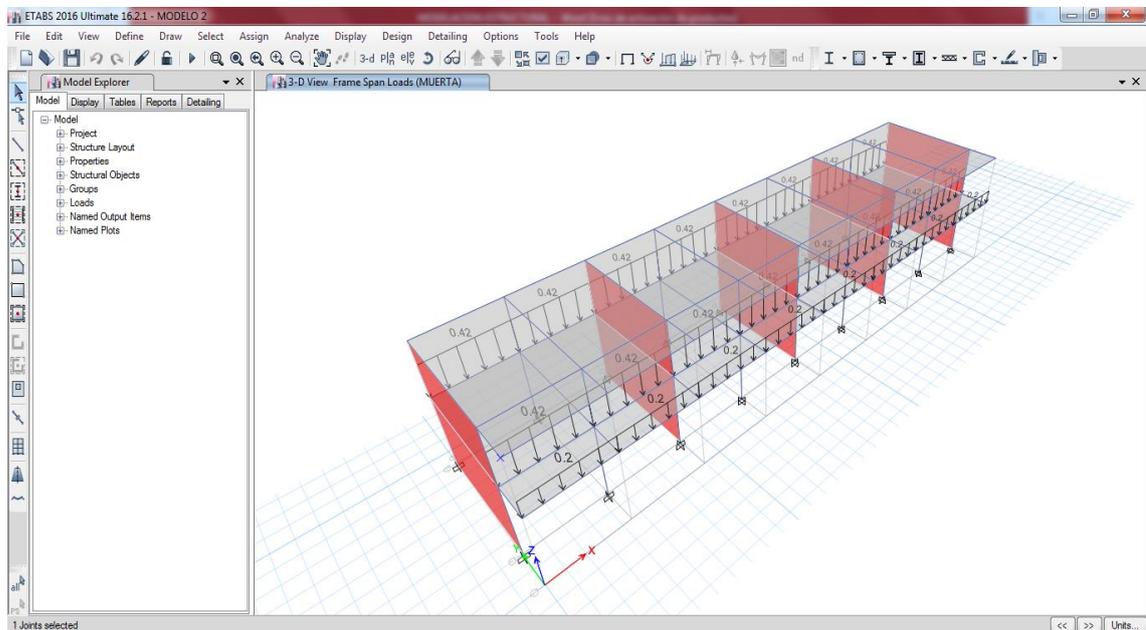




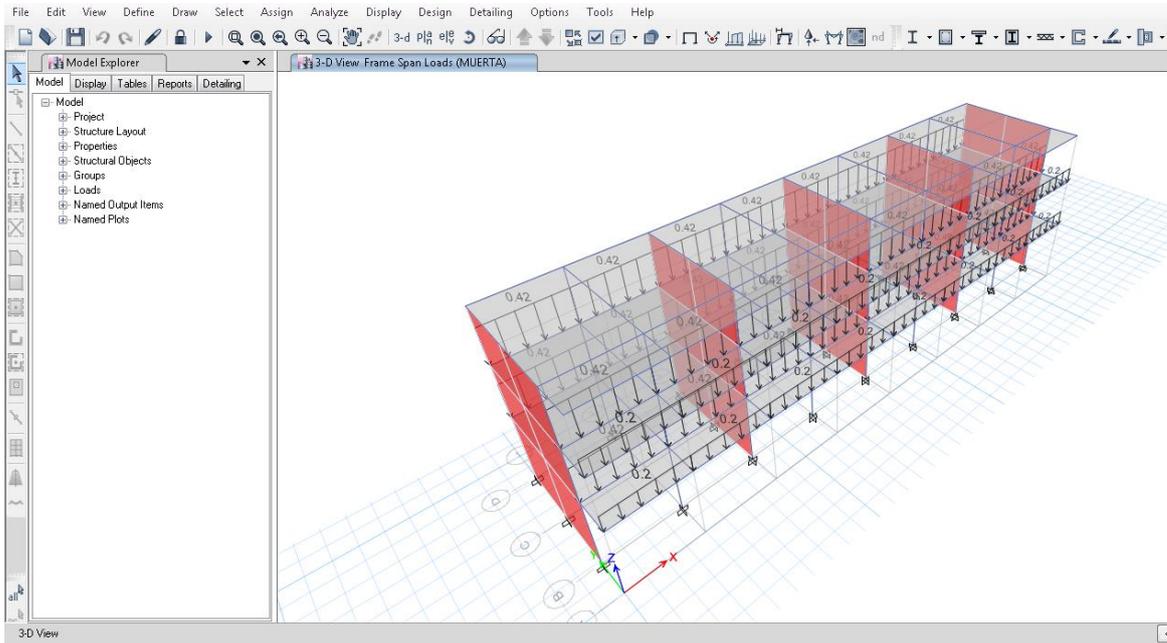
b) Asignación de Cargas

b.1) Cargas Distribuidas en Vigas

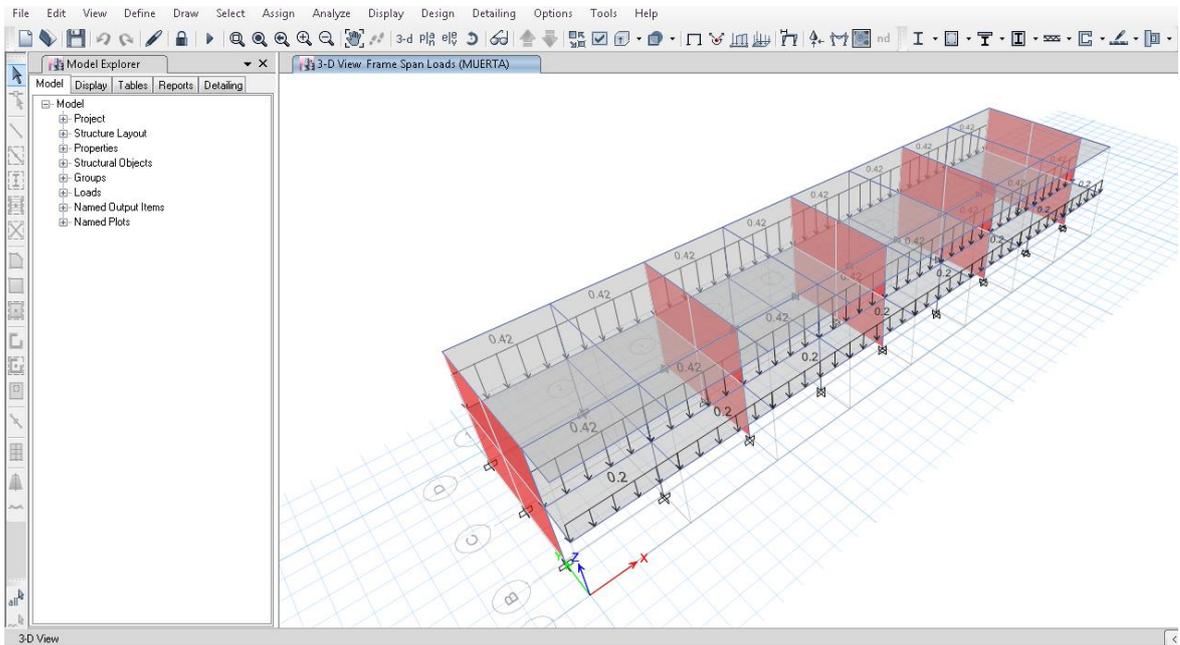
Bloque I



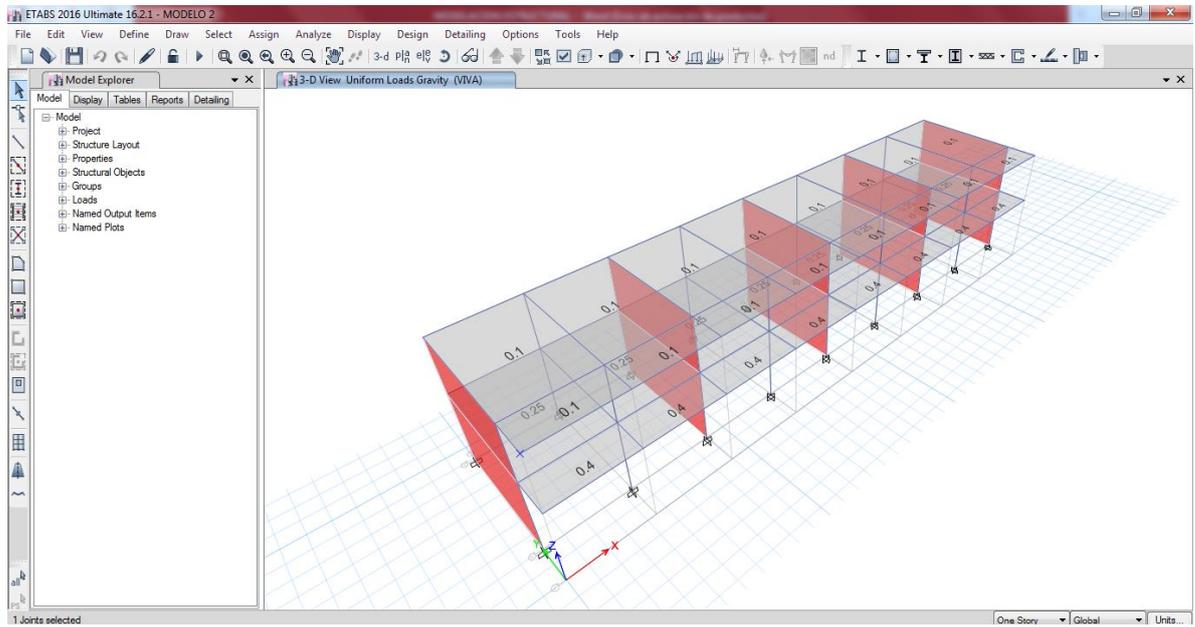
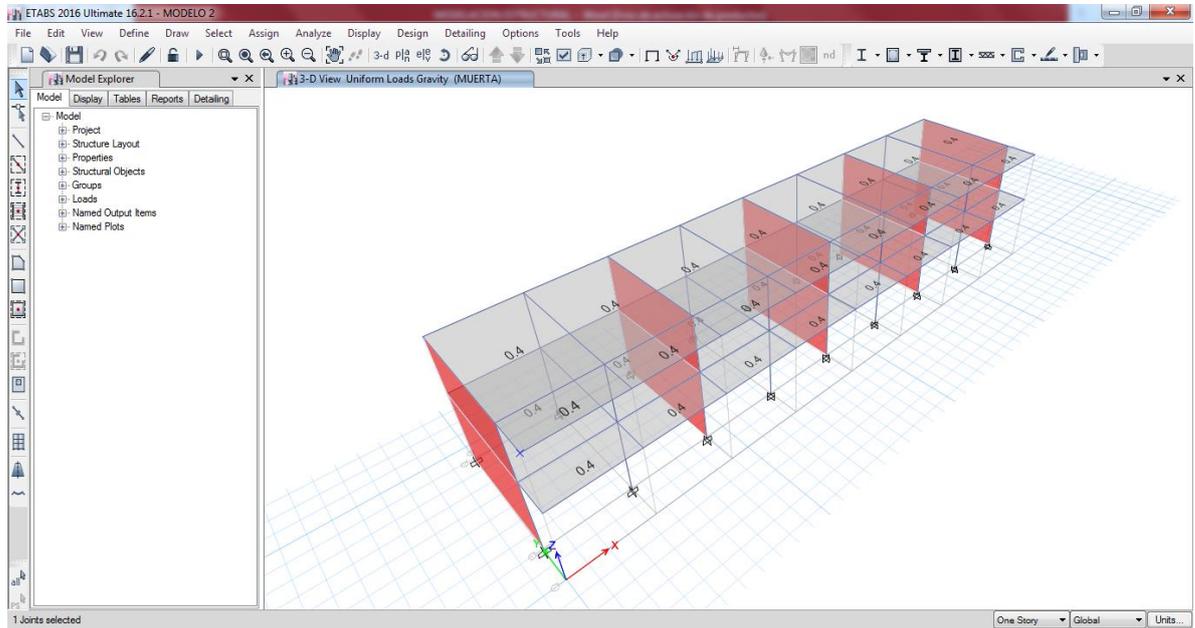
Bloque II



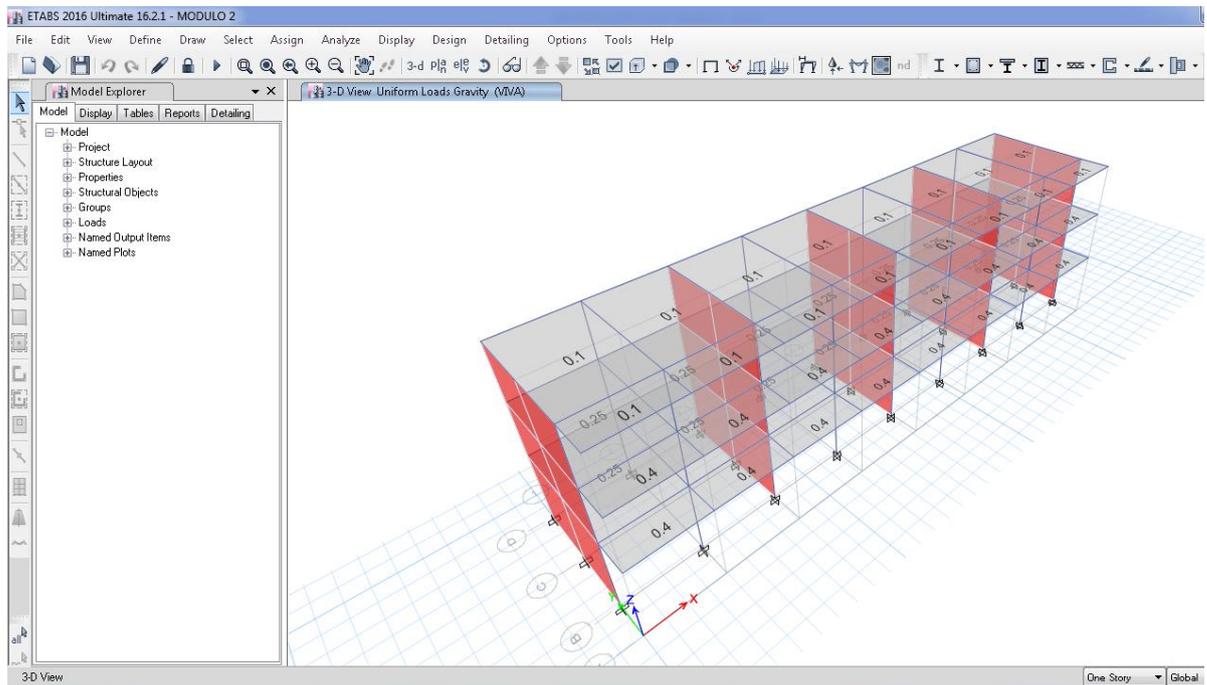
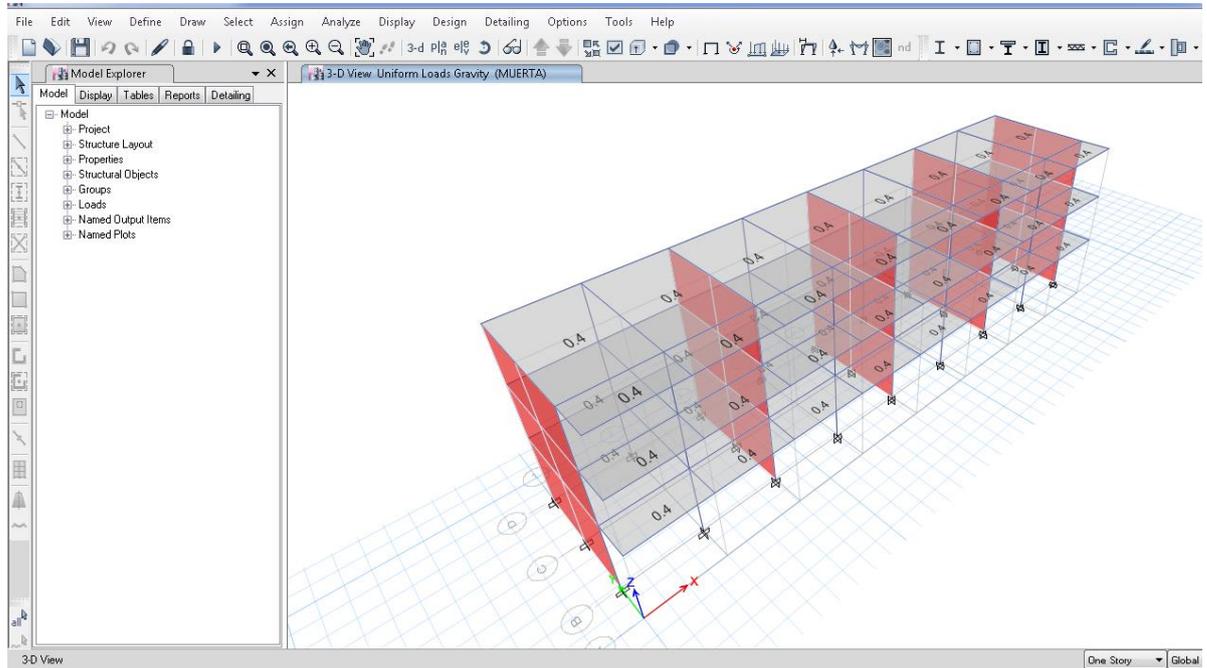
Bloque III



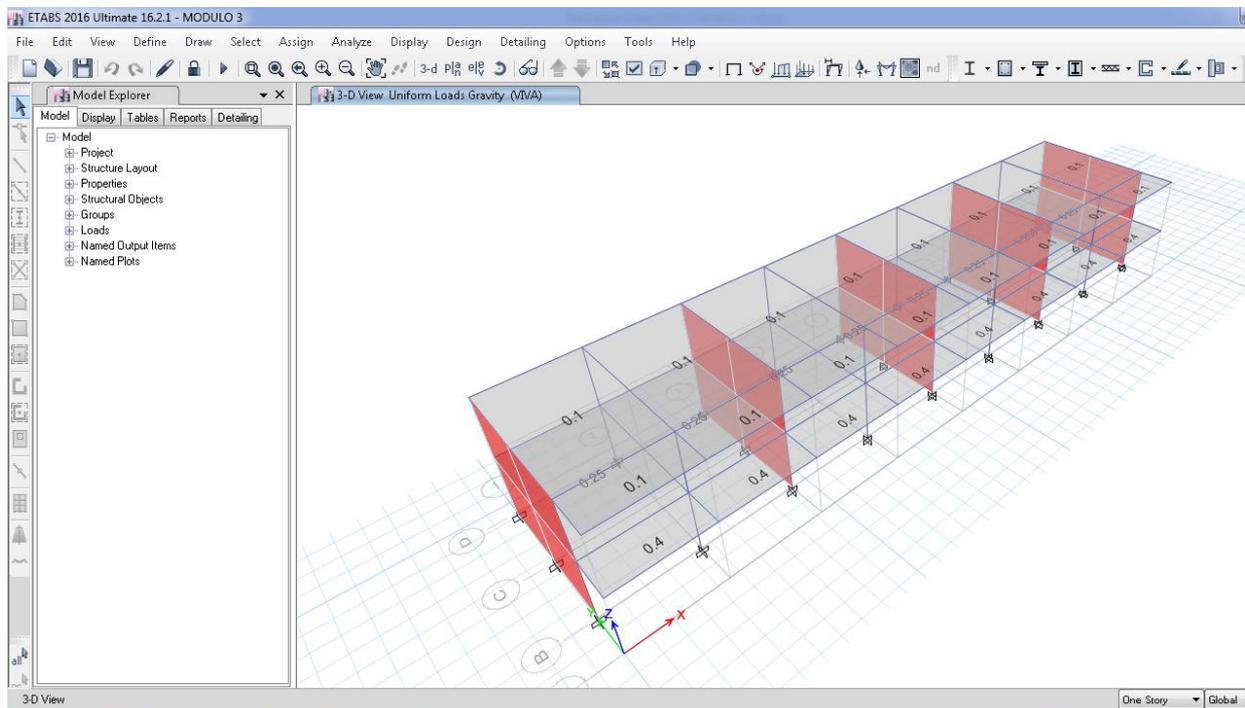
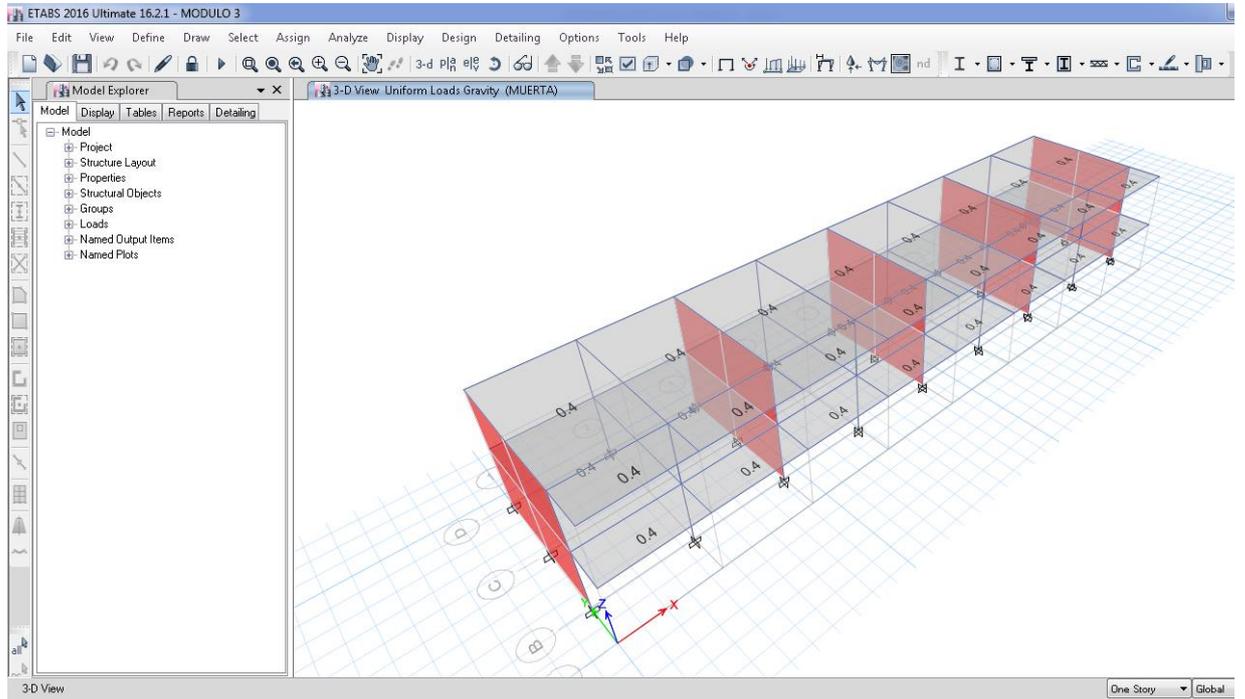
b.2) Peso Propio y Sobrecarga en Losa Aligerada: Bloque I



Bloque II



Bloque III



2. Resultados del Análisis Sísmico

a) Masa Sísmica

Bloque I

Mass Summary by Story				
1 de 3 Reload Apply				
	Story	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	UZ tonf-s ² /m
▶	Story2	6.97905	6.97905	0
	Story1	9.93189	9.93189	0
	Base	2.95284	2.95284	0

Bloque II

Mass Summary by Story				
1 de 4 Reload Apply				
	Story	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	UZ tonf-s ² /m
▶	Story3	6.9444	6.9444	0
	Story2	9.30545	9.30545	0
	Story1	10.06932	10.06932	0
	Base	3.12492	3.12492	0

Bloque III

Mass Summary by Story				
1 de 3 Reload Apply				
	Story	UX tonf-s ² /m	UY tonf-s ² /m	UZ tonf-s ² /m
▶	Story2	7.21438	7.21438	0
	Story1	9.47126	9.47126	0
	Base	2.25689	2.25689	0

b) Modos de Vibración

Bloque I

Modal Participating Mass Ratios									
1 de 6 Reload Apply									
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
▶	Modal	1	0.494	0.9767	0	0	0.9767	0	0
	Modal	2	0.147	0.0233	0	0	1	0	0
	Modal	3	0.096	0	0.9492	0	1	0.9492	0
	Modal	4	0.092	0	2.071E-05	0	1	0.9492	0
	Modal	5	0.034	0	0.0508	0	1	1	0
	Modal	6	0.032	0	1.287E-06	0	1	1	0

Bloque II

Modal Participating Mass Ratios									
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	
SISMO	1	0.819	0.9338	0	0	0.9338	0	0	0
SISMO	2	0.248	0.0593	0	0	0.9931	0	0	0
SISMO	3	0.152	0	0.8932	0	0.9931	0.8932	0	0.3
SISMO	4	0.144	2.228E-06	1.795E-05	0	0.9931	0.8933	0	6.2
SISMO	5	0.132	0.0069	0	0	1	0.8933	0	0
SISMO	6	0.05	0	0.1009	0	1	0.9942	0	0.6
SISMO	7	0.048	0	1.896E-06	0	1	0.9942	0	1.2
SISMO	8	0.03	0	0.0058	0	1	1	0	0.0
SISMO	9	0.029	0	0	0	1	1	0	0

Bloque III

Modal Participating Mass Ratios									
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	
Modal	1	0.407	0.9028	0	0	0.9028	0	0	
Modal	2	0.13	0.0972	0	0	1	0	0	
Modal	3	0.085	0	0.9275	0	1	0.9275	0	
Modal	4	0.08	2.594E-06	1.035E-05	0	1	0.9276	0	
Modal	5	0.032	0	0.0724	0	1	1	0	
Modal	6	0.031	1.108E-06	9.87E-07	0	1	1	0	

c) Distorsiones de Entrepiso

Bloque I

Diaphragm Center of Mass Displacements									
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m	
Story2	D2	DIN XX Max	0.015513	1.424E-08	2E-06	11	18.0211	4.8812	
Story2	D2	DIN YY Max	4.713E-08	0.001653	3.596E-07	11	18.0211	4.8812	
Story1	D1	DIN XX Max	0.011404	5.656E-09	1E-06	12	18.0235	5.0652	
Story1	D1	DIN YY Max	3.381E-08	0.001045	2.264E-07	12	18.0235	5.0652	

Bloque II

Diaphragm Center of Mass Displacements									
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m	
Story3	D3	DIN XX Max	0.03356	2.5E-08	3E-06	111	17.9861	4.9244	
Story3	D3	DIN YY Max	9.31E-08	0.004417	1E-06	111	17.9861	4.9244	
Story2	D2	DIN XX Max	0.027913	1.347E-08	2E-06	112	17.9842	5.0704	
Story2	D2	DIN YY Max	1.78E-07	0.003289	1E-06	112	17.9842	5.0704	
Story1	D1	DIN XX Max	0.017247	6.903E-09	1E-06	113	17.9837	5.103	
Story1	D1	DIN YY Max	1.539E-07	0.001825	4.296E-07	113	17.9837	5.103	

Bloque III

Diaphragm Center of Mass Displacements									
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m	
Story2	D2	DIN XX Max	0.011306	1.208E-08	2E-06	70	18.035	4.6092	
Story2	D2	DIN YY Max	3.243E-08	0.001293	2.394E-07	70	18.035	4.6092	
Story1	D1	DIN XX Max	0.005875	5.495E-09	1E-06	71	18.0364	4.8215	
Story1	D1	DIN YY Max	1.612E-08	0.000742	1.384E-07	71	18.0364	4.8215	

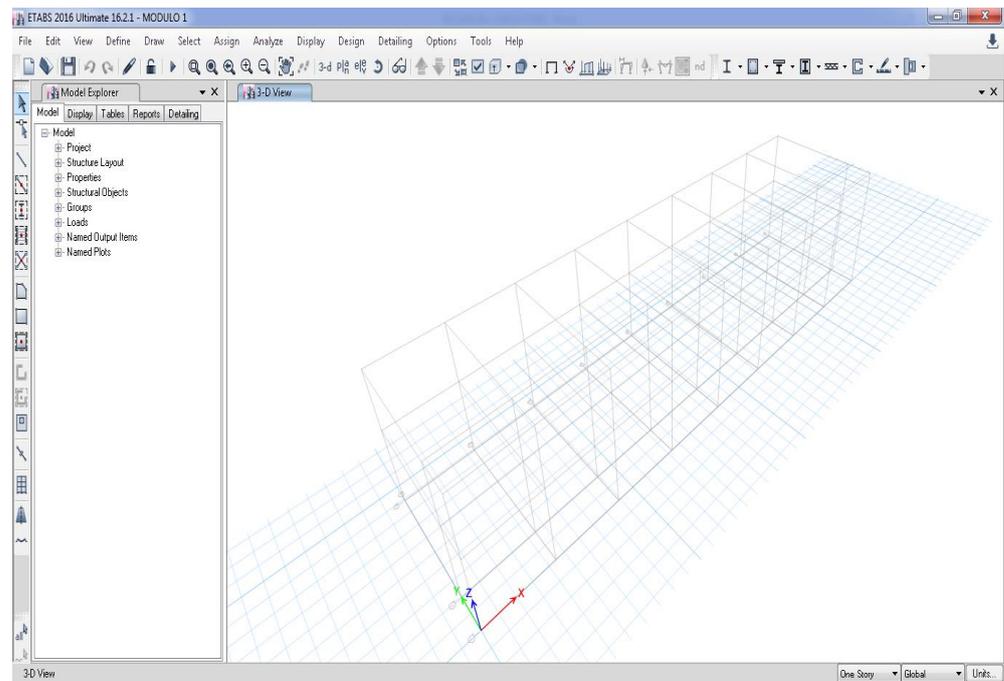
3. Secuencia lógica del modelamiento y análisis estructural

Institución Educativa: Liceo Trujillo

Módulo 1

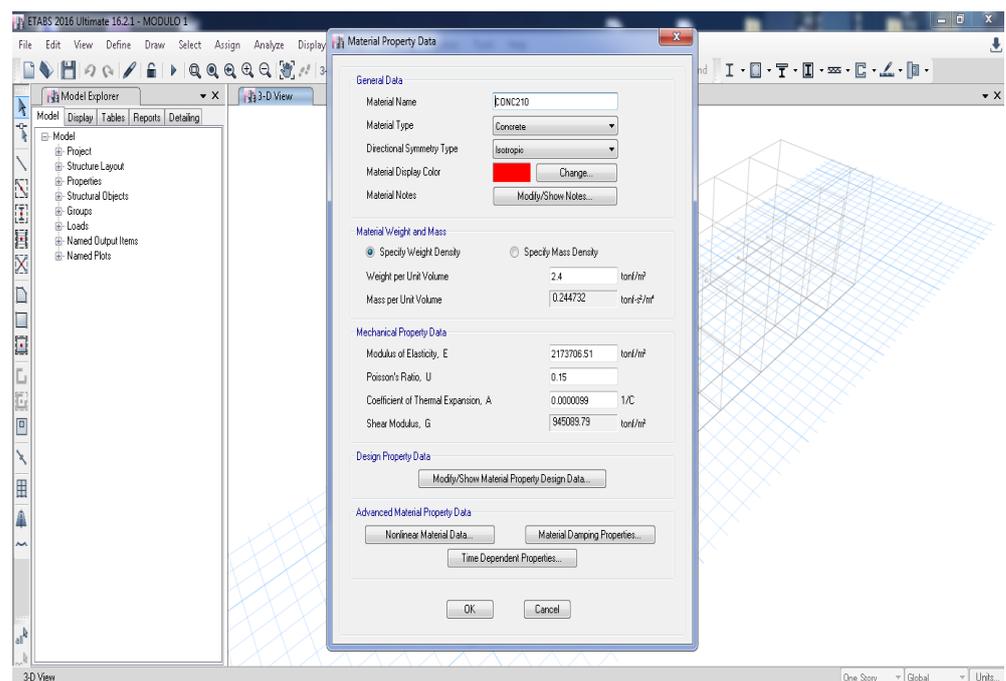
I. MODELAMIENTO ESTRUCTURAL

A. Trazo de grillas

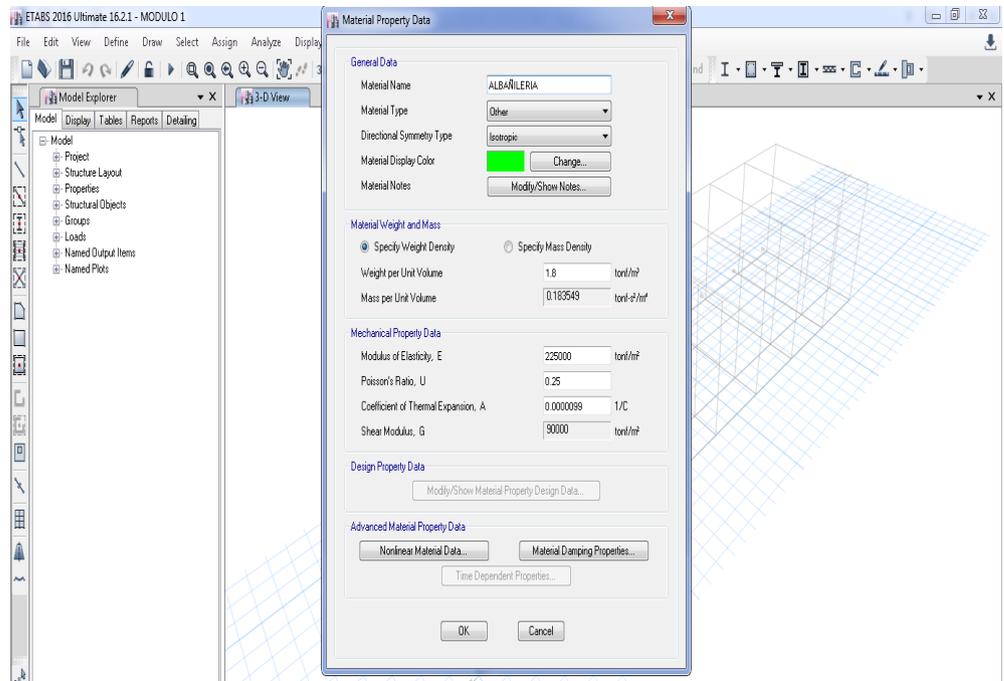


B. Definir propiedades de los materiales

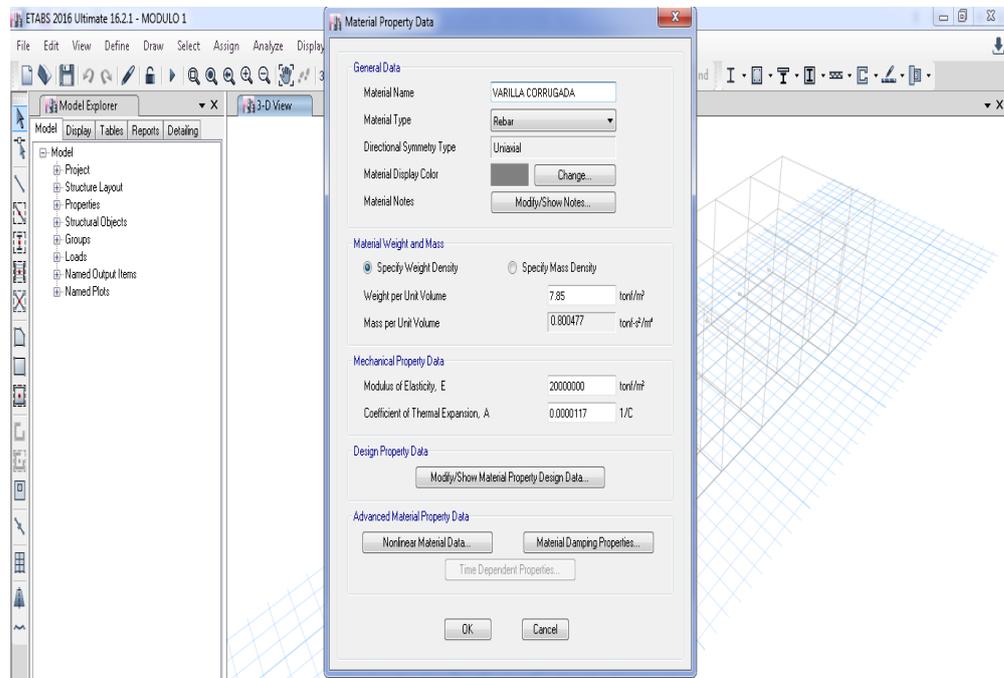
B.1. Concreto



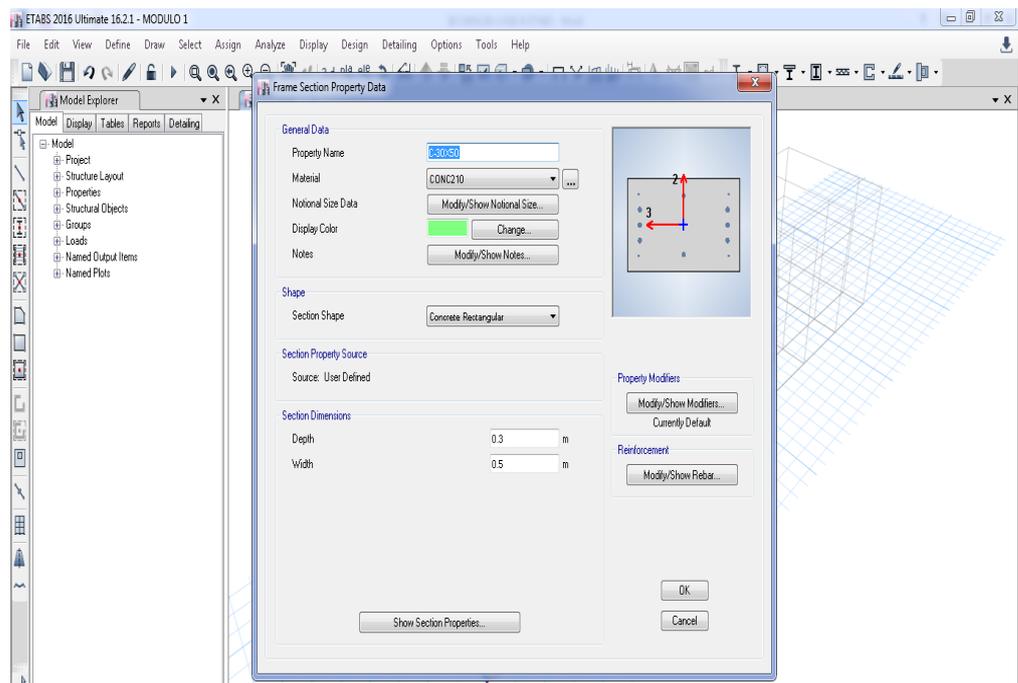
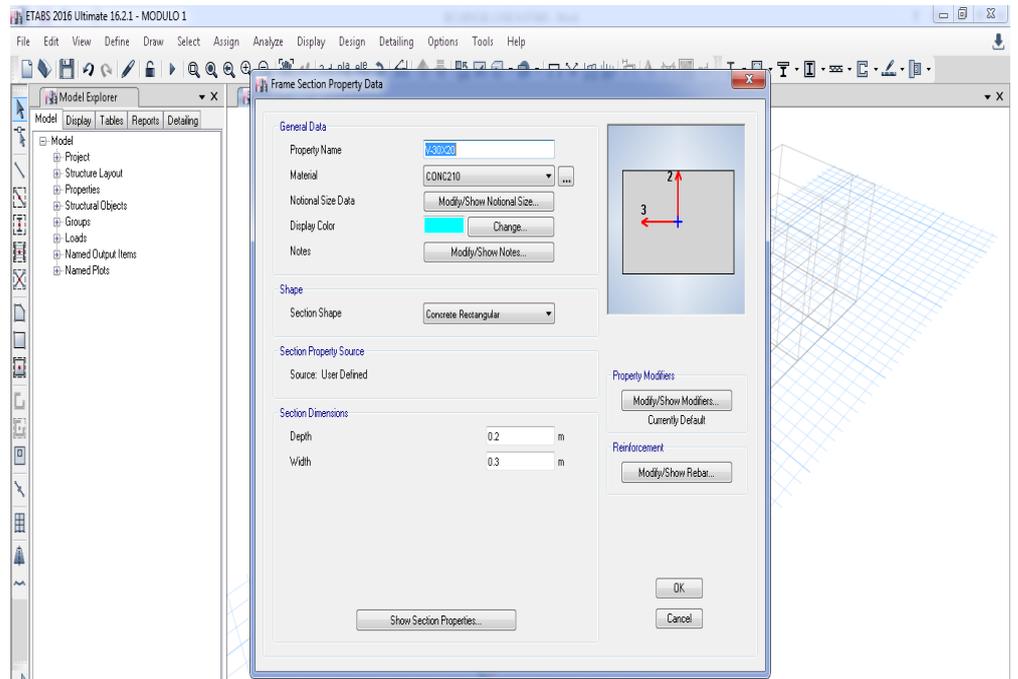
B.2. Albañilería



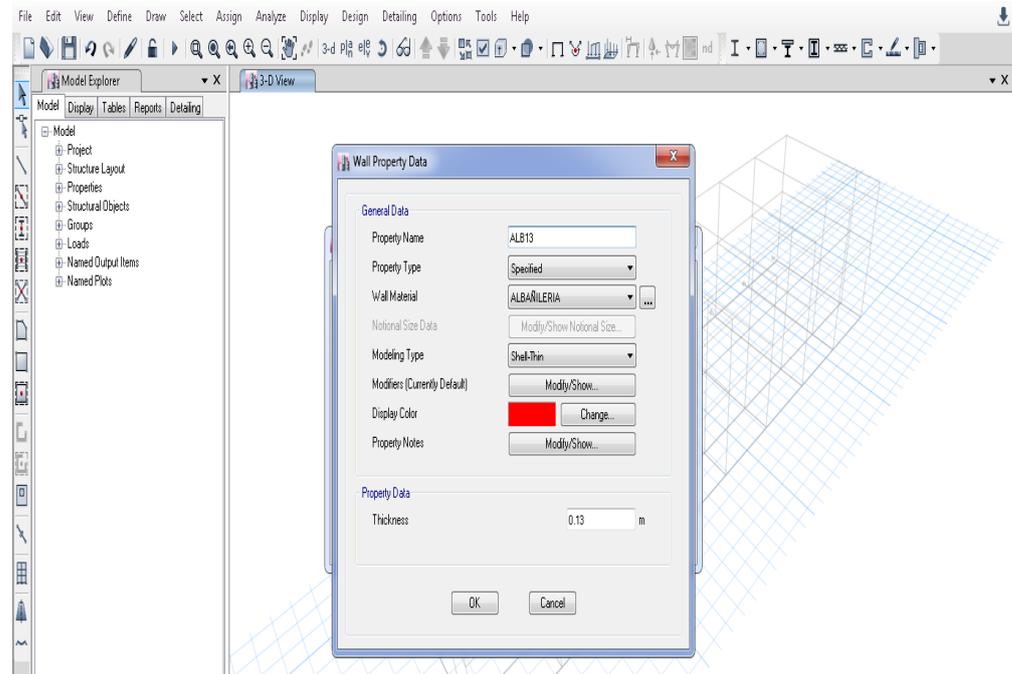
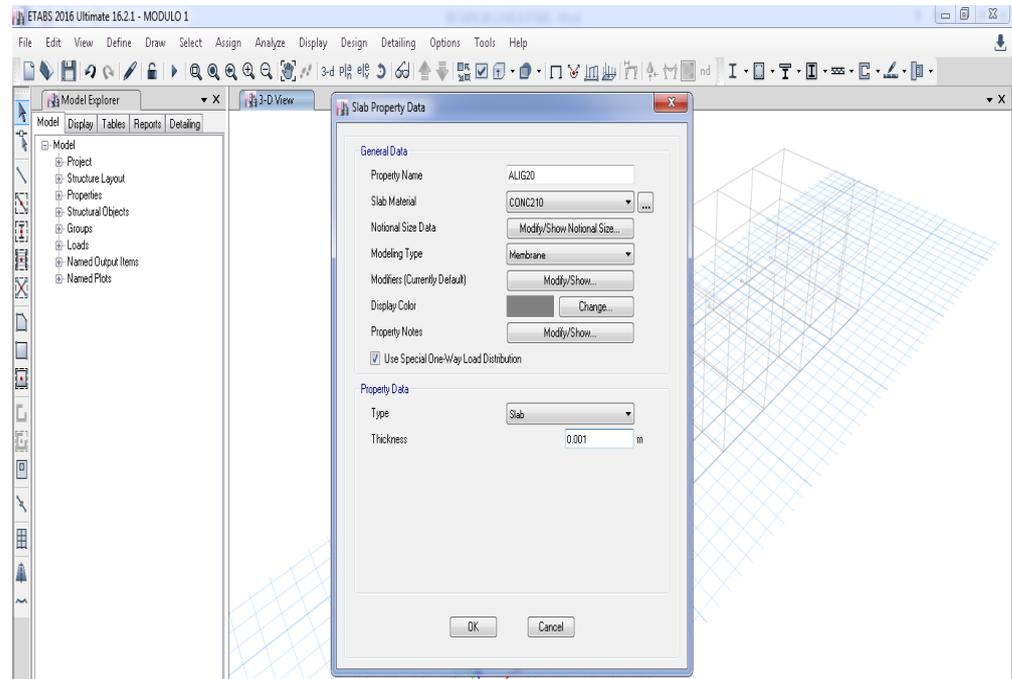
B.3. Acero



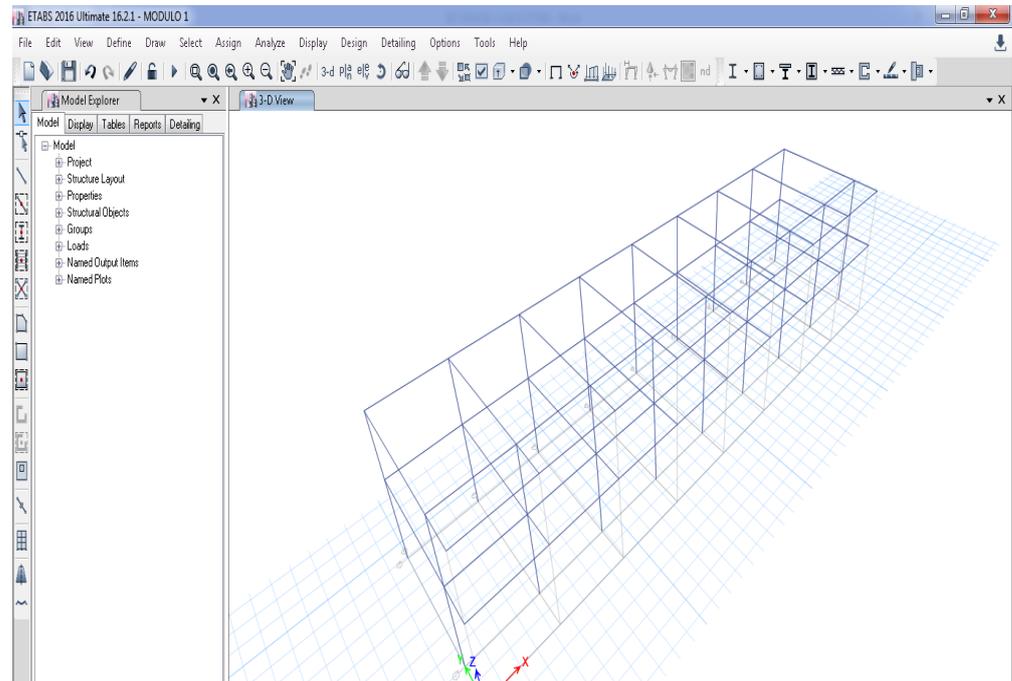
C. Definir las secciones de las columnas y vigas



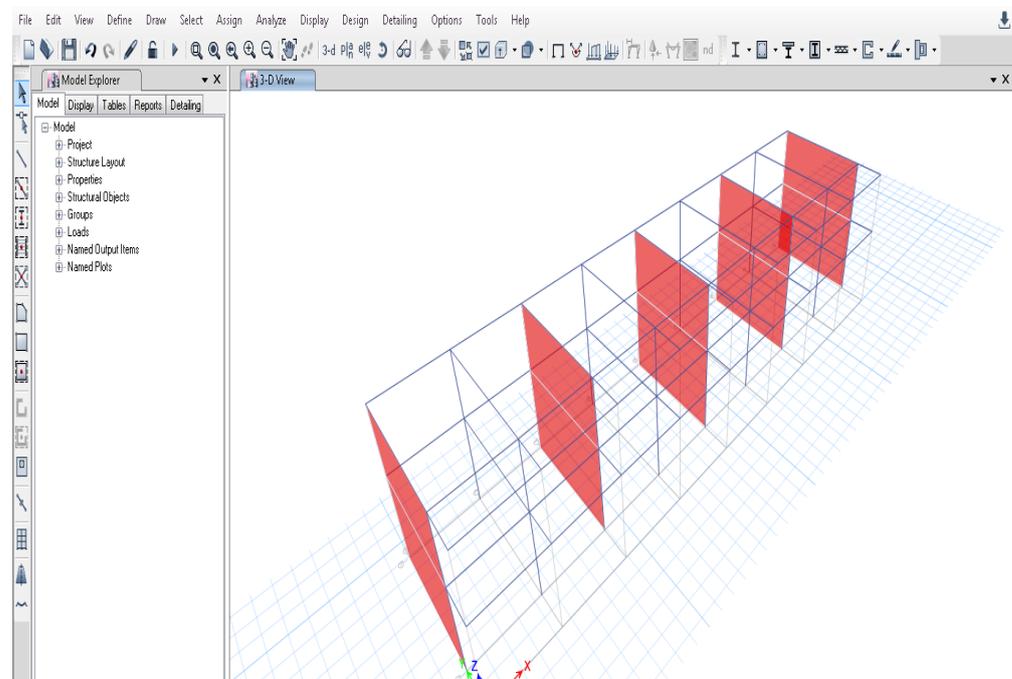
D. Definir losa aligerada y muro de albañilería

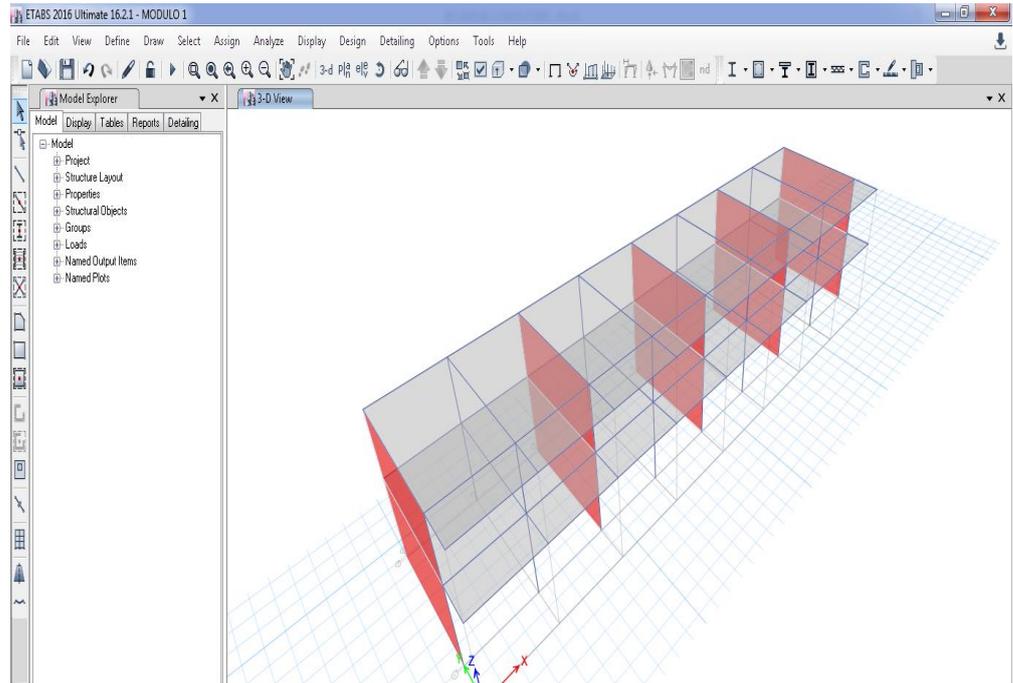


E. Modelado de los elementos Frame (Columnas y Vigas)

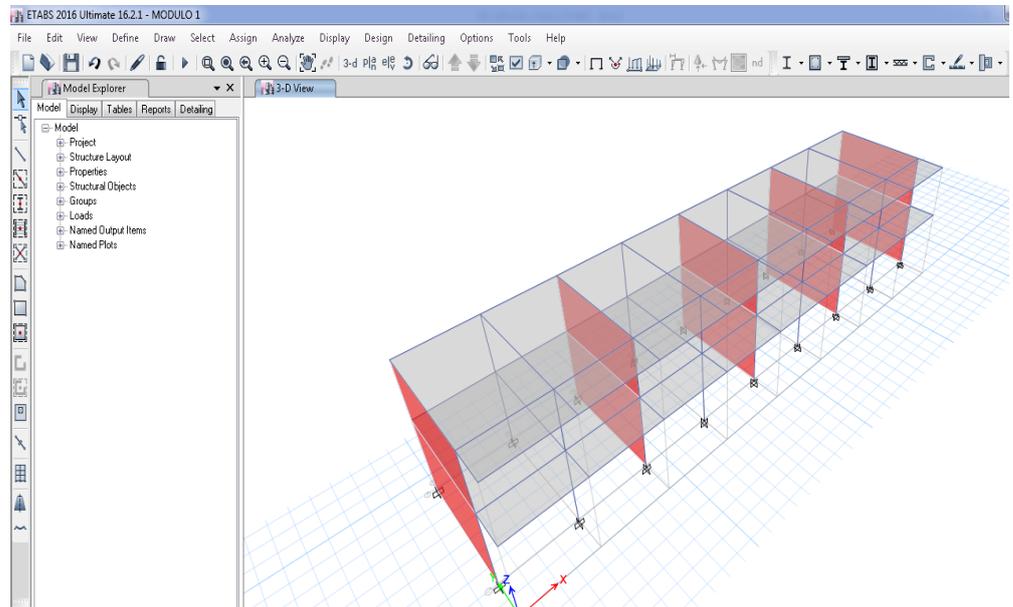


F. Modelado de los elementos Shell (Losa Aligerada y Muro de Albañilería)

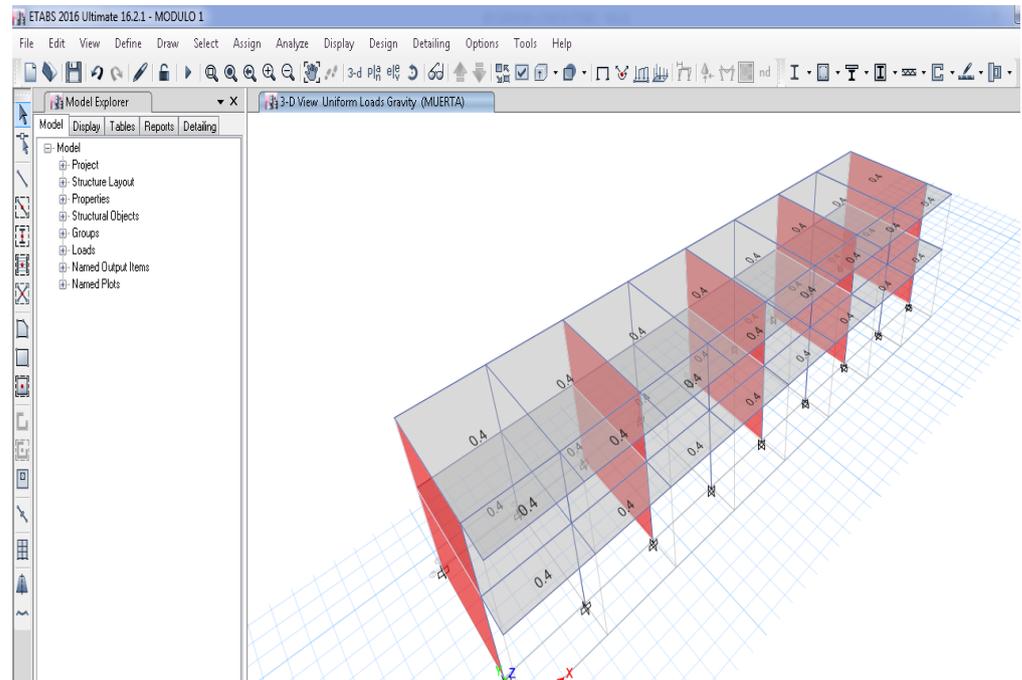
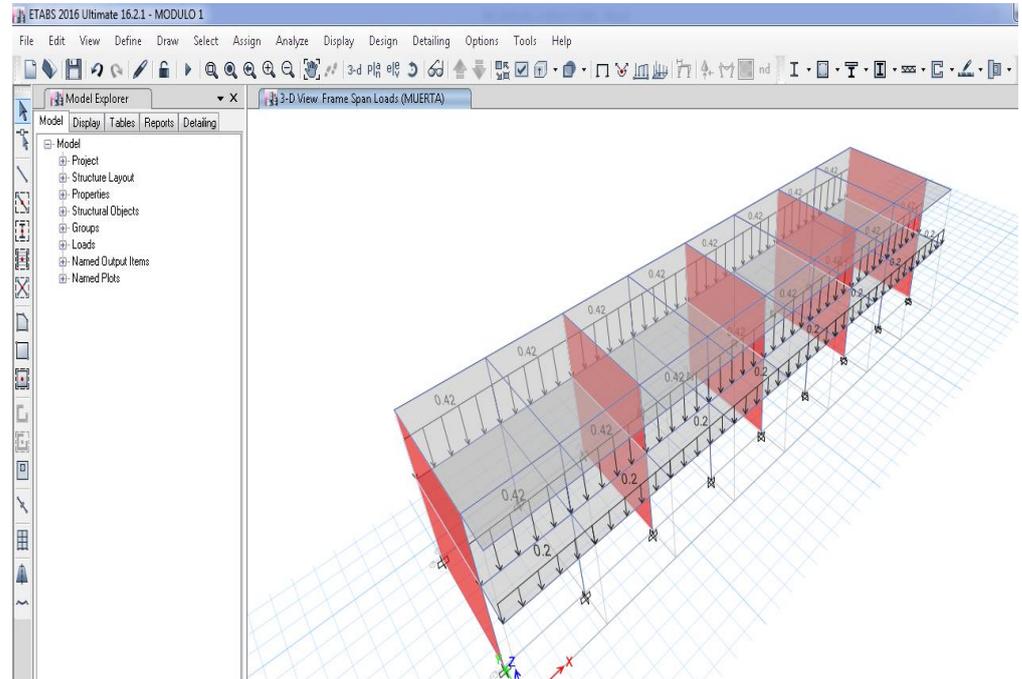


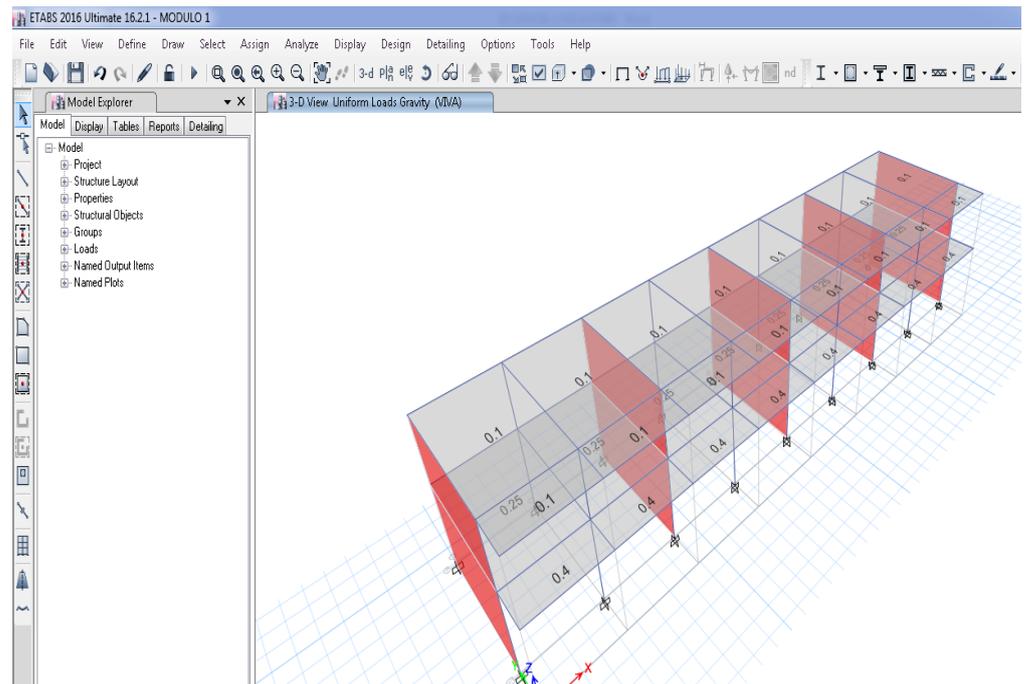


G. Asignación De Empotramiento En Los Apoyos

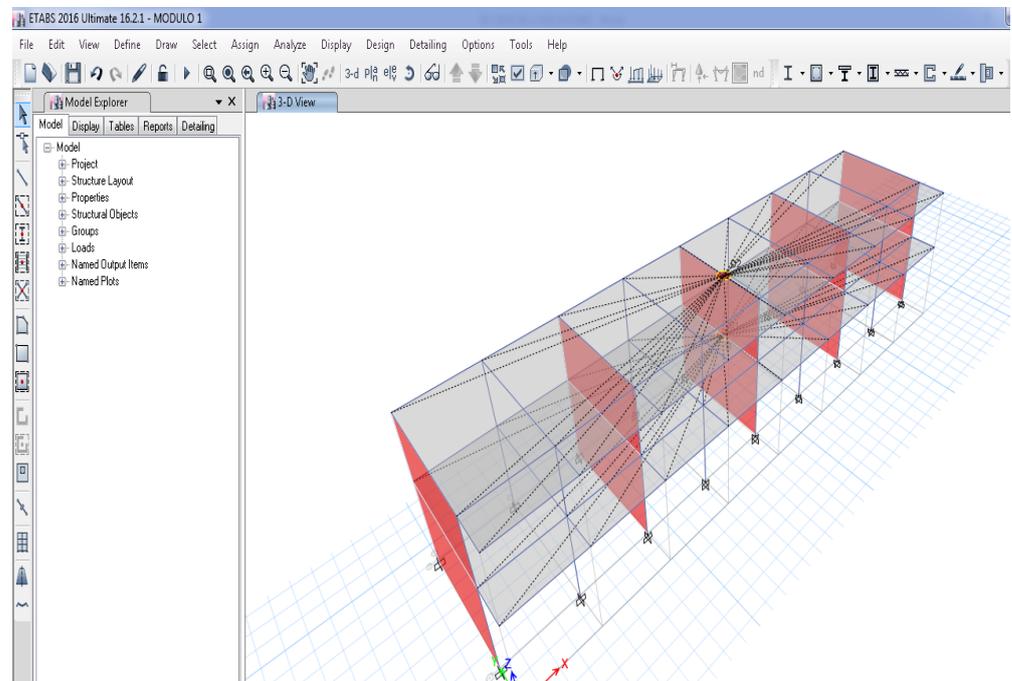


H. Asignación De Cargas Permanentes Y Sobrecargas

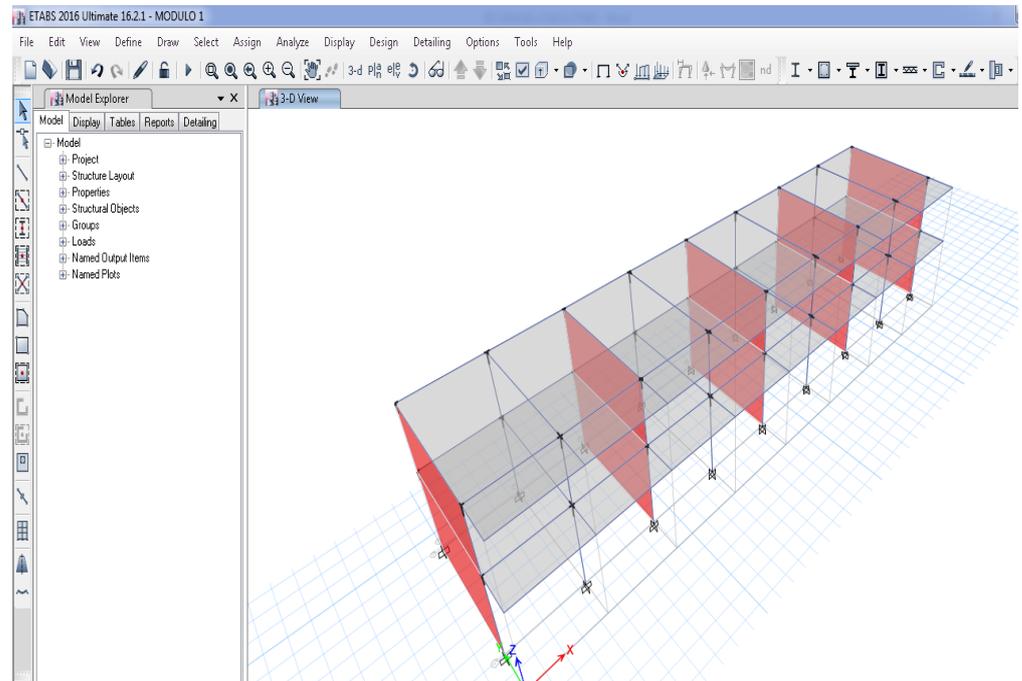




I. Asignación Del Diafragma Rígido

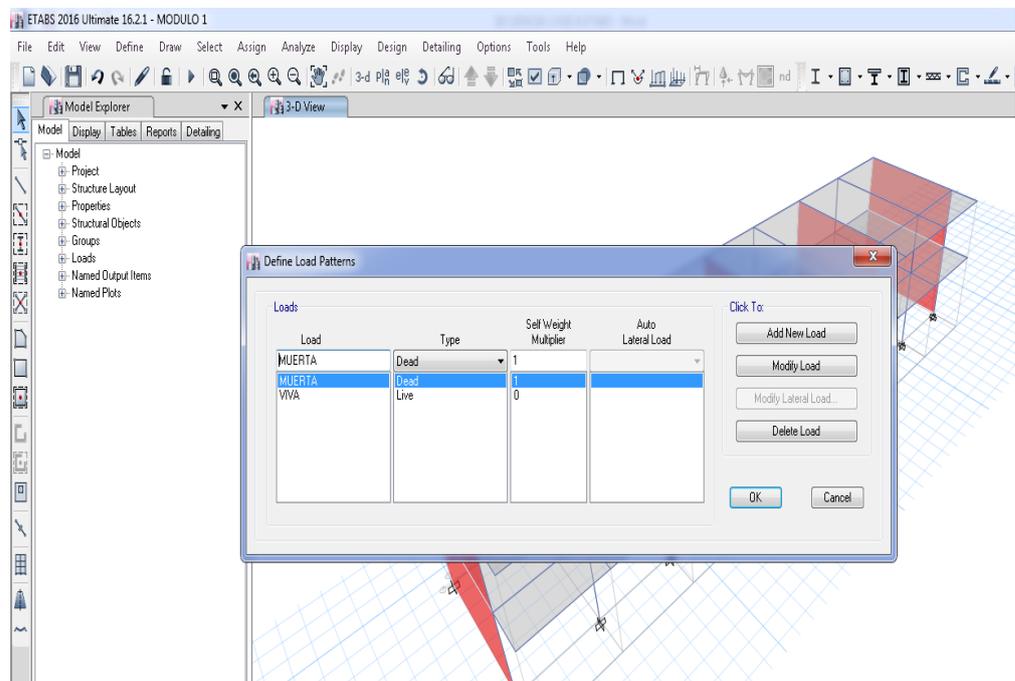


J. Asignación De Brazos Rígidos

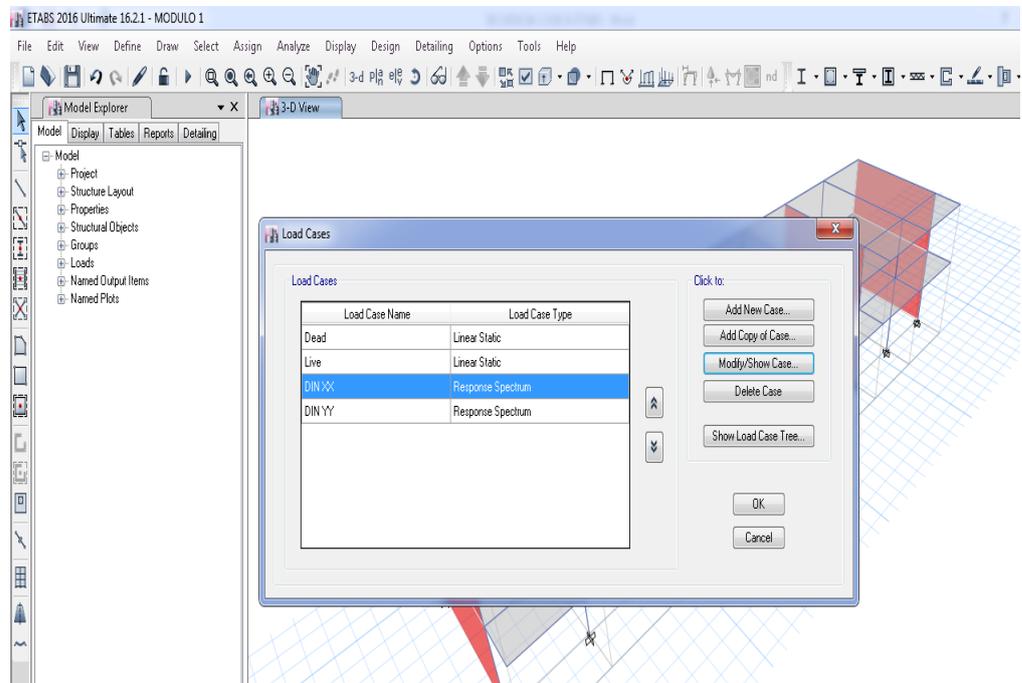


II. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

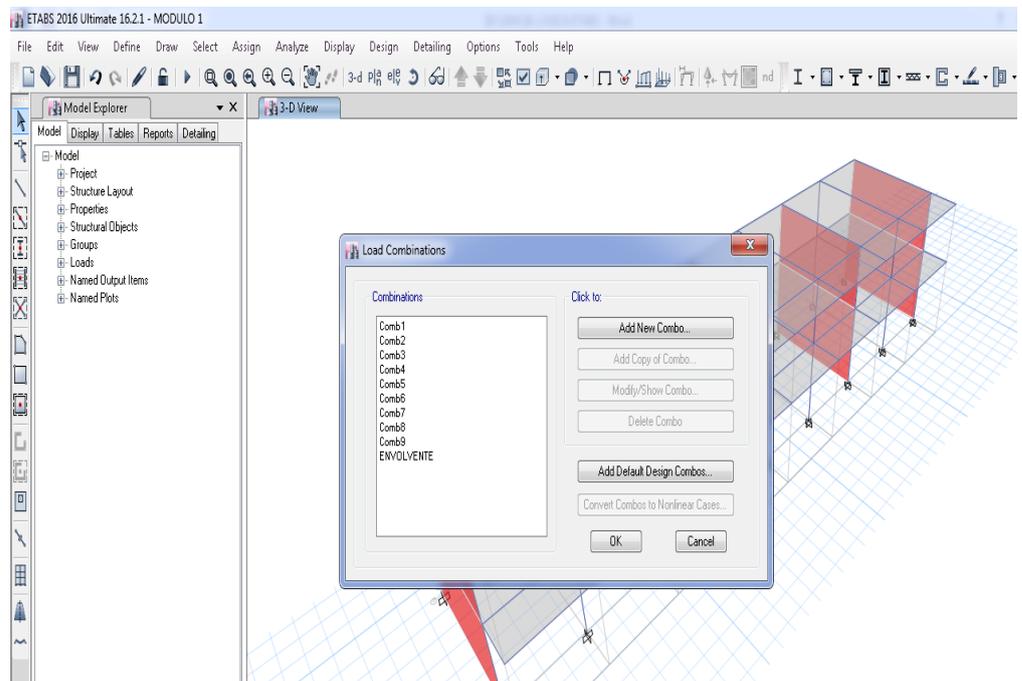
A) Definir patrón de cargas



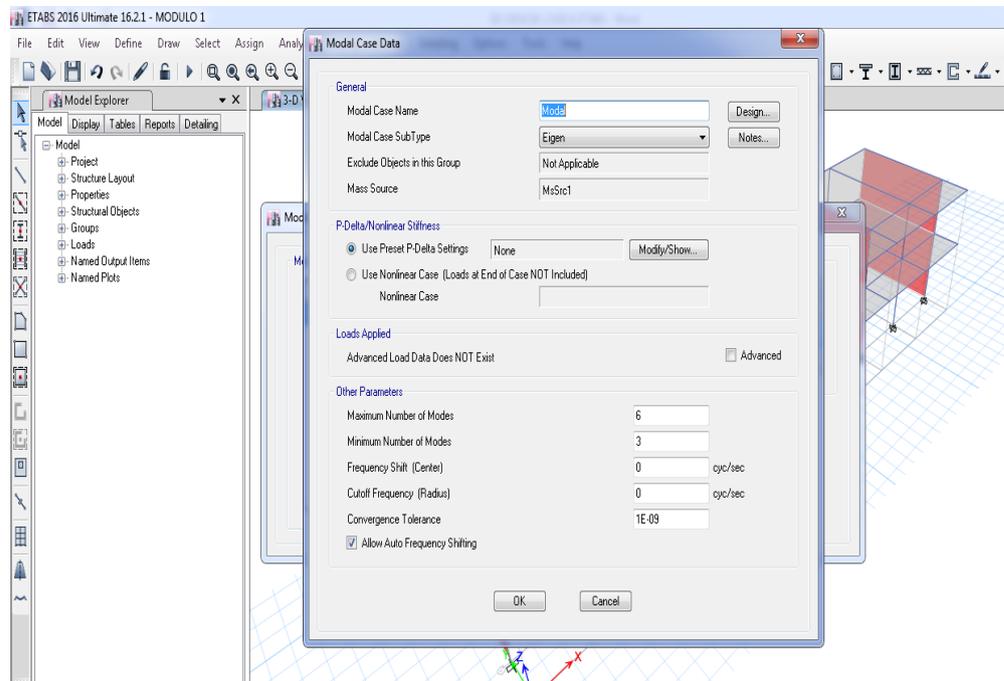
B) Definir casos de carga



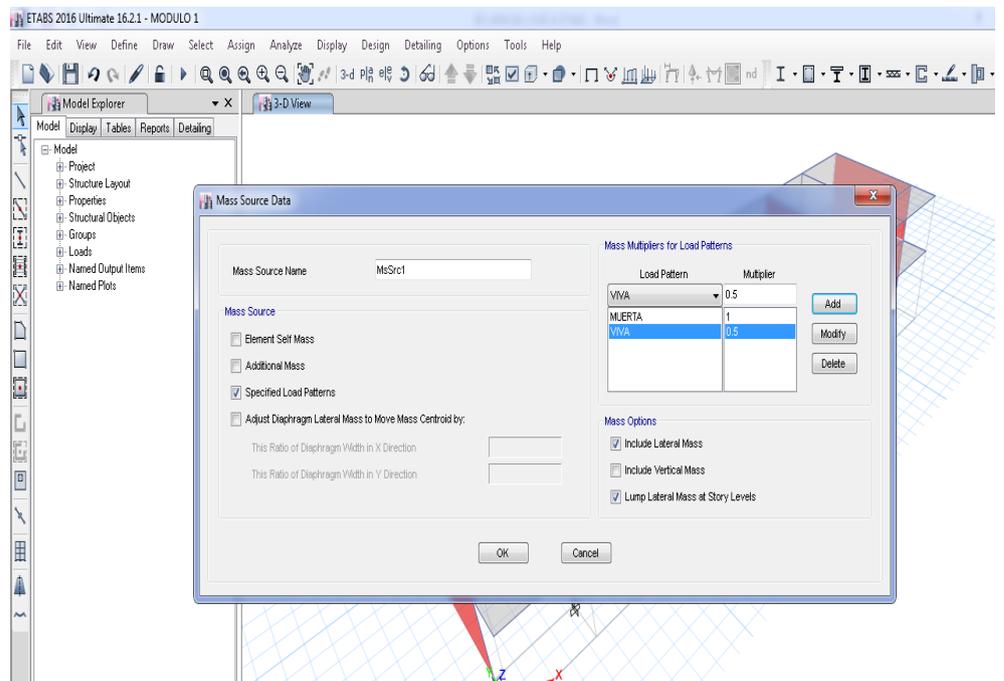
C) Definir combinaciones de carga



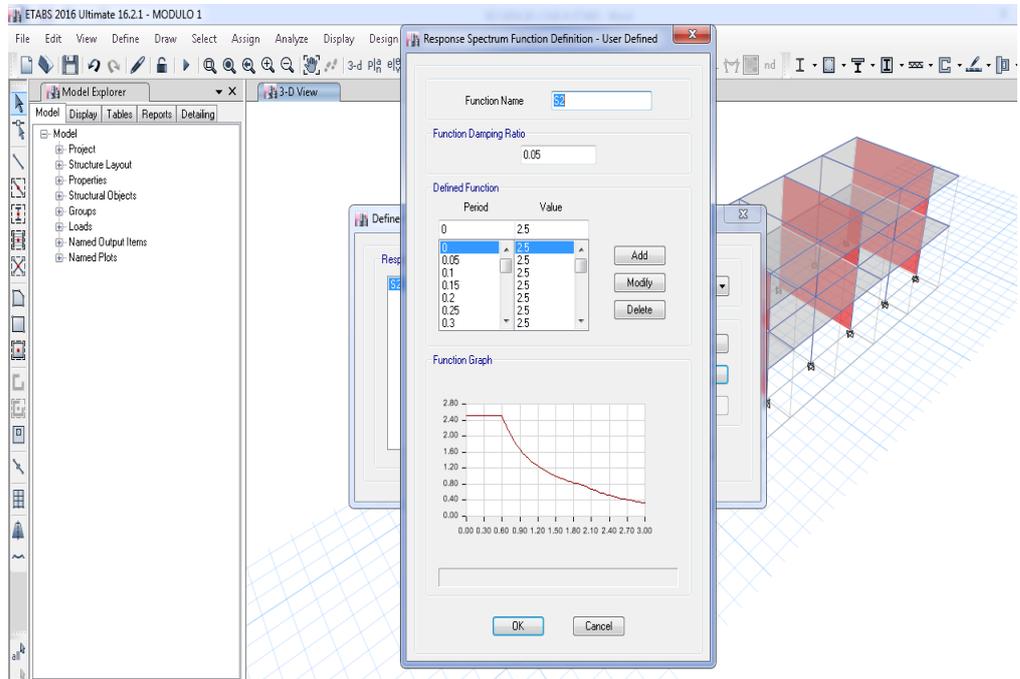
D) Definir casos modales



E) Definir masa participativa (reducción de sobrecarga)

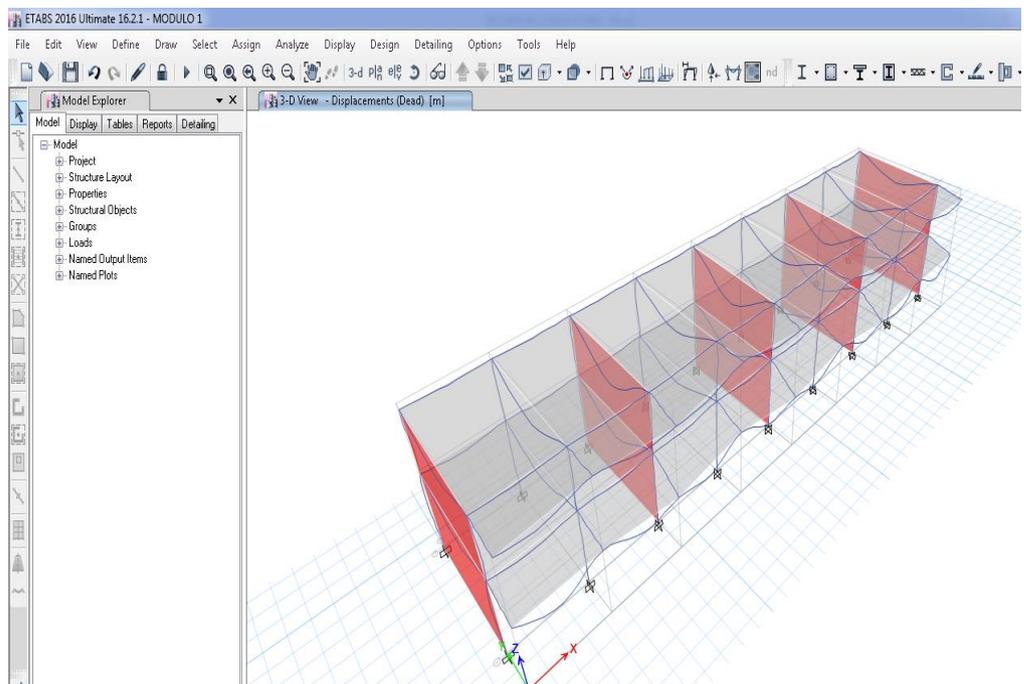


F) Definir espectro de diseño

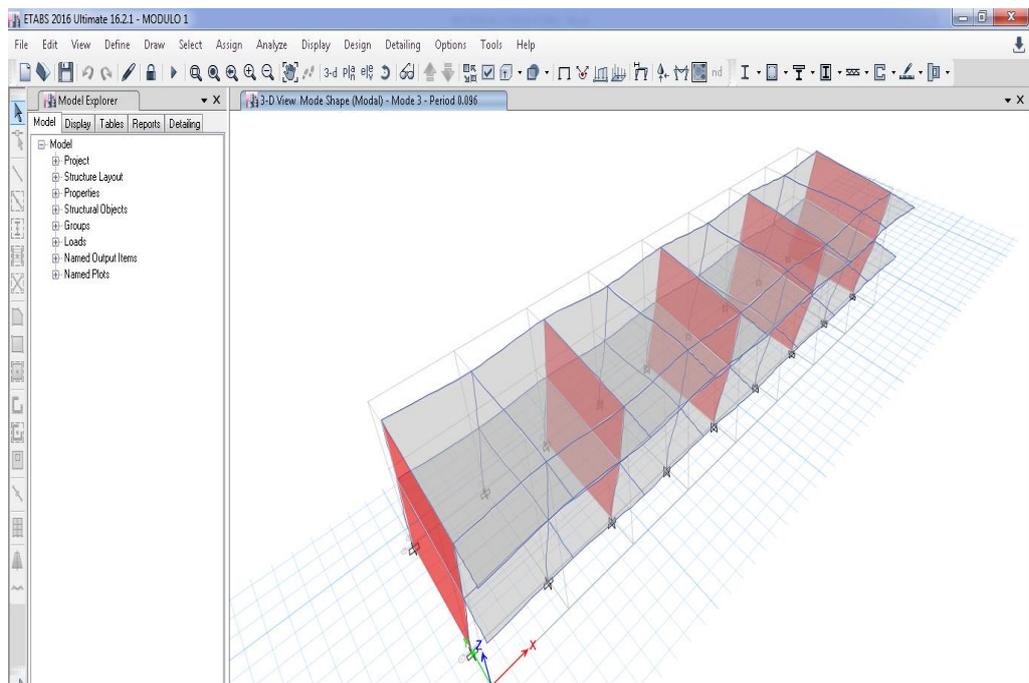
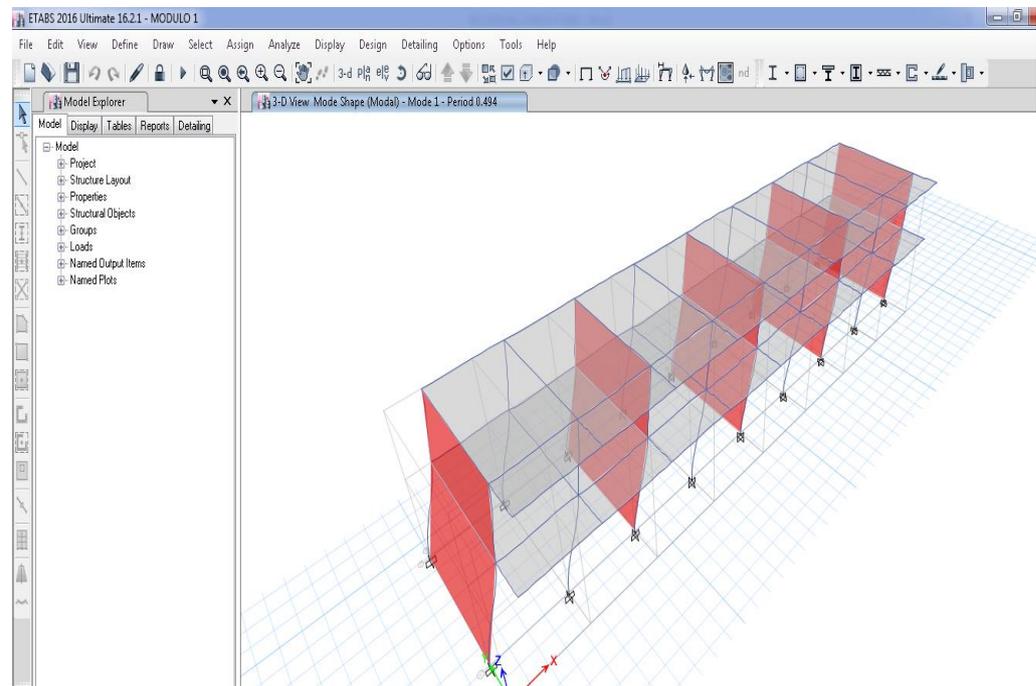


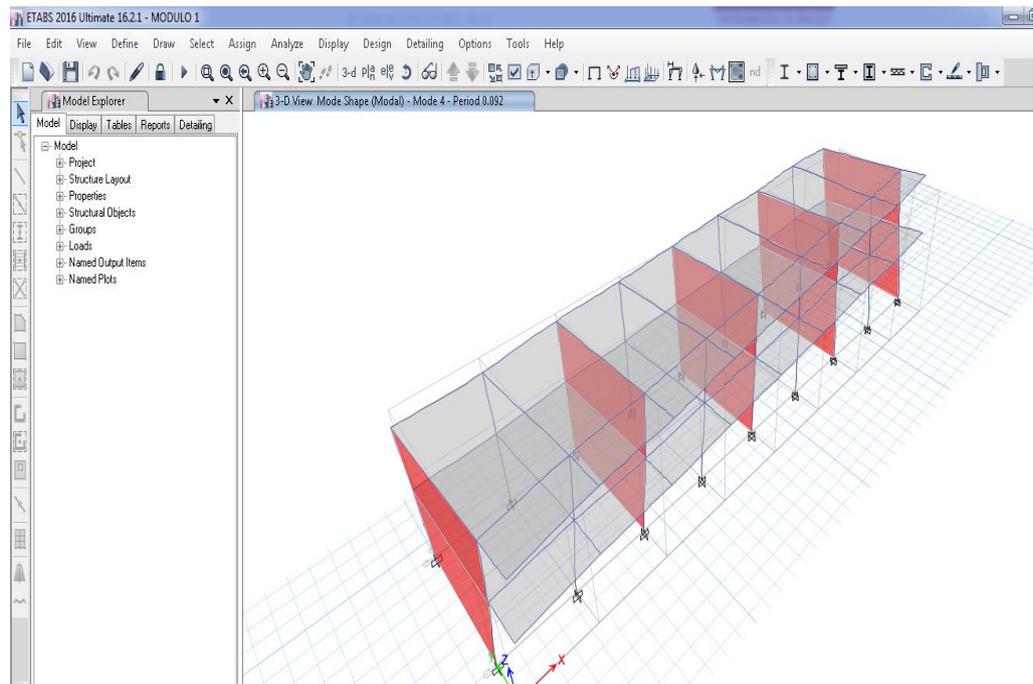
III. Resultados

A. Deformada de la estructura



B. Periodo de vibración





Modal Participating Mass Ratios									
Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	
Modal	1	0.494	0.9767	0	0	0.9767	0	0	
Modal	2	0.147	0.0233	0	0	1	0	0	
Modal	3	0.096	0	0.9492	0	1	0.9492	0	
Modal	4	0.092	0	2.071E-05	0	1	0.9492	0	
Modal	5	0.034	0	0.0508	0	1	1	0	
Modal	6	0.032	0	1.287E-06	0	1	1	0	

C. Distorsiones de entrepiso

Diaphragm Center of Mass Displacements										
Story	Diaphragm	Load Case/Combo	UX m	UY m	RZ rad	Point	X m	Y m		
Story2	D2	DIN XX Max	0.015513	1.424E-08	2E-06	11	18.0211	4.8812	7.9	
Story2	D2	DIN YY Max	4.713E-08	0.001653	3.596E-07	11	18.0211	4.8812	7.9	
Story1	D1	DIN XX Max	0.011404	5.656E-09	1E-06	12	18.0235	5.0652	4.5	
Story1	D1	DIN YY Max	3.381E-08	0.001045	2.264E-07	12	18.0235	5.0652	4.5	

D. Fuerza cortante en la base

Base Reactions									
Load Case/Combo	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	
DIN XX Max	35.8966	0.0001	0	0.0004	221.1182	177.988	0	0	0
DIN YY Max	0.0002	93.1879	0	585.1222	0.0039	1678.5961	0	0	0

APÉNDICE N°5: FORMULARIO PARA LA RECOPIACIÓN DE DATOS

Institución: _____ Bloque: _____

1. Organización del sistema resistente: Foto(s) N°(s): _____

2. Calidad del sistema resistente: Foto(s) N°(s): _____
Homogeneidad de las unidades de albañilería: _____
Verticalidad de los muros de albañilería: _____
Juntas horizontales y verticales de mortero (en cm): _____
3. Resistencia Convencional: Foto(s) N°(s): _____
Número de pisos N: _____
Altura media de los pisos H: _____ m.
4. Posición del edificio y de la cimentación: Foto(s) N°(s): _____

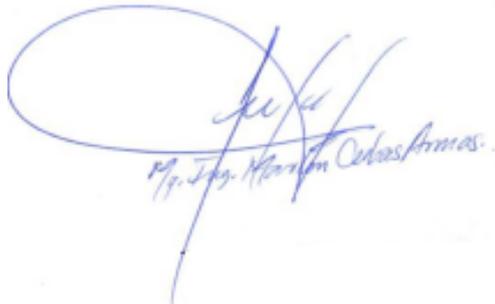
5. Diafragmas horizontales: Foto(s) N°(s): _____

6. Configuración en planta:
L (lado mayor) a (lado menor) b (protuberancia)
 $\beta_1 = a/L$ _____ $\beta_2 = b/L$ _____
7. Configuración en elevación: Foto(s) N°(s): _____

8. Distancia máxima entre los muros L/S: → Desarrollar en gabinete
9. Tipo de cubierta: Foto(s) N°(s): _____

10. Elementos no estructurales: Foto(s) N°(s): _____

11. Estado de conservación: Foto(s) N°(s): _____


 M. J. J. Marín Cobas Armas.

APÉNDICE N°6: Inclinación de terreno

PERFIL TRANSVERSAL DE LA SECCIÓN A-A

PUNTOS DEL B-A		VISTA ADELANTE		VISTA ATRÁS		DISTANCIA(m)	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
ESTACIÓN	PUNTO	Superior	Medio	Superior	Medio				
	BM			1.415	1.400	3	73.000		
	1	1.408	1.400			1.60	73.000	0.91	0.00
	2	1.408	1.389			3.80	73.011	0.91	1.21
	3	1.412	1.389			4.60	73.011	0.915	0.00
	4	1.413	1.385			5.60	73.015	0.915	0.44
	5	1.412	1.381			6.20	73.019	0.915	0.44
	6	1.412	1.375			7.40	73.025	0.915	0.66
	7	1.414	1.372			8.40	73.028	0.915	0.33
	8	1.418	1.369			9.80	73.031	0.915	0.33
E1	9	1.423	1.370			10.60	73.030	0.915	-0.11
	10	1.424	1.365			11.80	73.035	0.915	0.55
	11	1.430	1.368			12.40	73.032	0.915	-0.33
	12	1.431	1.363			13.60	73.037	0.915	0.55
	13	1.449	1.377			14.40	73.023	0.915	-1.53
	14	1.448	1.369			15.80	73.031	0.915	0.87
	15	1.445	1.362			16.60	73.038	0.915	0.77
	16	1.446	1.358			17.60	73.042	0.915	0.44
	17	1.442	1.350			18.40	73.050	0.915	0.87
	18	1.450	1.355			19.00	73.045	0.915	-0.55
	19	1.458	1.357			20.20	73.043	0.915	-0.22

20	1.452	1.345	21.40	73.055	0.915	1.31
21	1.453	1.342	22.20	73.058	0.915	0.33
22	1.459	1.342	23.40	73.058	0.915	0.00
23	1.452	1.332	24.00	73.068	0.915	1.09
24	1.455	1.331	24.80	73.069	0.915	0.11
25	1.462	1.333	25.80	73.067	0.915	-0.22

ESTACIÓN	PUNTOS DEL B-A		VISTA ADELANTE		VISTA ATRÁS		DISTANCIA(m)	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
	PUNTO	Superior	Medio	Superior	Medio					
E1	26	1.463	1.325			27.60	73.075	0.915	0.87	
	27	1.465	1.323			28.40	73.077	0.915	0.22	
	28	1.472	1.326			29.20	73.074	0.915	-0.33	
	29	1.474	1.325			29.80	73.075	0.915	0.11	
	30	1.474	1.322			30.40	73.078	0.915	0.33	
	31	1.477	1.318			31.80	73.082	0.915	0.44	
	32	1.480	1.312			33.60	73.088	0.915	0.66	
	33	1.477	1.305			34.40	73.095	0.915	0.77	
	34	1.483	1.308			35.00	73.092	0.915	-0.33	
	35	1.484	1.307			35.40	73.093	0.915	0.11	
	36	1.488	1.308			36.00	73.092	0.915	-0.11	
	37	1.495	1.310			37.00	73.090	0.915	-0.22	
	38	1.491	1.302			37.80	73.098	0.915	0.87	
	39	1.505	1.309			39.20	73.091	0.915	-0.77	
	40	1.518	1.312			41.20	73.088	0.915	-0.33	

41	1.514	1.304	42.00	73.096	0.915	0.87
42	1.508	1.298	42.00	73.102	0.915	0.66
43	1.513	1.298	43.00	73.102	0.915	0.00
44	1.515	1.292	44.60	73.108	0.915	0.66
45	1.522	1.295	45.40	73.105	0.915	-0.33
46	1.523	1.289	46.80	73.111	0.915	0.66
47	1.528	1.288	48.00	73.112	0.915	0.11
48	1.528	1.283	49.00	73.117	0.915	0.55
49	1.544	1.294	50.00	73.106	0.91	-1.21
26	1.463	1.325	27.60	73.075	0.915	0.87
					TOTAL	2.24

PERFIL TRANSVERSAL DE LA SECCIÓN B-B

PUNTOS DEL B-A		VISTA ADELANTE		VISTA ATRÁS		DISTANCIA(m)	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
ESTACIÓN	PUNTO	Superior	Medio	Superior	Medio				
	BM			1.415	1.400	3	73.000		
	1		1.382				73.018	1.07	-1.68
	2		1.405				72.995	1.00	-2.30
	3		1.425				72.975	1.04	-1.92
	4		1.438				72.962	0.99	-1.31
	5		1.448				72.952	1.02	-0.98
	6		1.465				72.935	0.97	-1.75
	7		1.478				72.922	1.03	-1.26
	8		1.496				72.904	1.00	-1.80
	9		1.502				72.898	0.96	-0.63
E1	10		1.514				72.886	0.98	-1.22
	11		1.533				72.867	1.05	-1.81
	12		1.547				72.853	1.00	-1.40
	13		1.559				72.841	1.02	-1.18
	14		1.572				72.828	0.98	-1.33
	15		1.591				72.809	1.04	-1.83
	16		1.598				72.802	1.04	-0.67
	17		1.618				72.782	0.97	-2.06
	18		1.633				72.767	1.00	-1.50
	19		1.635				72.765	1.01	-0.20
	20		1.654				72.746	0.92	-2.07

21		1.670			72.730	0.98	-1.63
22		1.673			72.727	1.00	-0.30
23	1.783	1.685		19.60	72.715	1.02	-1.18
24	1.800	1.710		18.00	72.690	0.99	-2.53
25	1.825	1.725		20.00	72.675	1.01	-1.49

PUNTOS DEL B-A		VISTA ADELANTE		VISTA ATRÁS		DISTANCIA(m)	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
ESTACIÓN	PUNTO	Superior	Medio	Superior	Medio				
E1	26	1.849	1.735			22.80	72.665	1.00	-1.00
	27	1.865	1.750			23.00	72.650	1.00	-1.50
	28	1.883	1.762			24.20	72.638	1.00	-1.20
	29	1.902	1.772			26.00	72.628	1.00	-1.00
	30	1.915	1.787			25.60	72.613	1.00	-1.50
	31	1.927	1.802			25.00	72.598	1.00	-1.50
	32	1.952	1.802			30.00	72.598	1.00	0.00
	33	1.965	1.807			31.60	72.593	0.98	-0.51
	34	1.985	1.822			32.60	72.578	1.00	-1.50
	35	2.010	1.835			35.00	72.565	0.99	-1.31
	36	2.025	1.850			35.00	72.550	1.05	-1.43
	37	2.043	1.867			35.20	72.533	0.99	-1.72
	38	2.058	1.882			35.20	72.518	1.01	-1.49
	39	2.088	1.902			37.20	72.498	1.02	-1.96
	40	2.137	1.940			39.40	72.460	1.00	-3.80
	41	2.152	1.950			40.40	72.450	1.00	-1.00

	42	2.165	1.960		41.00	72.440	0.94	-1.06
	43	2.188	1.980		41.60	72.420	2.03	-0.99
	43	1.031		0.784	49.40	72.420		
	44	1.052	0.803		49.80	72.401	1.94	-0.98
	45	1.101	0.862		47.80	72.342	2.05	-2.88
	46	1.111	0.892		43.80	72.312	1.95	-1.54
E2	47	1.131	0.921		42.00	72.283	2.04	-1.42
	48	1.143	0.948		39.00	72.256	1.99	-1.36
	49	1.169	0.977		38.40	72.227	2.04	-1.42
	50	1.189	1.004		37.00	72.200	1.96	-1.38
	51	1.200	1.025		35.00	72.179	2.03	-1.03
	52	1.231	1.068		32.60	72.136	1.96	-2.19
	53	1.248	1.093		31.00	72.111	2.03	-1.23
	54	1.271	1.129		28.40	72.075	1.98	-1.82

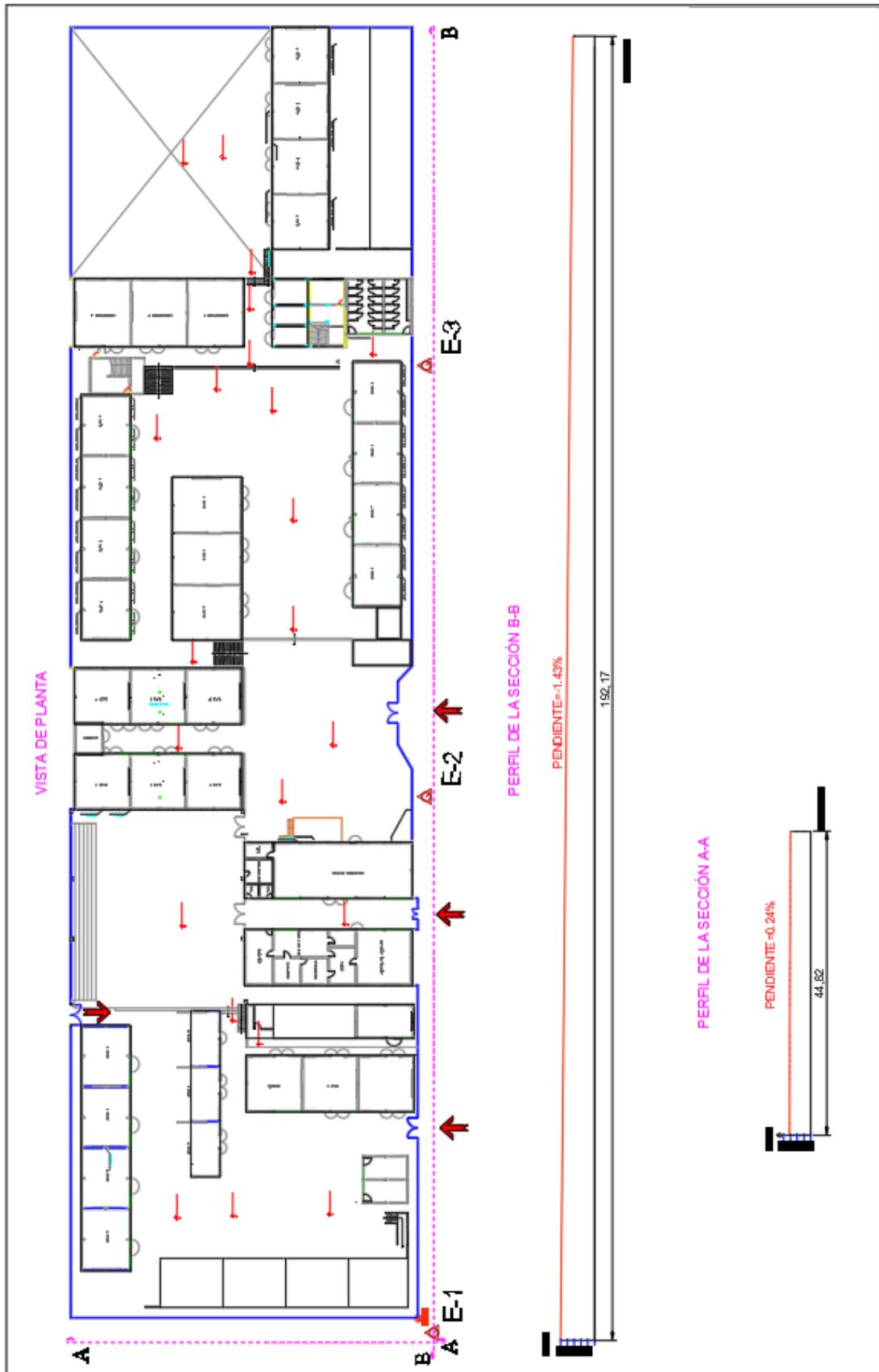
PUNTOS DEL B-A		VISTA ADELANTE		VISTA ATRÁS		DISTANCIA(m)	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
ESTACIÓN	PUNTO	Superior	Medio	Superior	Medio				
	55	1.286	1.151			27.00	72.053	2.03	-1.08
	56	1.308	1.183			25.00	72.021	1.99	-1.61
	57	1.325	1.211			22.80	71.993	2.02	-1.39
E2	58	1.347	1.243			20.80	71.961	1.99	-1.61
	59	1.371	1.279			18.40	71.925	2.03	-1.77
	60	1.376	1.292			16.80	71.912	1.97	-0.66
	61	1.401	1.327			14.80	71.877	2.02	-1.73

62	1.407	1.344	12.60	71.860	1.97	-0.86
63	1.417	1.362	11.00	71.842	2.06	-0.87
64	1.421	1.375	9.20	71.829	2.96	-0.44
65	1.437	1.401	7.20	71.803	2.00	-1.30
66	1.463	1.436	5.40	71.768	2.00	-1.75
67	1.422	1.455	-6.60	71.749	2.03	-0.94
68	1.498	1.485	2.60	71.719	2.00	-1.50
69	1.526	1.513	2.60	71.691	1.99	-1.41
70	1.562	1.543	3.80	71.661	2.00	-1.50
71	1.606	1.576	6.00	71.628	1.99	-1.66
72	1.639	1.602	7.40	71.602	2.00	-1.30
73	1.676	1.628	9.60	71.576	2.00	-1.30
74	1.708	1.650	11.60	71.554	2.00	-1.10
75	1.739	1.672	13.40	71.532	2.01	-1.09
76	1.768	1.693	15.00	71.511	1.99	-1.06
77	1.810	1.723	17.40	71.481	1.99	-1.51
78	1.847	1.752	19.00	71.452	2.00	-1.45
79	1.878	1.772	21.20	71.432	2.01	-1.00
80	1.880	1.774	21.20	71.430	2.00	-0.10
81	1.907	1.794	22.60	71.410	2.00	-1.00
82	1.952	1.828	24.80	71.376	1.97	-1.73
83	1.995	1.850	29.00	71.354	2.01	-1.09
84	2.024	1.880	28.80	71.324	1.98	-1.52

PUNTOS DEL B-A		VISTA ADELANTE		VISTA ATRÁS		DISTANCIA(m)	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
ESTACIÓN	PUNTO	Superior	Medio	Superior	Medio				
E2	85	2.058	1.902			31.20	71.302	2.02	-1.09
	86	2.092	1.922			34.00	71.282	1.96	-1.02
	87	2.126	1.952			34.80	71.252	2.02	-1.49
	88	2.152	1.968			36.80	71.236	1.99	-0.80
	89	2.202	2.003			39.80	71.201	1.99	-1.76
	90	1.248			1.132	23.20	71.201		
	91	1.262	1.163			19.80	71.170	1.99	-1.56
	92	1.293	1.203			18.00	71.130	2.02	-1.98
	93	1.306	1.223			16.60	71.110	1.96	-1.02
	94	1.341	1.269			14.40	71.064	2.03	-2.27
E3	95	1.353	1.293			12.00	71.040	1.99	-1.21
	96	1.382	1.332			10.00	71.001	2.00	-1.95
	97	1.398	1.356			8.40	70.977	2.00	-1.20
	98	1.427	1.396			6.20	70.937	2.02	-1.98
	99	1.438	1.417			4.20	70.916	1.96	-1.07
	100	1.461	1.448			2.60	70.885	1.99	-1.56
	101	1.478	1.472			1.20	70.861	1.99	-1.21
	102	1.521	1.509			2.40	70.824	2.01	-1.84
	103	1.552	1.533			3.80	70.800	2.00	-1.20
	104	1.586	1.556			6.00	70.777	1.99	-1.16
	105	1.626	1.587			7.80	70.746	2.00	-1.55
	106	1.675	1.627			9.60	70.706	2.00	-2.00

107	1.736	1.657	15.80	70.676	1.99	-1.51
108	1.756	1.686	14.00	70.647	2.00	-1.45
109	1.795	1.715	16.00	70.618	1.99	-1.46
110	1.831	1.743	17.60	70.590	2.00	-1.40
111	1.877	1.780	19.40	70.553	2.00	-1.85
112	1.918	1.809	21.80	70.524	2.02	-1.44
113	1.958	1.838	24.00	70.495	1.99	-1.46
114	1.995	1.866	25.80	70.467	1.97	-1.42

PUNTOS DEL B-A		VISTA ADELANTE		VISTA ATRÁS		DISTANCIA(m)	COTA	DISTANCIA	PENDIENTE
ESTACIÓN	PUNTO	Superior	Medio	Superior	Medio				
	115	2.028	1.891			27.40	70.442	2.00	-1.25
	116	2.072	1.925			29.40	70.408	2.01	-1.69
	117	2.111	1.952			31.80	70.381	2.00	-1.35
	118	2.175	2.012			32.60	70.321	1.19	-5.04
							TOTAL	192.17	-1.43



ANEXOS

ANEXO N°1. Fotografías de los ensayos realizados.



Figura. N°49. Realizando Límite Líquido.



Figura. N°50. Realizando Límite Plástico.



Figura. N°51. Realizando Excavación de Calicata.



Figura. N°52. Realizando Granulometría.



Figura. N°53. Realizando Parámetros de Benediti Pretini.



Figura. N°54. Realizando ensayo de Esclerometría.



Figura. N°55. Esclerómetro.



Figura. N°56. Medición del nivel del terreno



Figura. N°57. Inclinación del terreno con GPS

ANEXO N°2. Planos de I.E Liceo Trujillo

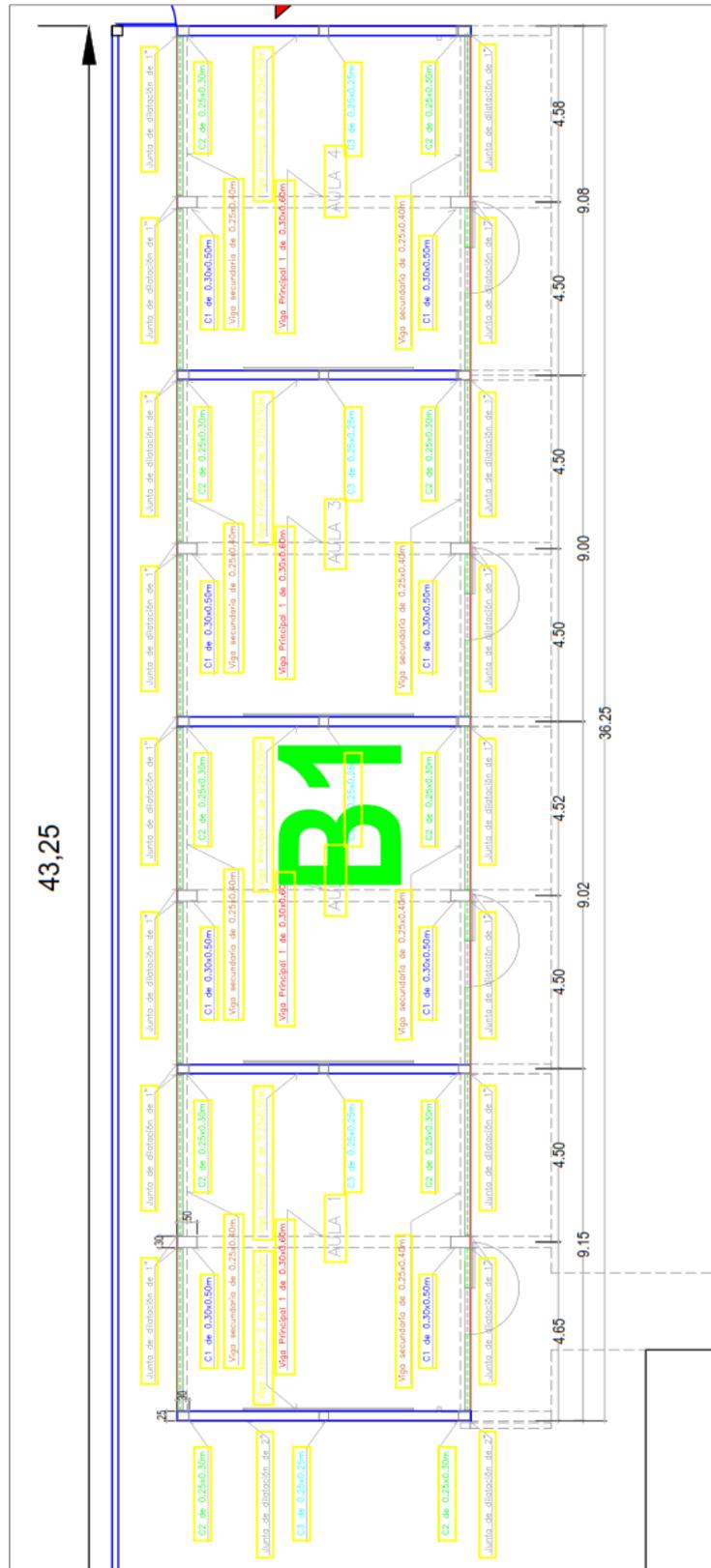


Figura. N°58. Plano distribución pabellón B-1

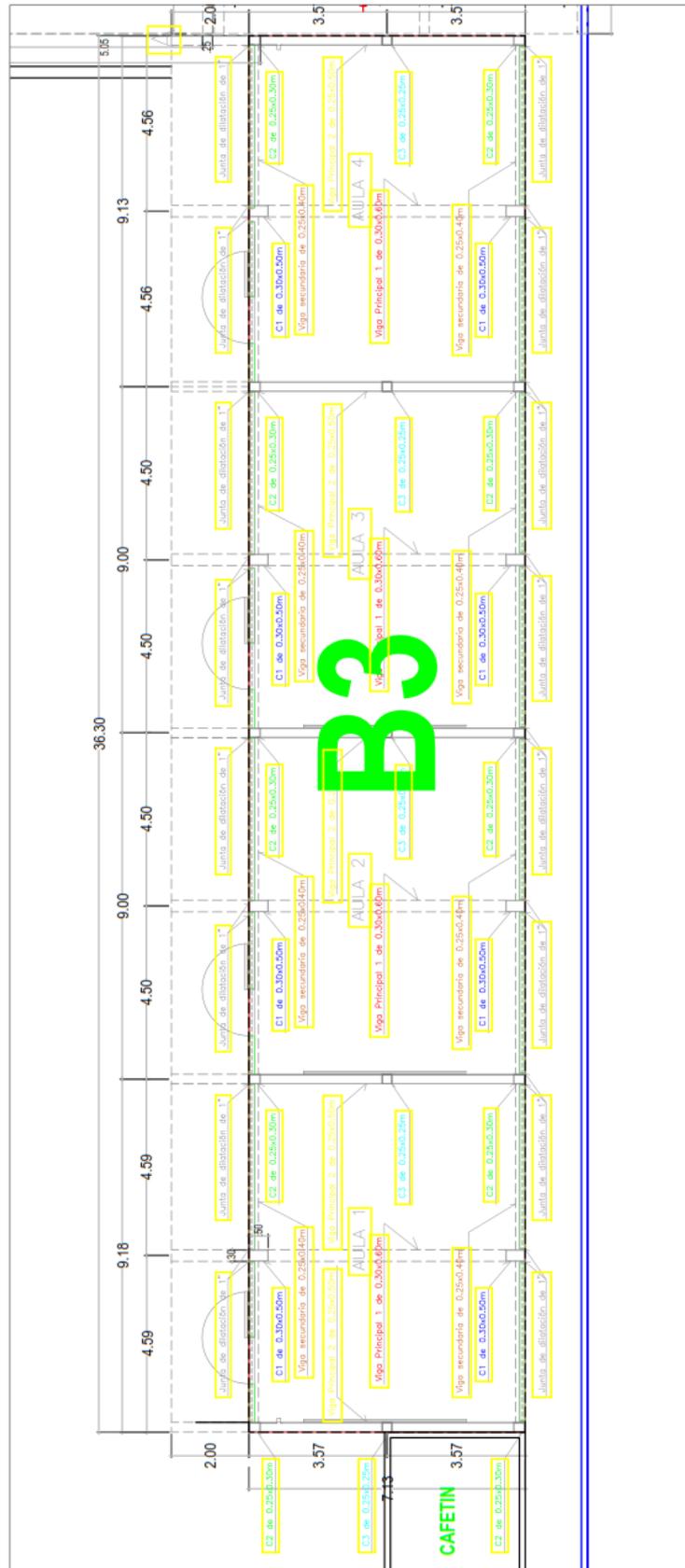


Figura. N°60. Plano distribución pabellón B-3

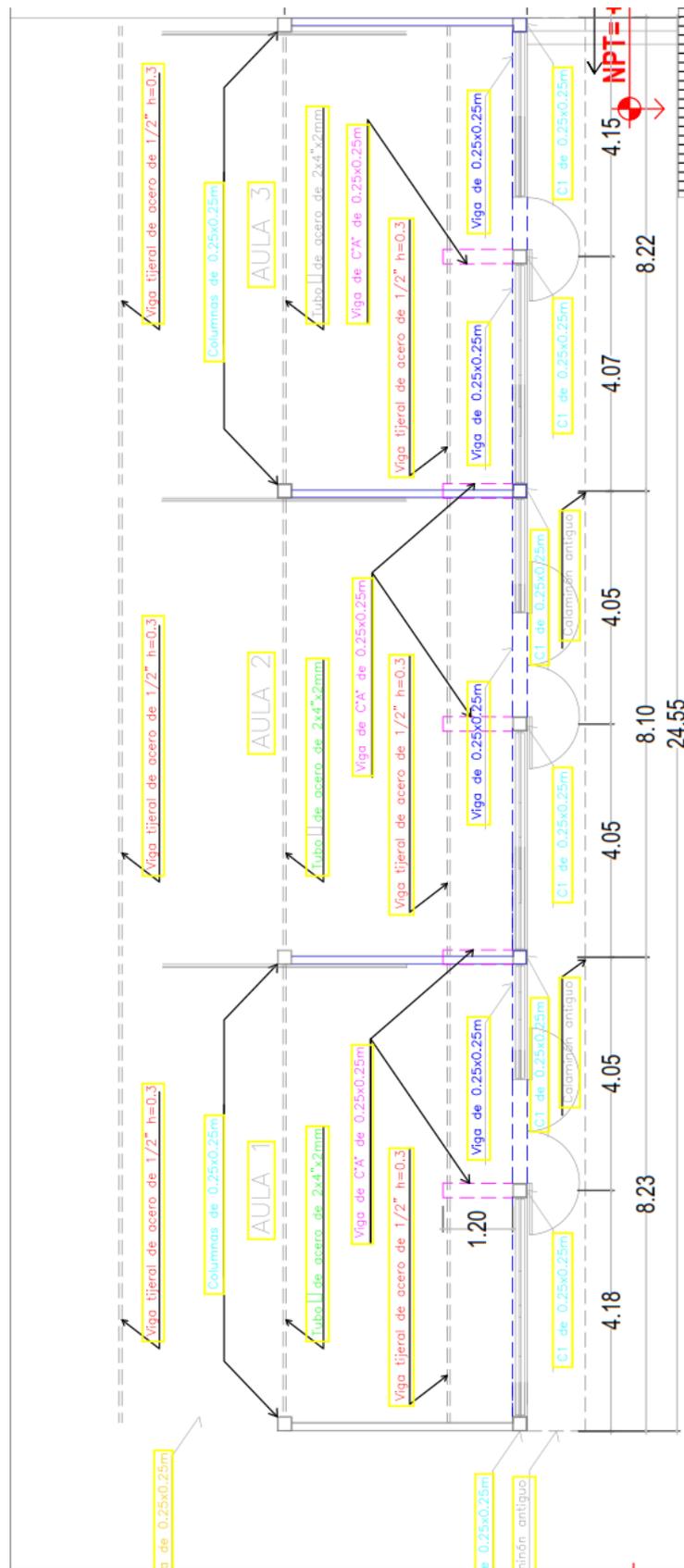


Figura. N°61. Plano distribución pabellón A-1

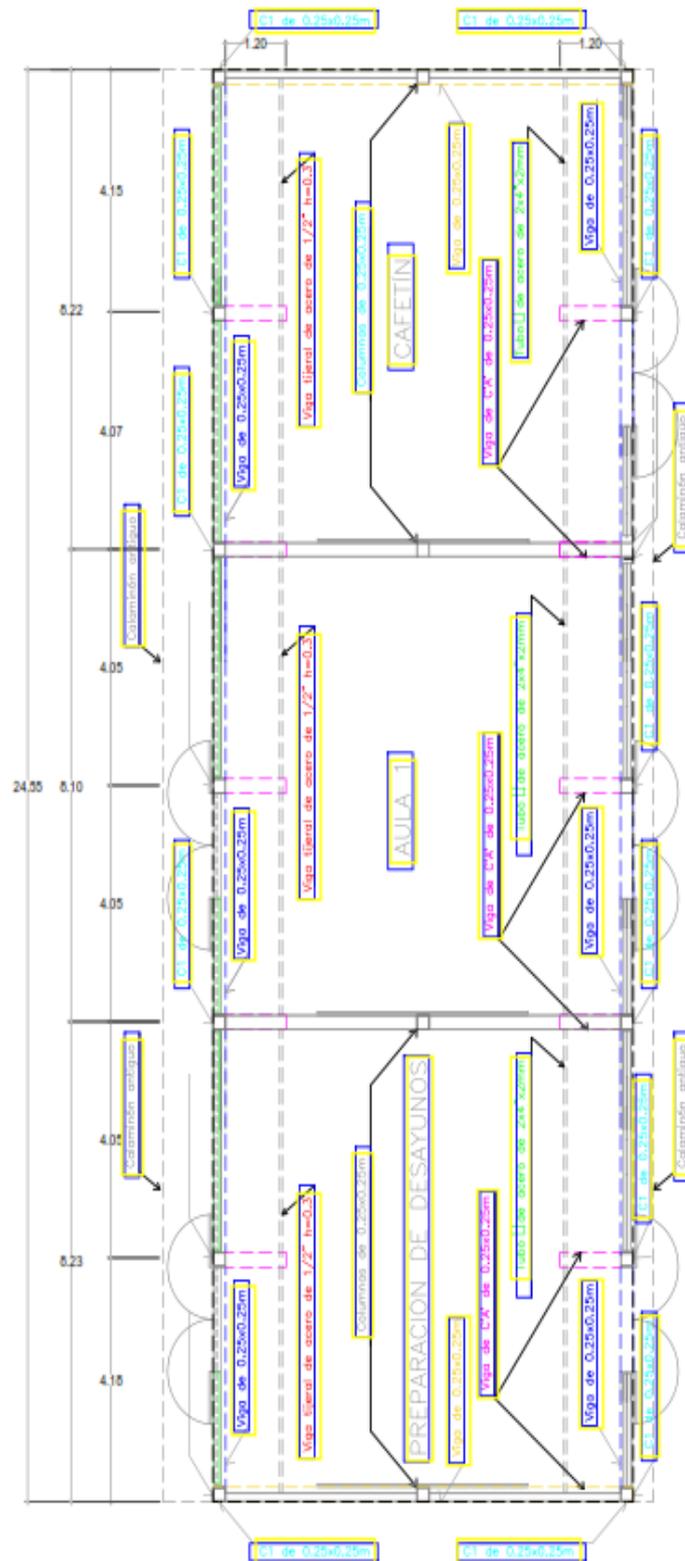


Figura. N°62. Plano distribución pabellón A-2

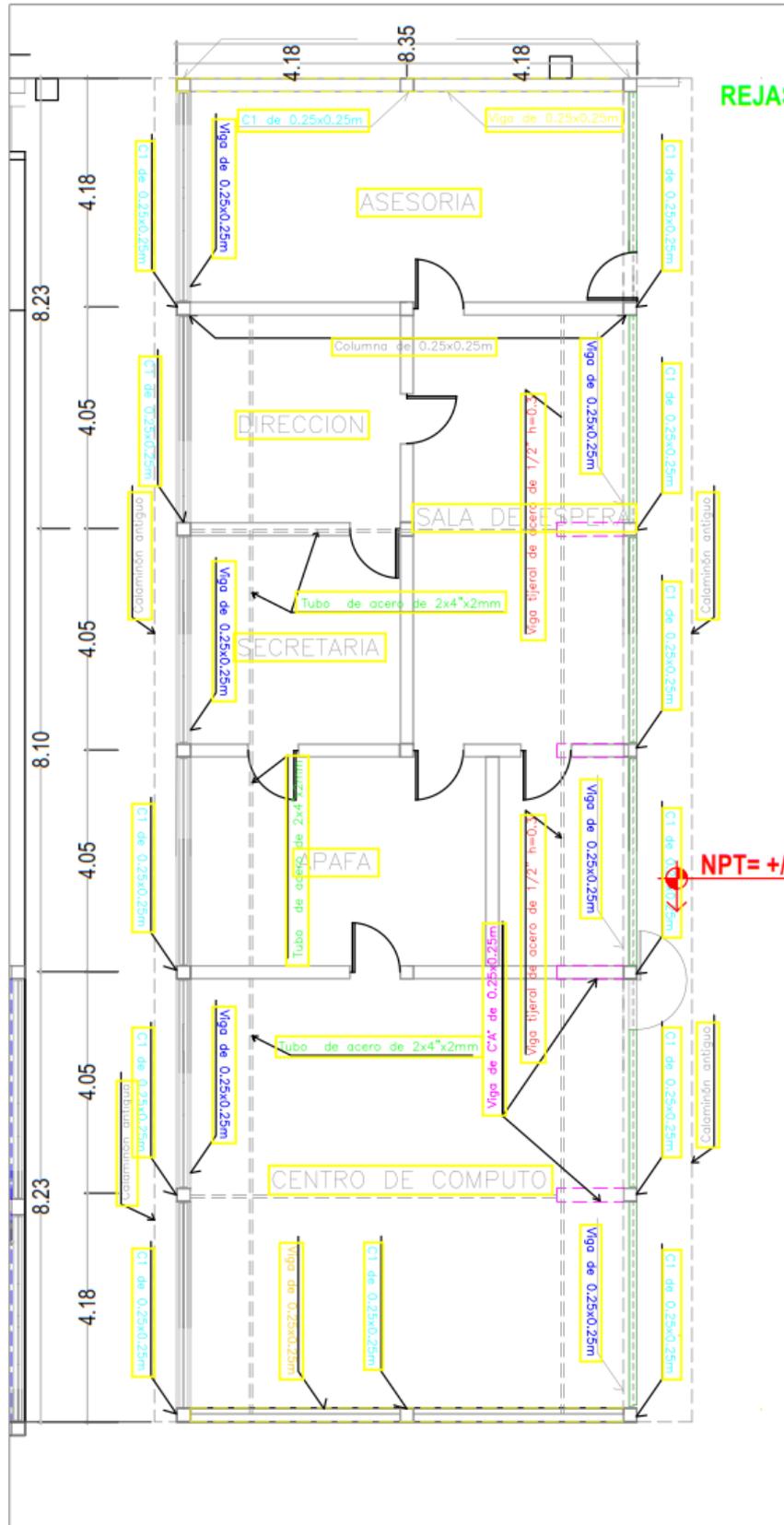


Figura. N°63. Plano distribución pabellón A-3

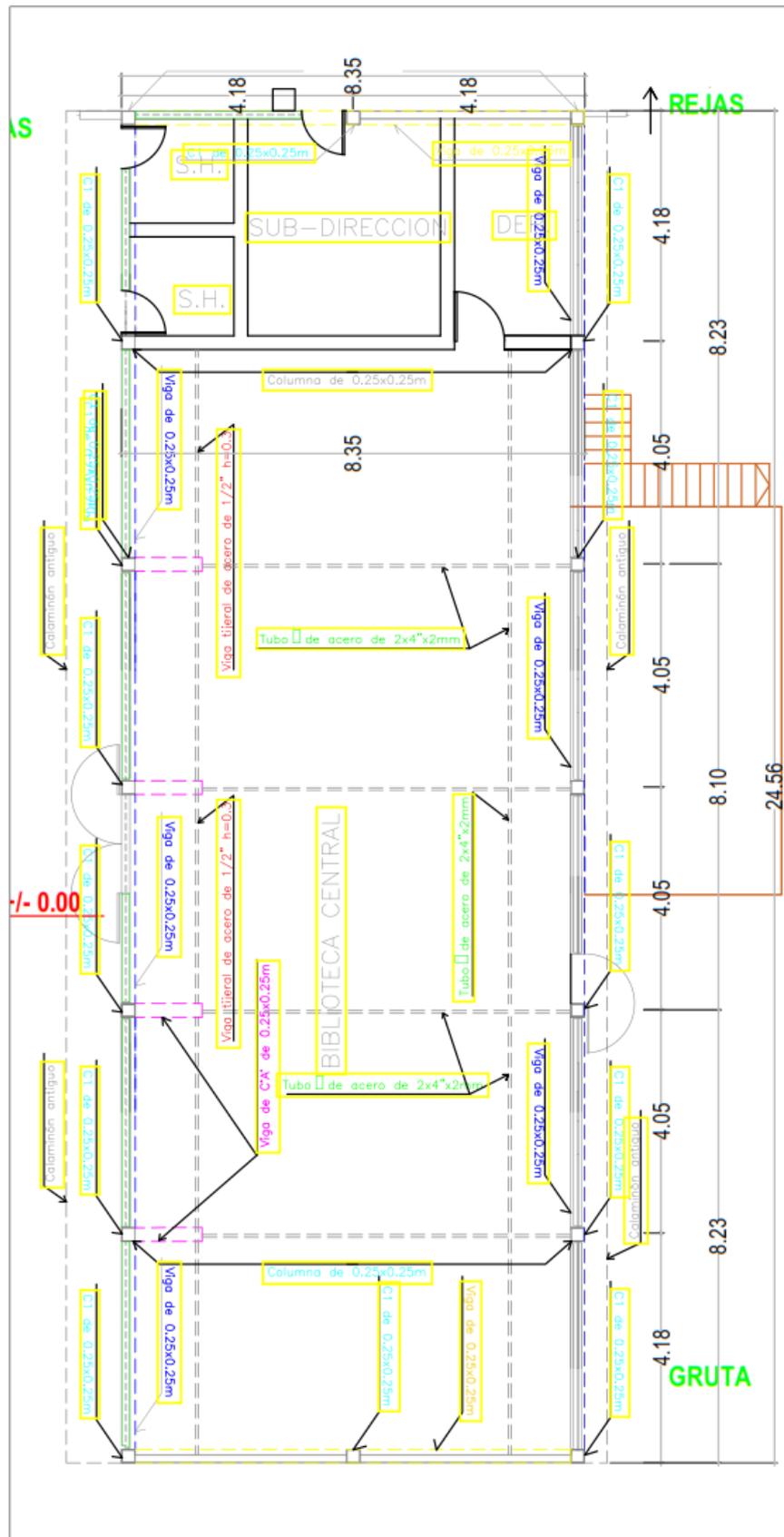


Figura. N°64. Plano distribución pabellón A-4

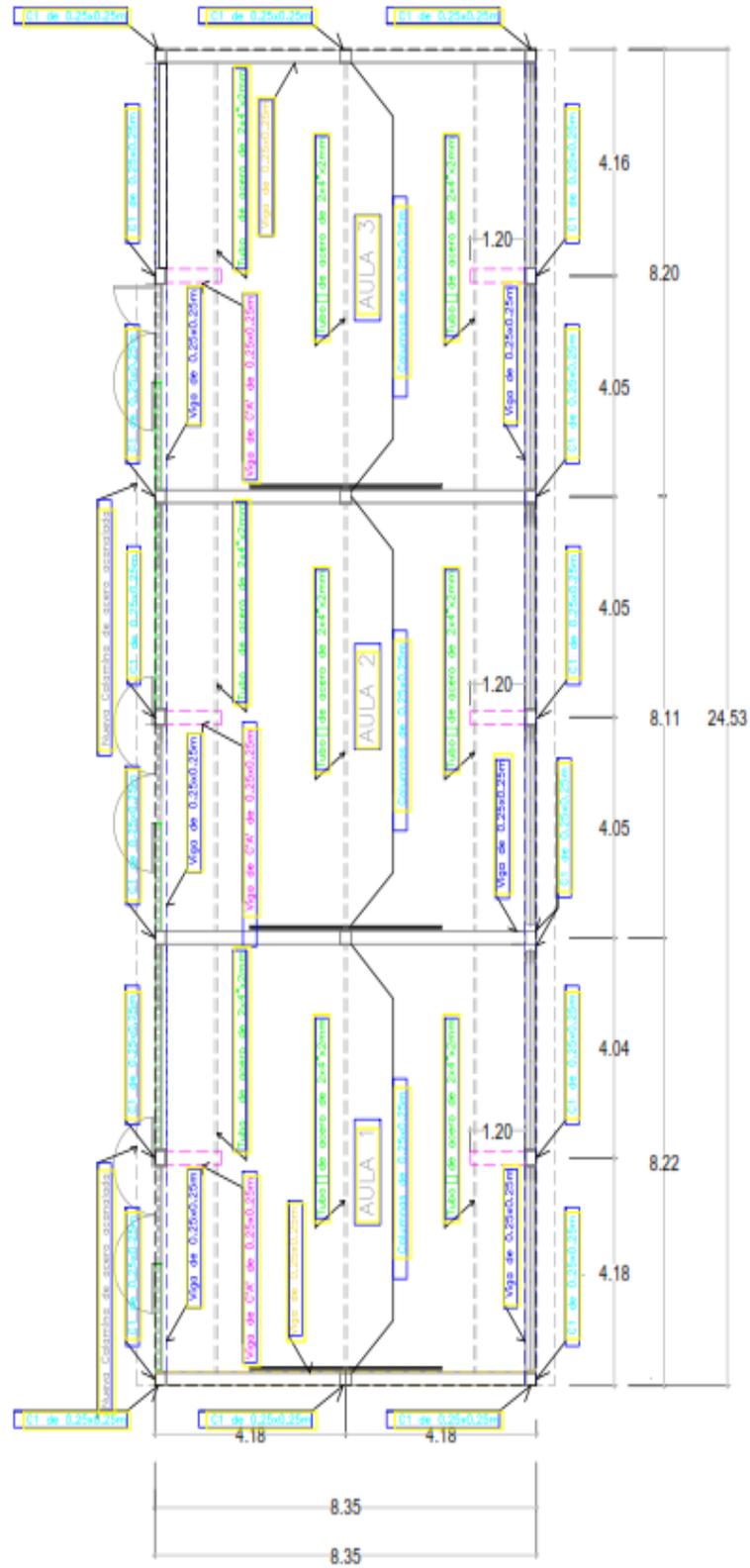


Figura. N°65. Plano distribución pabellón A-5-1

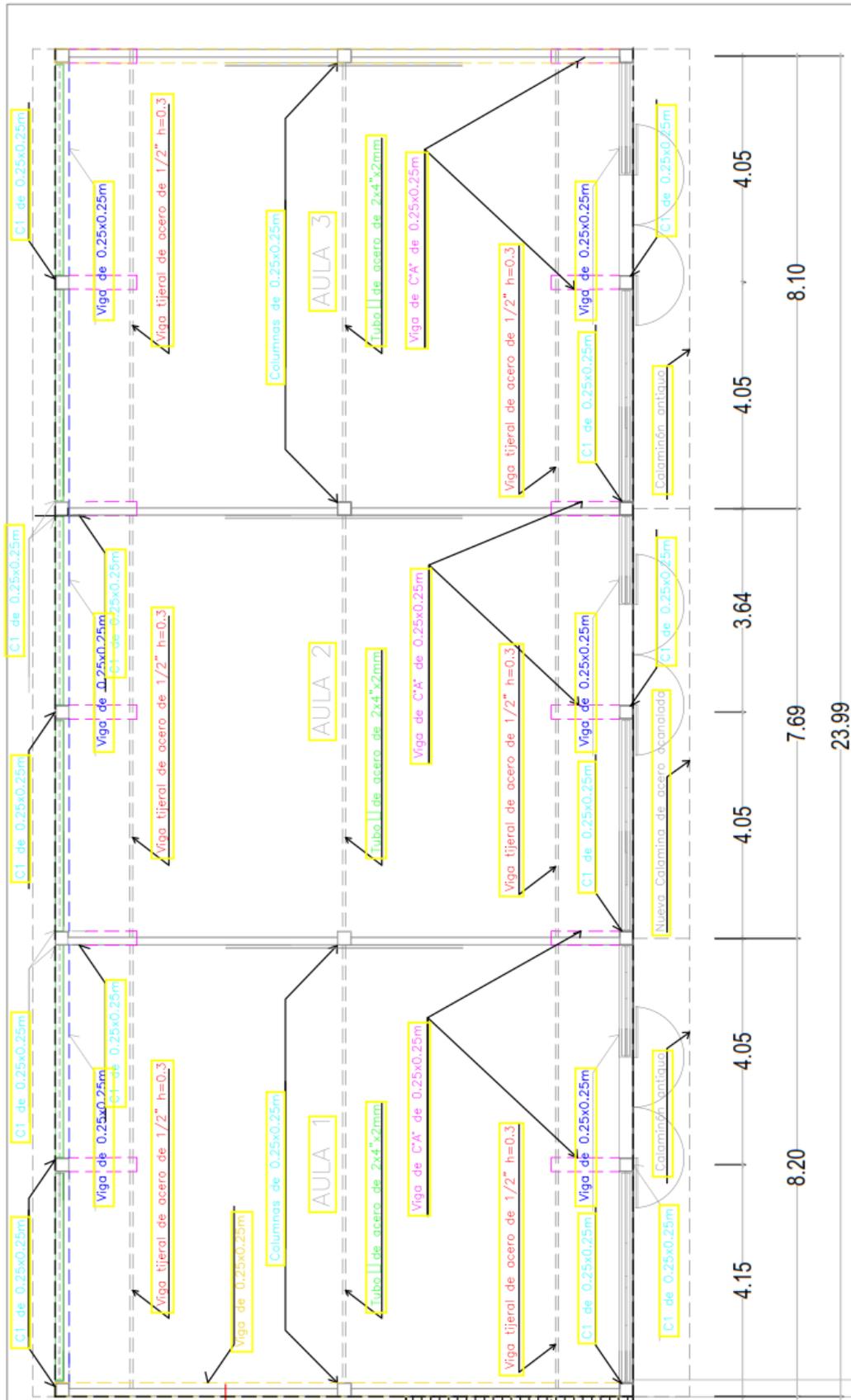


Figura. N°67. Plano distribución pabellón A-6

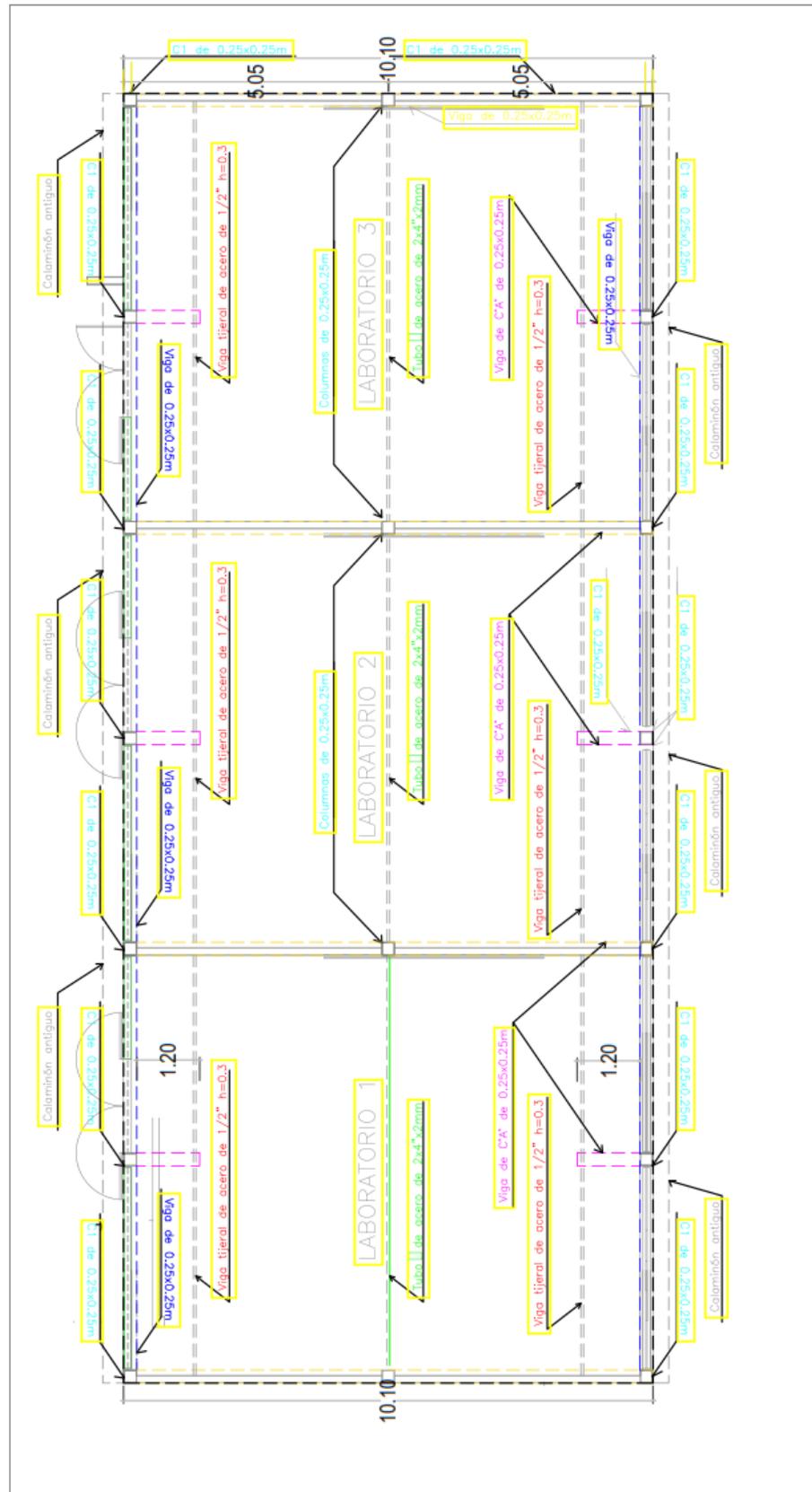


Figura. N°68. Plano distribución pabellón A-7

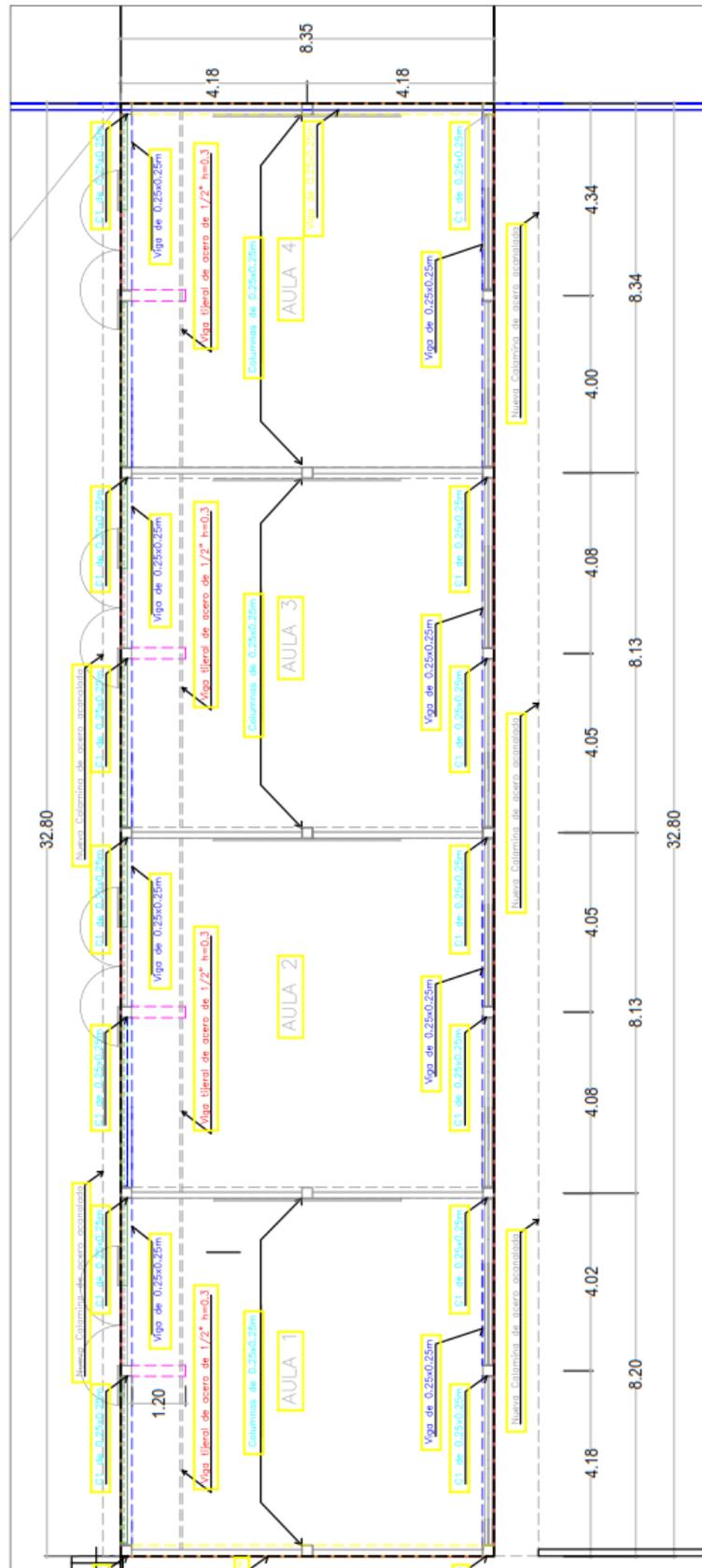


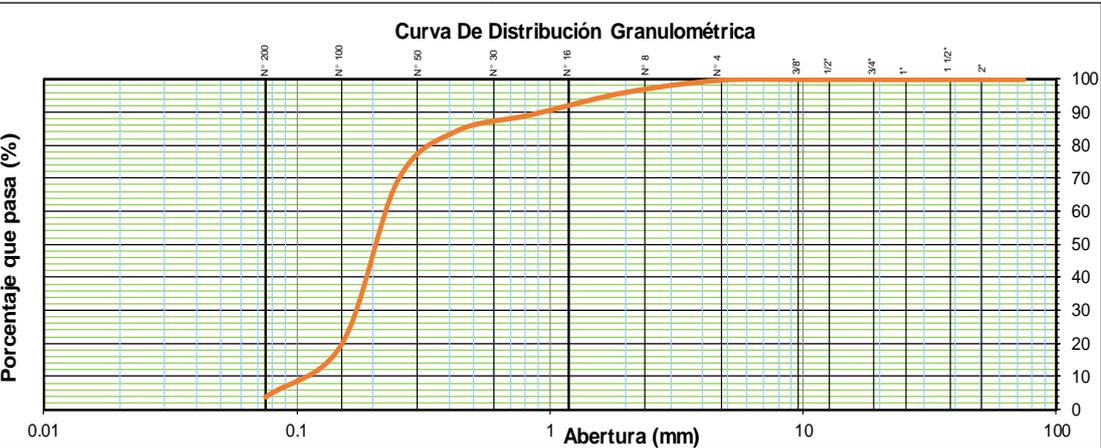
Figura. N°69. Plano distribución pabellón A-8

ANEXO N°3. Resultados de análisis de suelos

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO						
PROTOCOLO						
	ENSAYO: "Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"					
	REFERENCIA: NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107					
	PROYECTO: Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018					
CALICATA:	C1	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:		
				FECHA DE ENSAYO:	Ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra	
						Peso Muestra Inicial: 500.00 gr.	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	% Muestra Pérdida 0.080%	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Características Físicas: D10 = 0.061	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	D30 = 0.333	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	D60 = 1.064	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº 10	2.000	32.70	6.55	6.55	93.45	Cu = 17.548	
Nº 20	0.840	93.30	18.67	25.22	74.78	Cc = 1.717	
Nº 40	0.425	103.80	20.78	46.00	54.00		
Nº 60	0.250	136.90	27.40	73.40	26.60		
Nº 100	0.150	20.50	4.10	77.50	22.50		
Nº 200	0.075	52.40	10.49	87.99	12.01		
Fondo	---	60.00	12.01	100.00	0.00		
		499.60	100.00				

Curva De Distribución Granulométrica

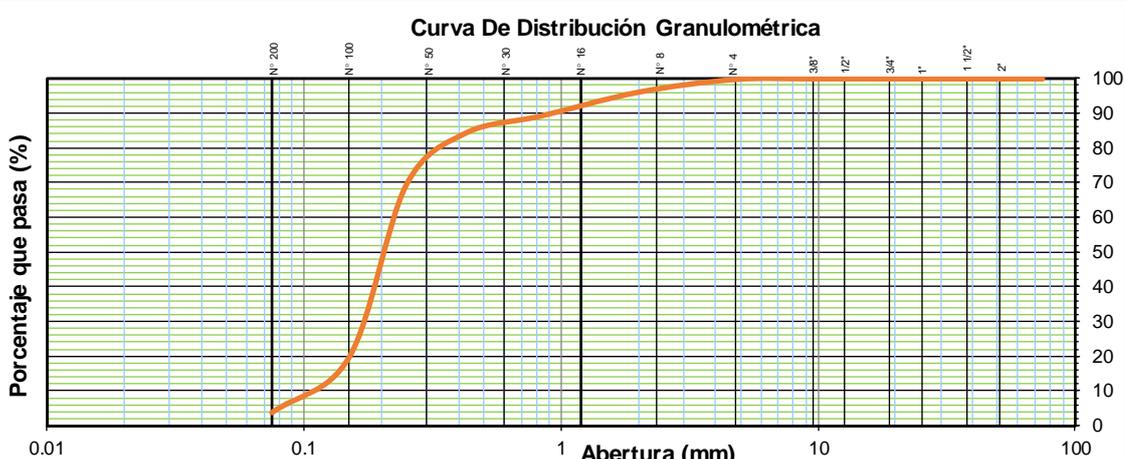


RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
 Nombre: Angelica Aguilar Marín	 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 15/02/2017	Fecha: 15/02/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"				
	REFERENCIA:	NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107				
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C2	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:		
				FECHA DE ENSAYO:	Ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra	
						Peso Muestra Inicial:	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	500.00 gr.	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Muestra Pérdida	0.018%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Características Físicas:	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	D10 = 0.057	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	D30 = 0.248	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	D60 = 0.739	
Nº 4	4.750	15.47	3.09	3.09	96.91		
Nº 10	2.000	72.90	14.58	17.68	82.32	Cu = 13.002	
Nº 20	0.840	63.53	12.71	30.39	69.61	Cc = 1.467	
Nº 40	0.425	60.00	12.00	42.39	57.61		
Nº 60	0.250	137.50	27.50	69.89	30.11		
Nº 100	0.150	30.56	6.11	76.01	23.99		
Nº 200	0.075	56.32	11.27	87.27	12.73		
Fondo	---	63.63	12.73	100.00	0.00		
		499.91	100.00				

Curva De Distribución Granulométrica

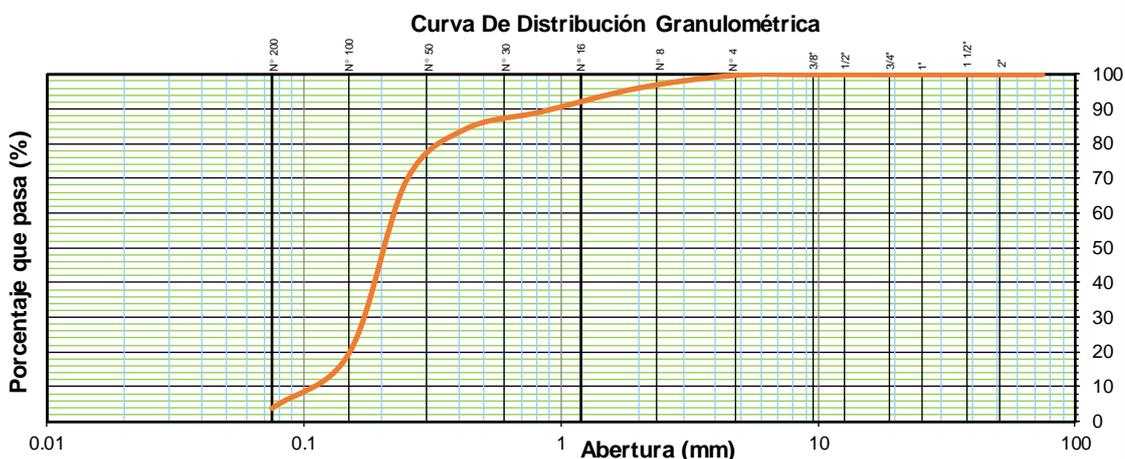


RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
			
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	17/03/2017	Fecha:	17/03/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:		"Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"			
	REFERENCIA:		NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107			
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C3	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:		Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:		
				FECHA DE ENSAYO:		Ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra	
						Peso Muestra Inicial:	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	500.00 gr.	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Muestra Pérdida	
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	0.080%	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Características Físicas:	
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	D10 = 0.058	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	D30 = 0.285	
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	D60 = 0.858	
Nº 10	2.000	12.00	2.40	2.40	97.60	Cu = 14.853	
Nº 20	0.840	87.00	17.41	19.82	80.18	Cc = 1.643	
Nº 40	0.425	100.60	20.14	39.95	60.05		
Nº 60	0.250	159.40	31.91	71.86	28.14		
Nº 100	0.150	26.17	5.24	77.10	22.90		
Nº 200	0.075	52.43	10.49	87.59	12.41		
Fondo	---	62.00	12.41	100.00	0.00		
		499.60	100.00				

Curva De Distribución Granulométrica

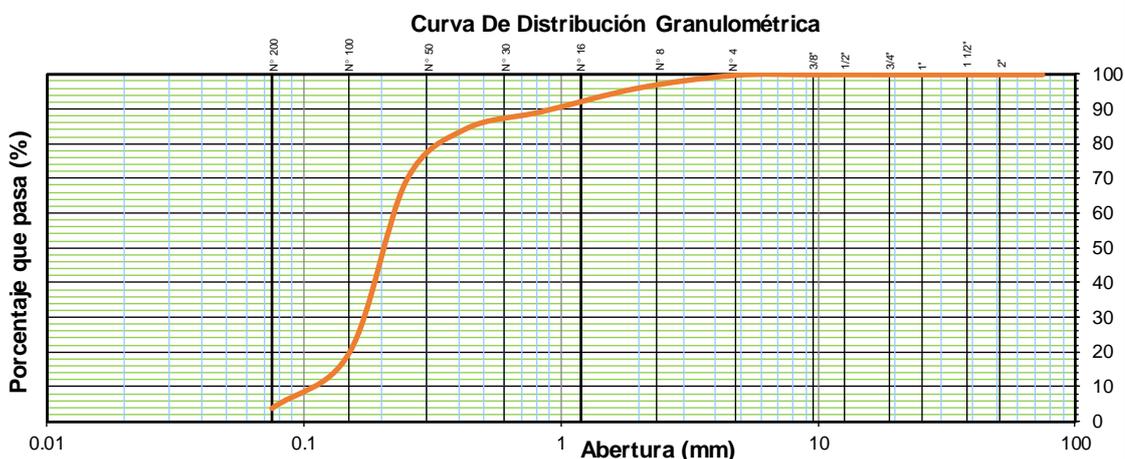


RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
			
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"				
	REFERENCIA:	NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107				
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C1	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:		
				FECHA DE ENSAYO:	Ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra	
						Peso Muestra Inicial:	% Muestra Pérdida
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	500.00 gr.	0.060%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Características Físicas:	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	D10 = 0.063	
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	D30 = 0.142	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	D60 = 0.405	
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº 10	2.000	4.10	0.82	0.82	99.18	Cu = 6.384	
Nº 20	0.840	11.40	2.28	3.10	96.90	Cc = 0.786	
Nº 40	0.425	13.10	2.62	5.72	94.28		
Nº 60	0.250	259.70	51.97	57.69	42.31		
Nº 100	0.150	57.00	11.41	69.10	30.90		
Nº 200	0.075	90.50	18.11	87.21	12.79		
Fondo	---	63.90	12.79	100.00	0.00		
		499.70	100.00				

Curva De Distribución Granulométrica

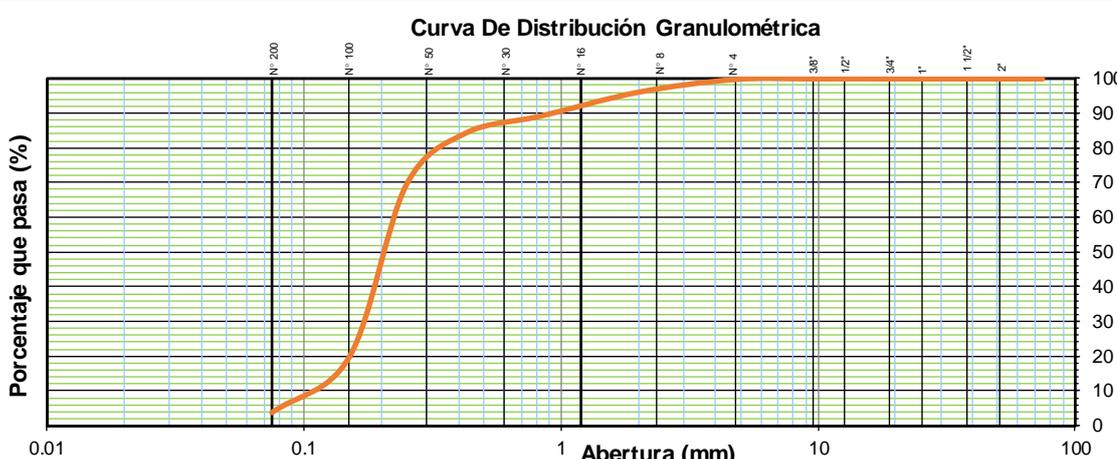


RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	15/02/2017	Fecha:	15/02/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"				
	REFERENCIA:	NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107				
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C3	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:		
				FECHA DE ENSAYO:	Ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto						

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra	
						Peso Muestra Inicial:	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	500.00 gr.	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	% Muestra Pérdida	0.020%
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Características Físicas:	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	D10 = 0.051	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	D30 = 0.224	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	D60 = 0.512	
Nº 4	4.750	6.00	1.20	1.20	98.80		
Nº 10	2.000	14.60	2.92	4.12	95.88	Cu = 10.117	
Nº 20	0.840	42.00	8.40	12.52	87.48	Cc = 1.942	
Nº 40	0.425	57.00	11.40	23.92	76.08		
Nº 60	0.250	217.00	43.41	67.33	32.67		
Nº 100	0.150	52.10	10.42	77.76	22.24		
Nº 200	0.075	46.20	9.24	87.00	13.00		
Fondo	---	65.00	13.00	100.00	0.00		
		499.90	100.00				

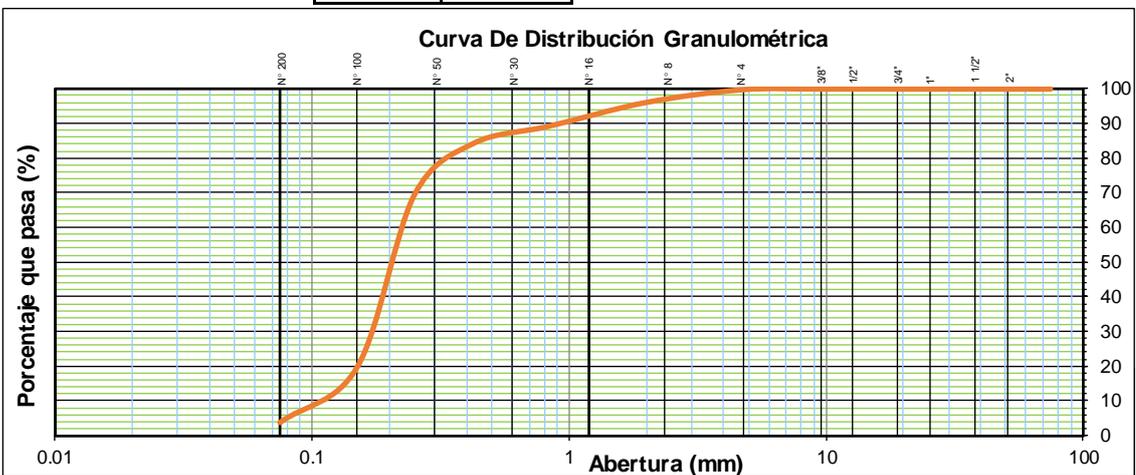
Curva De Distribución Granulométrica



RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
			
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	18/04/2018	Fecha:	18/04/2018

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	"Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"			
	REFERENCIA:	NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107			
PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C1	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
			FECHA DE ENSAYO:	Ene-17	
RESPONSABLE:	Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto				

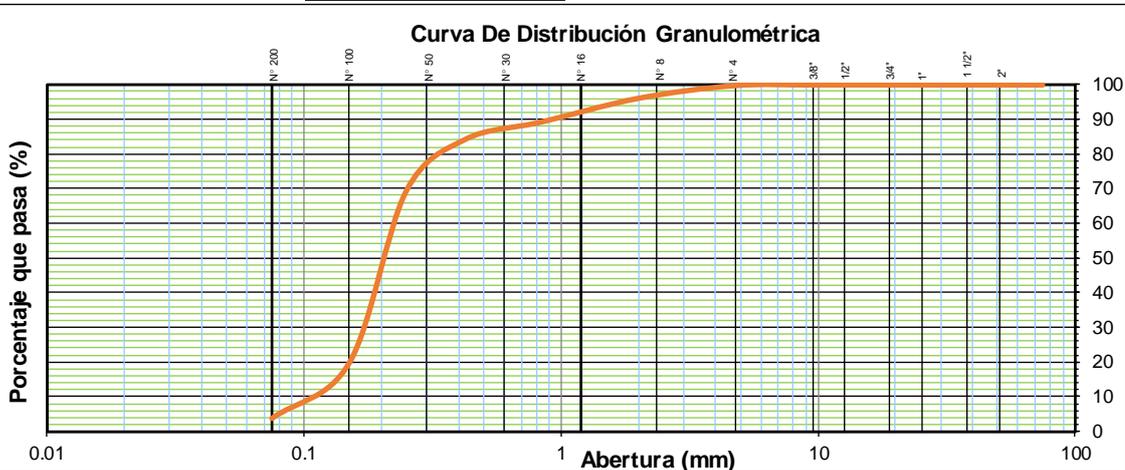
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra	
						Peso Muestra Inicial:	% Muestra Pérdida
						500.00 gr.	
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		% Muestra Pérdida 0.040%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		Características Físicas:
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		D10 = 0.059
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		D30 = 0.192
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00		D60 = 0.789
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº 10	2.000	2.80	0.56	0.56	99.44		Cu = 13.284
Nº 20	0.840	5.70	1.14	1.70	98.30		Cc = 0.783
Nº 40	0.425	10.30	2.06	3.76	96.24		
Nº 60	0.250	316.40	63.31	67.07	32.93		
Nº 100	0.150	25.10	5.02	72.09	27.91		
Nº 200	0.075	74.10	14.83	86.91	13.09		
Fondo	---	65.40	13.09	100.00	0.00		
		499.80	100.00				



RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 15/02/2017	Fecha: 15/02/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"				
	REFERENCIA:	NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107				
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C2	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:		
RESPONSABLE:				Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		
Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra
						Peso Muestra Inicial: 500.00 gr.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	% Muestra Pérdida 0.026%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Características Físicas:
1 ½"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	D10 = 0.023
¾"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	D30 = 0.454
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	D60 = 1.293
Nº 4	4.750	0.70	0.14	0.14	99.86	
Nº 10	2.000	8.90	1.78	1.92	98.08	Cu = 56.162
Nº 20	0.840	13.70	2.74	4.66	95.34	Cc = 6.915
Nº 40	0.425	42.00	8.40	13.06	86.94	
Nº 60	0.250	321.00	64.22	77.28	22.72	
Nº 100	0.150	17.87	3.57	80.86	19.14	
Nº 200	0.075	27.00	5.40	86.26	13.74	
Fondo	---	68.70	13.74	100.00	0.00	
		499.87	100.00			

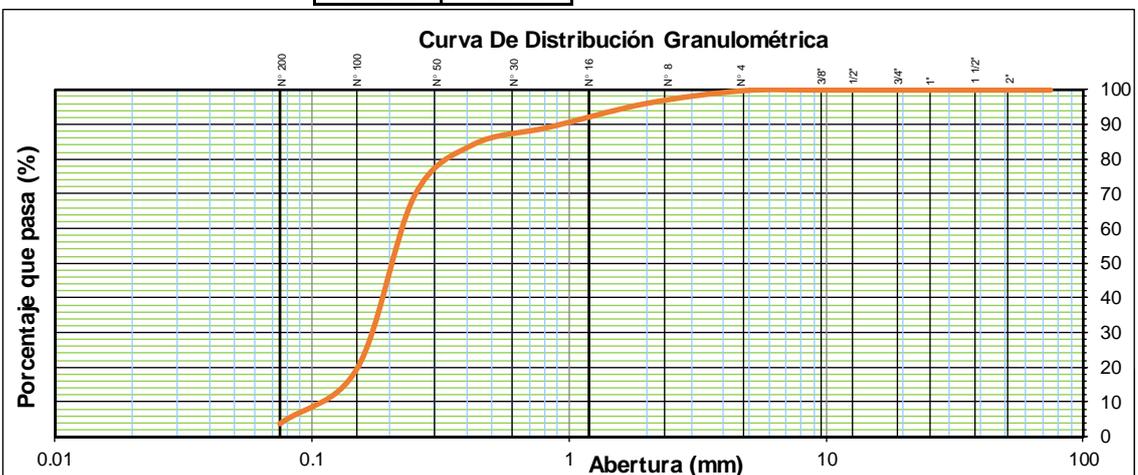
Curva De Distribución Granulométrica



RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	17/03/2017	Fecha:	17/03/2017

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	"Análisis granulométrico del suelo mediante tamizado"			
	REFERENCIA:	NORMAS: ASTM D422 / AASHTO T88 / MTC E 107			
PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C3	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
			FECHA DE ENSAYO:	Ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

Tamiz	Abert. (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	Datos de la Muestra	
						Peso Muestra Inicial:	% Muestra Pérdida
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00	500.00 gr.	% Muestra Pérdida 0.000%
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
						Características Físicas:	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	D10 = 0.058	
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	D30 = 0.199	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	D60 = 0.697	
Nº 4	4.750	3.40	0.68	0.68	99.32		
Nº 10	2.000	7.25	1.45	2.13	97.87	Cu = 12.106	
Nº 20	0.840	17.00	3.40	5.53	94.47	Cc = 0.986	
Nº 40	0.425	32.00	6.40	11.93	88.07		
Nº 60	0.250	275.00	55.00	66.93	33.07		
Nº 100	0.150	30.10	6.02	72.95	27.05		
Nº 200	0.075	69.20	13.84	86.79	13.21		
Fondo	---	66.05	13.21	100.00	0.00		
		500.00	100.00				

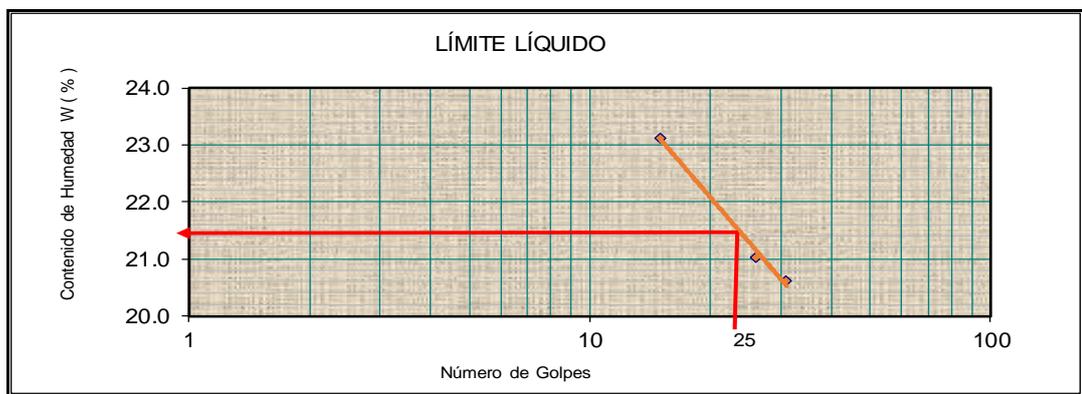


RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 18/04/2018	Fecha: 18/04/2018

 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO				
	EJEMPLO				
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C1	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
			FECHA DE ENSAYO:	Ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

1 de 2

LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	23.32	25.20	20.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	65.32	66.23	60.37
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	57.43	59.10	53.49
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	7.89	7.13	6.88
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	34.11	33.90	33.37
W%	Poncentaje de humedad*	%	23.13	21.03	20.62
N	Número de golpes	#	15	26	31



LL	Número de golpes	25	21.29%
----	------------------	----	--------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 15/02/2017	Fecha: 15/02/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C1	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
RESPONSABLE:			Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		2 de 2
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	0.00	0.00	
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	0.00	0.00	
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	0.00	0.00	
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00	
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00	
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00	
LP	Límite plástico	%	0.00%		

Cuadro Resumen Limites de Consistencia		
Límite Líquido:	LL =	21.29%
Límite Plástico:	LP =	0.00%
Índice de Plasticidad :	IP =	21.29%

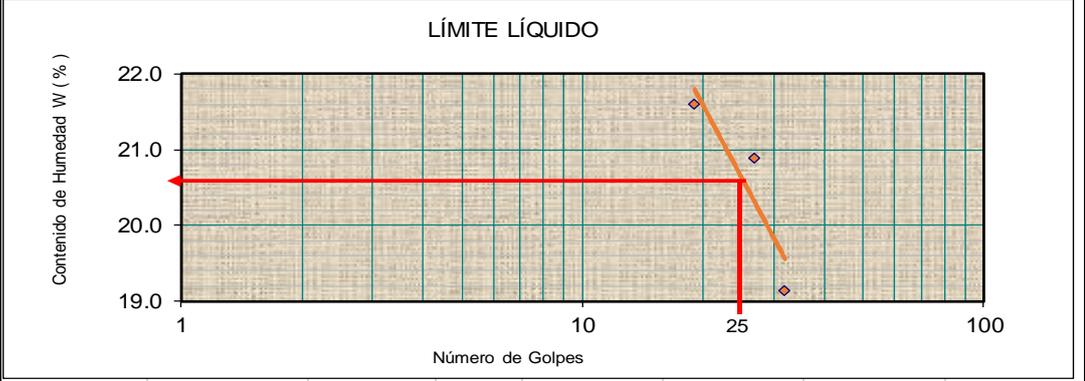
IP	Índice de plasticidad	%	21.29%
----	-----------------------	---	--------

Clasificación SUCS	SP
Clasificación AASHTO	A-2-6

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 15/02/2017	Fecha: 15/02/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO: "Límites de plasticidad"				
	REFERENCIA: NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89				
	PROYECTO: Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C2	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL: Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:				FECHA DE ENSAYO: Ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					
1 de 2					
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	22.56	23.32	20.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	65.23	62.65	62.45
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	57.65	55.85	55.65
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	7.58	6.80	6.80
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	35.09	32.53	35.53
W%	Poncentaje de humedad*	%	21.60	20.90	19.14
N	Número de golpes	#	19	27	32

LÍMITE LÍQUIDO



LL	Número de golpes	25	20.62%
-----------	-------------------------	-----------	---------------

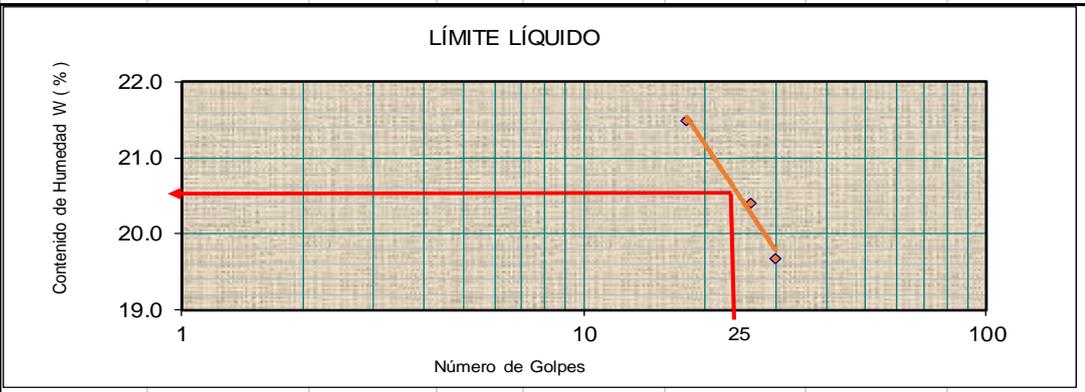
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 17/03/2017	Fecha: 17/03/2017

	LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO				
	EJEMPLO				
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C2	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:		FECHA DE ENSAYO:		Ene-17	
RESPONSABLE:	Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto				
					2 de 2
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.			
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.			
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.			
W_w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00	
W_s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00	
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00	
LP	Límite plástico	%	0.00%		
Cuadro Resumen Limites de Consistencia					
Límite Líquido:		LL =	20.62%		
Límite Plástico:		LP =	0.00%		
Índice de Plasticidad :		IP =	20.62%		
IP	Índice de plasticidad	%	20.62%		
Clasificación SUCS	SP				
Clasificación AASHTO	A-2-6				
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE			COORDINADOR DE LABORATORIO		
					
Nombre: Angelica Aguilar Marín			Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco		
Fecha:	17/03/2017	Fecha:	17/03/2017		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:		"Límites de plasticidad"		
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89		
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018		
CALICATA:	C3	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
		FECHA DE ENSAYO:	Ene-17		
RESPONSABLE:		Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto			
1 de 2					
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	23.32	25.20	20.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	75.20	78.30	70.60
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	66.02	69.30	62.30
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	9.18	9.00	8.30
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	42.70	44.10	42.18
W%	Poncentaje de humedad*	%	21.50	20.41	19.68
N	Número de golpes	#	18	26	30

LÍMITE LÍQUIDO



LL	Número de golpes	25	20.41%
----	------------------	----	--------

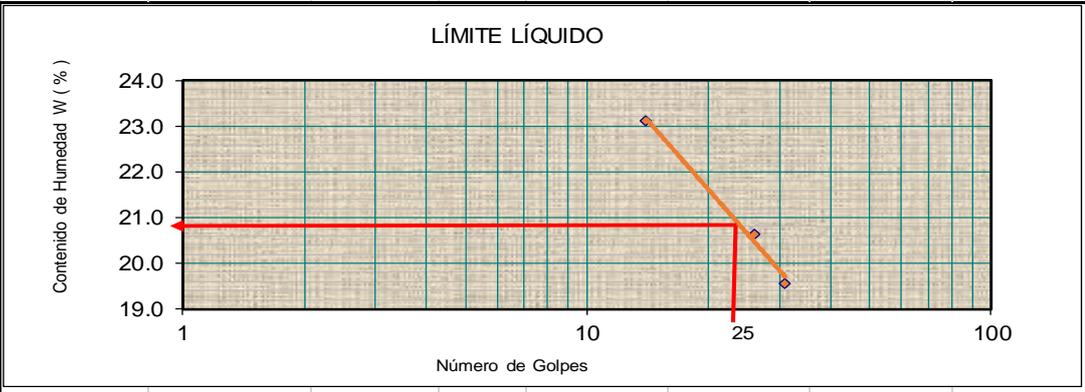
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 ----- Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 18/04/2017	Fecha: 18/04/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO																				
EJEMPLO																				
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"																		
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89																		
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018																		
CALICATA:	C3	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo															
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:																	
RESPONSABLE:			Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		Fecha de Ensayo:	Ene-17														
2 de 2																				
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111																				
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2																
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.																		
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.																		
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.																		
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00																
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00																
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00																
LP	Límite plástico	%	0.00%																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Cuadro Resumen Limites de Consistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido:</td> <td>LL =</td> <td colspan="2">20.41%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico:</td> <td>LP =</td> <td colspan="2">0.00%</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad :</td> <td>IP =</td> <td colspan="2">20.41%</td> </tr> </tbody> </table>					Cuadro Resumen Limites de Consistencia				Límite Líquido:	LL =	20.41%		Límite Plástico:	LP =	0.00%		Índice de Plasticidad :	IP =	20.41%	
Cuadro Resumen Limites de Consistencia																				
Límite Líquido:	LL =	20.41%																		
Límite Plástico:	LP =	0.00%																		
Índice de Plasticidad :	IP =	20.41%																		
IP	Índice de plasticidad	%	20.41%																	
Clasificación SUCS	SP																			
Clasificación AASHTO	A-2-6																			
OBSERVACIONES:																				
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO																		
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil																		
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco																		
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017																	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:		"Límites de plasticidad"		
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89		
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018		
CALICATA:	C1	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL: Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
			FECHA DE ENSAYO: Ene-17		
RESPONSABLE:		Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto			
1 de 2					
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	23.32	20.12	22.45
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	65.32	60.45	59.99
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	57.43	53.55	53.85
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	7.89	6.90	6.14
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	34.11	33.43	31.40
W%	Poncentaje de humedad*	%	23.13	20.64	19.55
N	Número de golpes	#	14	26	31

LÍMITE LÍQUIDO



Contenido de Humedad W (%)

Número de Golpes

LL	Número de golpes	25	20.63%
-----------	-------------------------	-----------	---------------

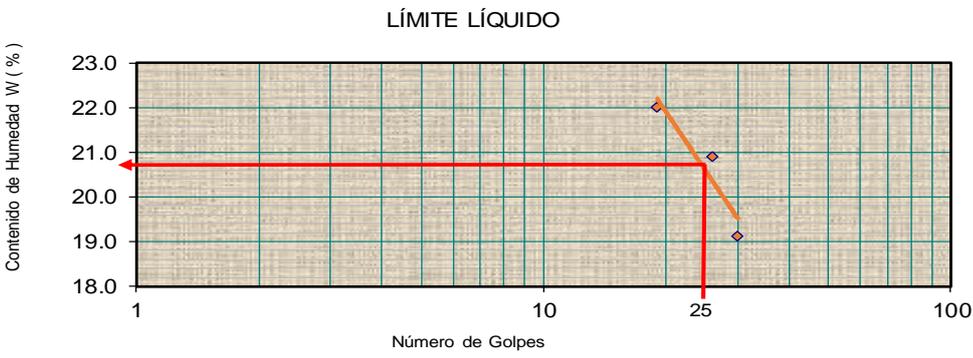
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 15/02/2017	Fecha: 15/02/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C1	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
RESPONSABLE:			Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		2 de 2
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.			
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.			
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.			
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00	
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00	
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00	
LP	Límite plástico	%	0.00%		
Cuadro Resumen Limites de Consistencia					
Límite Líquido:		LL =	20.63%		
Límite Plástico:		LP =	0.00%		
Índice de Plasticidad :		IP =	20.63%		
IP	Índice de plasticidad	%	20.63%		
Clasificación SUCS	SP				
Clasificación AASHTO	A-2-6				
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO			
					
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco			
Fecha:	15/02/2017	Fecha:	15/02/2017		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
	EJEMPLO				
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C2	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
RESPONSABLE:			Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		1 de 2
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	23.32	23.32	20.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	62.65	62.65	62.45
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	55.55	55.85	55.65
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	7.10	6.80	6.80
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	32.23	32.53	35.53
W%	Poncentaje de humedad*	%	22.03	20.90	19.14
N	Número de golpes	#	19	26	30

LÍMITE LÍQUIDO



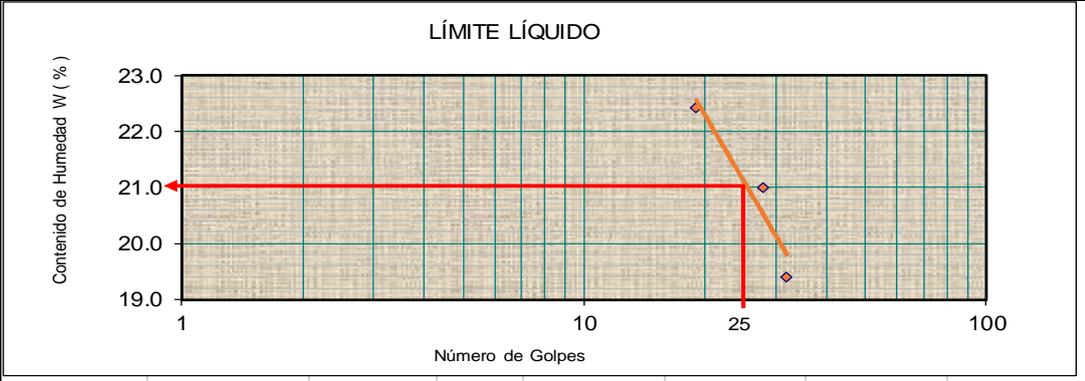
Número de Golpes

LL	Número de golpes	25	20.59%
-----------	-------------------------	-----------	---------------

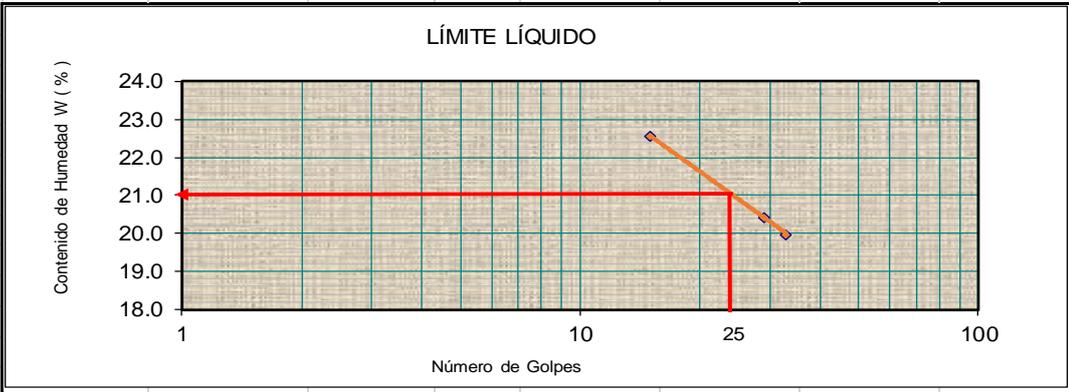
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 17/03/2017	Fecha: 17/03/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO																
EJEMPLO																
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:		"Límites de plasticidad"													
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89													
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018													
CALICATA:	C2	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL: Suelo												
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:													
			FECHA DE ENSAYO:	Ene-17												
RESPONSABLE:		Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto														
				2 de 2												
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111																
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2												
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.														
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.														
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.														
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00												
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00												
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00												
LP	Límite plástico	%	0.00%													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cuadro Resumen Limites de Consistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido:</td> <td>LL =</td> <td>20.59%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico:</td> <td>LP =</td> <td>0.00%</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad :</td> <td>IP =</td> <td>20.59%</td> </tr> </tbody> </table>					Cuadro Resumen Limites de Consistencia			Límite Líquido:	LL =	20.59%	Límite Plástico:	LP =	0.00%	Índice de Plasticidad :	IP =	20.59%
Cuadro Resumen Limites de Consistencia																
Límite Líquido:	LL =	20.59%														
Límite Plástico:	LP =	0.00%														
Índice de Plasticidad :	IP =	20.59%														
IP	Índice de plasticidad	%	20.59%													
Clasificación SUCS	SP															
Clasificación AASHTO	A-2-6															
OBSERVACIONES:																
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO														
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil														
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco														
Fecha:	17/03/2017	Fecha:	17/03/2017													

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO:		"Límites de plasticidad"		
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89		
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018		
CALICATA:	C3	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
				FECHA DE ENSAYO:	Ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					
					1 de 2
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	23.32	23.32	20.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	64.14	75.10	70.85
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	56.66	66.11	62.60
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	7.48	8.99	8.25
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	33.34	42.79	42.48
W%	Poncentaje de humedad*	%	22.44	21.01	19.42
N	Número de golpes	#	19	28	32
					
LL	Número de golpes	25	21.11%		
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE			COORDINADOR DE LABORATORIO		
					
Nombre: Angelica Aguilar Marín			Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco		
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017		

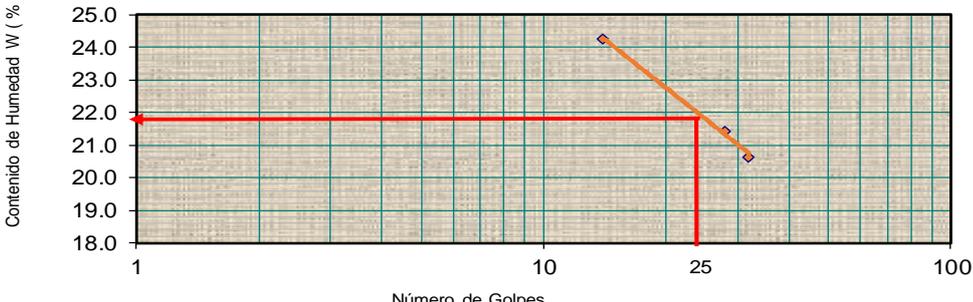
LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO																
EJEMPLO																
	ENSAYO:		"Límites de plasticidad"													
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89													
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018													
CALICATA:	C3	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo											
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:													
			FECHA DE ENSAYO:	Ene-17												
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto																
2 de 2																
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111																
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2												
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.														
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.														
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.														
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00												
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00												
W%	Poncentaje de humedad*	%	#¡DIV/0!	#¡DIV/0!												
LP	Límite plástico	%	#¡DIV/0!													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cuadro Resumen Limites de Consistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido:</td> <td>LL =</td> <td>21.11%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico:</td> <td>LP =</td> <td>0.00%</td> </tr> <tr> <td>Indice de Plasticidad :</td> <td>IP =</td> <td>21.11%</td> </tr> </tbody> </table>					Cuadro Resumen Limites de Consistencia			Límite Líquido:	LL =	21.11%	Límite Plástico:	LP =	0.00%	Indice de Plasticidad :	IP =	21.11%
Cuadro Resumen Limites de Consistencia																
Límite Líquido:	LL =	21.11%														
Límite Plástico:	LP =	0.00%														
Indice de Plasticidad :	IP =	21.11%														
IP	Índice de plasticidad	%	21.11%													
Clasificación SUCS	SP															
Clasificación AASHTO	A-2-6															
OBSERVACIONES:																
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO														
																
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco														
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017													

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO:		"Límites de plasticidad"		
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89		
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018		
CALICATA:	C1	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL: Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
			FECHA DE ENSAYO: Ene-17		
RESPONSABLE:		Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto			
1 de 2					
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	23.32	20.12	20.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	63.90	64.90	65.28
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	56.43	57.30	57.76
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	7.47	7.60	7.52
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	33.11	37.18	37.64
W%	Poncentaje de humedad*	%	22.56	20.44	19.98
N	Número de golpes	#	15	29	33
					
LL	Número de golpes	25	20.90%		
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE			COORDINADOR DE LABORATORIO		
			 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil		
Nombre: Angelica Aguilar Marín			Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco		
Fecha:	15/02/2017	Fecha:	15/02/2017		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO																
EJEMPLO																
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"														
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89														
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018														
CALICATA:	C1	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo											
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:													
			FECHA DE ENSAYO:	Ene-17												
RESPONSABLE:		Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto														
2 de 2																
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111																
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2												
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.														
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.														
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.														
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00												
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00												
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00												
LP	Límite plástico	%	0.00%													
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Cuadro Resumen Limites de Consistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido:</td> <td>LL =</td> <td>20.90%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico:</td> <td>LP =</td> <td>0.00%</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad :</td> <td>IP =</td> <td>20.90%</td> </tr> </tbody> </table>					Cuadro Resumen Limites de Consistencia			Límite Líquido:	LL =	20.90%	Límite Plástico:	LP =	0.00%	Índice de Plasticidad :	IP =	20.90%
Cuadro Resumen Limites de Consistencia																
Límite Líquido:	LL =	20.90%														
Límite Plástico:	LP =	0.00%														
Índice de Plasticidad :	IP =	20.90%														
IP	Índice de plasticidad	%	20.90%													
Clasificación SUCS	SP															
Clasificación AASHTO	A-2-6															
OBSERVACIONES:																
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO														
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco														
Fecha:	15/02/2017	Fecha:	15/02/2017													

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C3	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
RESPONSABLE:			Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		
					1 de 2
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	20.12	25.20	20.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	65.65	63.27	65.25
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	56.76	56.55	57.53
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	8.89	6.72	7.72
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	36.64	31.35	37.41
W%	Poncentaje de humedad*	%	24.26	21.44	20.64
N	Número de golpes	#	14	28	32

LÍMITE LÍQUIDO



LL	Número de golpes	25	21.80%
-----------	-------------------------	-----------	---------------

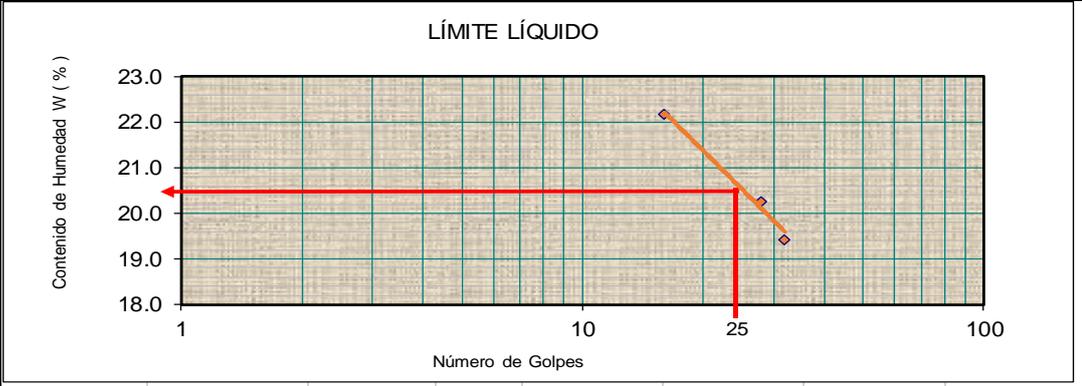
OBSERVACIONES:

RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 ----- Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 18/04/2017	Fecha: 18/04/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C3	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
RESPONSABLE:			Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		2 de 2
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.			
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.			
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.			
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00	
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00	
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00	
LP	Límite plástico	%	0.00%		
Cuadro Resumen Limites de Consistencia					
Límite Líquido:		LL =	21.80%		
Límite Plástico:		LP =	0.00%		
Índice de Plasticidad :		IP =	21.80%		
IP	Índice de plasticidad	%	21.80%		
Clasificación SUCS	SP				
Clasificación AASHTO	A-2-6				
OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO			
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil			
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco			
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO:	"Límites de plasticidad"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
	CALICATA:	C2	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
RESPONSABLE:			Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		
1 de 2					
LÍMITE LÍQUIDO					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	28.32	23.12	23.12
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	60.65	63.45	65.21
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	54.78	56.65	58.36
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	5.87	6.80	6.85
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	26.46	33.53	35.24
W%	Poncentaje de humedad*	%	22.18	20.28	19.44
N	Número de golpes	#	16	28	32

LÍMITE LÍQUIDO



LL	Número de golpes	25	20.53%
-----------	-------------------------	-----------	---------------

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 17/03/2017	Fecha: 17/03/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO																				
EJEMPLO																				
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:		"Límites de plasticidad"																	
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E110 / ASTM D4318 / AASHTO T89																	
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018																	
CALICATA:	C2	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL: Suelo																
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:																	
			FECHA DE ENSAYO:	Ene-17																
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto																				
				2 de 2																
LÍMITE PLÁSTICO: AASHTO T90 / MTC E111																				
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2																
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.																		
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.																		
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.																		
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	0.00	0.00																
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	0.00	0.00																
W%	Poncentaje de humedad*	%	0.00	0.00																
LP	Límite plástico	%	0.00%																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Cuadro Resumen Limites de Consistencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Límite Líquido:</td> <td>LL =</td> <td colspan="2">20.53%</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico:</td> <td>LP =</td> <td colspan="2">0.00%</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad :</td> <td>IP =</td> <td colspan="2">20.53%</td> </tr> </tbody> </table>					Cuadro Resumen Limites de Consistencia				Límite Líquido:	LL =	20.53%		Límite Plástico:	LP =	0.00%		Índice de Plasticidad :	IP =	20.53%	
Cuadro Resumen Limites de Consistencia																				
Límite Líquido:	LL =	20.53%																		
Límite Plástico:	LP =	0.00%																		
Índice de Plasticidad :	IP =	20.53%																		
IP	Índice de plasticidad	%	20.53%																	
Clasificación SUCS	SP																			
Clasificación AASHTO	A-2-6																			
OBSERVACIONES:																				
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO																		
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil																		
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco																		
Fecha:	17/03/2017	Fecha:	17/03/2017																	

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C1	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:		
		FECHA DE ENSAYO:	ene-17		
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	28.00	26.00	28.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	178.00	176.00	178.00
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	170.00	172.00	172.00
Ww	Peso del agua = (B - C)	gr.	8.00	4.00	6.00
Ws	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	142.00	146.00	144.00
W%	Poncentaje de humedad*	%	5.63	2.74	4.17
Promedio Poncentaje de Humedad		%	4.18		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO			
					
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco			
Fecha:	15/02/2017	Fecha:	15/02/2017		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C1	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:	
				FECHA DE ENSAYO:	ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	26.00	28.00	28.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	176.60	178.10	178.10
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	174.20	174.20	173.90
Ww	Peso del agua = (B - C)	gr.	2.40	3.90	4.20
Ws	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	148.20	146.20	145.90
W%	Poncentaje de humedad*	%	1.62	2.67	2.88
Promedio Porcentaje de Humedad		%	2.39		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 15/02/2017	Fecha: 15/02/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
	ENSAYO:		"Determinación del contenido de humedad del Suelo"		
	REFERENCIA:		NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
	PROYECTO:		Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018		
CALICATA:	C1	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:	
				FECHA DE ENSAYO:	ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	28.00	26.00	26.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	177.20	176.70	176.10
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	175.10	174.90	174.20
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	2.10	1.80	1.90
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	147.10	148.90	148.20
W%	Poncentaje de humedad*	%	1.43	1.21	1.28
Promedio Porcentaje de Humedad		%	1.31		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO			
					
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco			
Fecha:	15/02/2017	Fecha:	15/02/2017		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
PROTOCOLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C2	ESTRATO:	0.60 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:	
				FECHA DE ENSAYO:	ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCION	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	26.00	28.00	28.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	178.70	178.00	178.40
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	173.90	173.40	174.10
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	4.80	4.60	4.30
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	147.90	145.40	146.10
W%	Poncentaje de humedad*	%	3.25	3.16	2.94
Promedio Poncentaje de Humedad		%	3.12		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B-C}{C-A} \times 100$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 ----- Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 17/03/2017	Fecha: 17/03/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C2	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACION:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:	
				FECHA DE ENSAYO:	ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCION	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	26.00	28.00	28.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	176.00	178.00	178.00
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	172.90	174.90	175.80
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	3.10	3.10	2.20
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	146.90	146.90	147.80
W%	Poncentaje de humedad*	%	2.11	2.11	1.49
Promedio Porcentaje de Humedad		%	1.90		

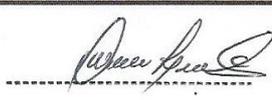
$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

OBSERVACIONES:	
RESPONSABLE	COORDINADOR DE LABORATORIO
	 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil
Nombre: Angelica Aguilar Marín	Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco
Fecha: 17/03/2017	Fecha: 17/03/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO			
EJEMPLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"	
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127	
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018	
CALICATA:	C2	ESTRATO:	3.00 m
		TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:
		FECHA DE ENSAYO:	ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto			

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	28.00	26.00	28.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	178.00	176.00	178.00
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	173.20	171.70	173.30
Ww	Peso del agua = (B - C)	gr.	4.80	4.30	4.70
Ws	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	145.20	145.70	145.30
W%	Poncentaje de humedad*	%	3.31	2.95	3.23
Promedio Poncentaje de Humedad		%	3.16		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
			
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	17/03/2017	Fecha:	17/03/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"		
REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018		
CALICATA:	C3	ESTRATO:	0.60 m
		TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:
		FECHA DE ENSAYO:	ene-17
RESPONSABLE:	Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto		

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	26.00	26.00	27.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	177.18	175.00	175.40
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	173.20	172.00	172.00
Ww	Peso del agua = (B - C)	gr.	3.98	3.00	3.40
Ws	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	147.20	146.00	145.00
W%	Poncentaje de humedad*	%	2.70	2.05	2.34
Promedio Porcentaje de Humedad		%	2.37		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
			
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO						
	PROTOCOLO					
	ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"				
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127				
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018				
CALICATA:	C3	ESTRATO:	1.50 m	TIPO MATERIAL:	Suelo	
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad		COLOR MATERIAL:			
			FECHA DE ENSAYO:		ene-17	
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto						

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	28.00	28.00	28.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	178.60	178.10	178.10
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	174.20	174.20	173.90
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	4.40	3.90	4.20
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	146.20	146.20	145.90
W%	Poncentaje de humedad*	%	3.01	2.67	2.88
Promedio Poncentaje de Humedad		%	2.85		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B-C}{C-A} \times 100$$

OBSERVACIONES:					
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO			
					
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco			
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017		

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE - TRUJILLO					
EJEMPLO					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	"Determinación del contenido de humedad del Suelo"			
	REFERENCIA:	NORMAS: MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127			
	PROYECTO:	Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo - 2018			
CALICATA:	C3	ESTRATO:	3.00 m	TIPO MATERIAL:	Suelo
UBICACIÓN:	I.E Liceo Trujillo - La Libertad			COLOR MATERIAL:	
				FECHA DE ENSAYO:	ene-17
RESPONSABLE: Angelica Aguilar Marín - Carlos Mudarra Abanto					

CONTENIDO DE HUMEDAD					
ID	DESCRIPCIÓN	UND:	E1	E2	E3
A	Peso de recipiente o Tara.	gr.	28.00	26.00	26.00
B	Peso del recipiente o tara + Muestra húmeda.	gr.	187.20	180.00	183.00
C	Peso del recipiente o tara + Muestra seca.	gr.	183.48	175.70	179.60
W _w	Peso del agua = (B - C)	gr.	3.72	4.30	3.40
W _s	Peso de la muestra seca = (C - A)	gr.	155.48	149.70	153.60
W%	Poncentaje de humedad*	%	2.39	2.87	2.21
Promedio Porcentaje de Humedad		%	2.49		

$$* W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 = \frac{B - C}{C - A} \times 100$$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE		COORDINADOR DE LABORATORIO	
		 Coordinador de Laboratorio Carrera de Ingeniería Civil	
Nombre: Angelica Aguilar Marín		Nombre: Wesley John Leonardo Carrasco	
Fecha:	18/04/2017	Fecha:	18/04/2017

ANEXO N°4. Fichas Técnicas.



HOJA TÉCNICA

Sikaflex®-11 FC Plus

Sellante Elastomérico de Juntas y Adhesivo Multiuso para aplicaciones en interiores y exteriores

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sikaflex®-11 FC Plus es un sellante elástico de juntas y adhesivo multiuso a base de poliuretano, de un sólo componente que cura con la humedad del ambiente. Es adecuado para ser aplicado en interiores y exteriores.

USOS

Sikaflex®-11 FC Plus es un sellador de juntas y adhesivo multiuso; por lo tanto, es adecuado para varios campos:

- Sikaflex®-11 FC Plus como sellador puede ser utilizado para juntas verticales y horizontales, juntas en cunetas, pisos de bajo tránsito, para aislamiento acústico de tubos entre concreto y otros materiales, sellado de fisuras con movimientos, construcciones de ventilación, etc.
- Sikaflex®-11 FC Plus como adhesivo multiuso es adecuado para el pegado de marcos de puertas y ventanas, umbrales, escaleras, zócalos, rodapiés, paneles protectores, elementos prefabricados y mucho más.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sikaflex®-11 FC Plus es:

- De un componente, listo para usar.
- Flexible y elástico.

Sellante:

- Curado libre de burbujas.
- Muy buena adhesión a la mayoría de materiales de construcción.
- Buena resistencia mecánica.
- Buena resistencia al clima y al paso de los años.
- No escurre.

Adhesivo:

- No hay necesidad de nivelar la sección a pegar.
- No es corrosivo.
- Excelente adherencia sobre sustratos porosos.
- Absorbe la vibración y el impacto.



HOJA TÉCNICA

Sikadur®-52

Base Epoxica para inyección y Morteros Epoxicos

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un sistema de dos componentes, a base de resina epóxica modificada, exento de solventes y de excelente fluidez. Se utiliza para inyecciones de grietas de concreto y también como base para confeccionar el mortero Sikadur®-43.

USOS

- En reparaciones estructurales con excelente adherencia al concreto, mortero, piedra, acero, fierro y madera.
- En inyecciones de grietas inactivas, en represas, puentes, pavimentos, pilotes, elementos prefabricados, elementos pretensados, construcciones industriales y civiles en general, para recuperar las características monolíticas de una estructura agrietada.
- Por su gran fluidez Sikadur®-52 puede ser inyectado por gravedad o presión en fisuras sin movimiento.
- Como base para la confección de los morteros epóxicos Sikadur®- 43.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Elevado poder de penetración en fisuras muy angostas.
- Puede ser aplicado sobre superficies saturadas superficialmente secas sin problemas de adherencia.
- No tiene retracciones durante su endurecimiento.
- Excelente resistencia en pocas horas.
- No contiene solventes.
- Sistema base para inyección de grietas y confección de morteros epóxicos.

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Transparente amarillento

ASPECTO:

Líquido

PRESENTACIÓN

Juego de 1 kg.

ANEXO N°5. Calculo de la depreciación

Porcentaje para el cálculo de la depreciación por antigüedad y estado de conservación según el material estructural predominante para tiendas, depósitos, centro de recreación o esparcimiento, clubs sociales o instituciones.

Antigüedad (años)	Material estructural predominante	Estado de conservación			
		Muy Bueno (%)	Bueno (%)	Regular (%)	Mao (%)
Hasta 5 años	Concreto	0	5	10	55
	Ladrillo	0	8	20	60
	Adobe	7	17	32	67
Hasta 10 años	Concreto	2	7	12	57
	Ladrillo	4	12	24	64
	Adobe	12	22	37	72
Hasta 15 años	Concreto	5	10	15	60
	Ladrillo	8	16	28	68
	Adobe	17	27	42	77
Hasta 20 años	Concreto	8	13	18	63
	Ladrillo	12	20	32	72
	Adobe	22	32	47	82
Hasta 25 años	Concreto	11	16	21	66
	Ladrillo	16	24	36	76
	Adobe	27	37	52	87
Hasta 30 años	Concreto	14	19	24	69
	Ladrillo	20	28	40	80
	Adobe	32	42	57	-
Hasta 35 años	Concreto	17	22	27	72
	Ladrillo	24	32	44	84
	Adobe	37	47	62	-
Hasta 40 años	Concreto	20	25	30	75
	Ladrillo	28	36	48	88
	Adobe	42	52	67	-
Hasta 45 años	Concreto	23	28	33	78
	Ladrillo	32	40	52	-
	Adobe	47	57	72	-
Hasta 50 años	Concreto	26	31	36	81
	Ladrillo	36	44	53	-
	Adobe	52	62	77	-
Mas de 50 años	Concreto	29	34	39	84
	Ladrillo	40	48	60	-
	Adobe	57	67	82	-

Fuente: Reglamento nacional de tasaciones del Perú..

