



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**ESCUELA DE POSTGRADO
PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA
CIVIL CON MENCIÓN EN ESTRUCTURAS**

**Obtención de Funciones de Confiabilidad Sísmica del Hospital
Regional de Lambayeque Mediante el Índice de Confiabilidad β
de Cornell**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Estructuras

AUTOR:

Serrano Zelada, Ovidio (ORCID: 0000-0002-9558-2853)

ASESORA:

Dra. Fernández Otoyá, Fiorela Anaí (ORCID: 0000-0003-0971-335X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

Agradecimiento

A Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presente.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras	viii
Resumen	xix
Abstract	xx
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de la investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	14
3.5. Procedimientos	15
3.6. Métodos de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN.....	24
VI. CONCLUSIONES	31
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente: Funciones de Confiabilidad Sísmica	13
Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente: Índice De Confiabilidad B De Cornell.....	14
Tabla 3. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	16
Tabla 4. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	17
Tabla 5. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7035,7038 y 7050), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	20
Tabla 6. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	21
Tabla 7. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	22
Tabla 8. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	23
Tabla 9. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	27
Tabla 10. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	27
Tabla 11. Chiclayo casos de carga, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	70
Tabla 12. Chiclayo, cargas distribuidas, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	70
Tabla 13. Chiclayo, cargas distribuidas, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	70
Tabla 14. Chiclayo, factores sísmicos, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	71
Tabla 15. Chiclayo, factores sísmicos, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	71
Tabla 16. Chiclayo, factores de reducción de rigidez, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	72
Tabla 17. Chiclayo, Peso en la estructura por piso, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	81
Tabla 18. Chiclayo, Reacciones en la base, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	81

Tabla 19. Chiclayo, Modos de vibración, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	82
Tabla 20. Chiclayo, masa participativa en el análisis dinámico, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	83
Tabla 21. Chiclayo, Datos de la curva de capacidad en dirección transversal, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	85
Tabla 22. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de servicio, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	86
Tabla 23. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de diseño, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	87
Tabla 24. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo máximo creíble esperado, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque Tabla 24. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo máximo creíble esperado, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	88
Tabla 25. Chiclayo, Datos de la curva de capacidad en dirección longitudinal, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	90
Tabla 26. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de servicio, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	91
Tabla 27. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de diseño, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	92
Tabla 28. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo máximo creíble esperado, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	93
Tabla 29. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	97
Tabla 30. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	98
Tabla 31. Chiclayo, Registros sísmicos obtenidos en la Costa del Perú, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	99
Tabla 32. Chiclayo, Desplazamientos del ultimo nivel registradas por cada intensidad sísmica, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	111
Tabla 33. Chiclayo, Derivas del ultimo nivel registradas por cada intensidad sísmica, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	111
Tabla 34. Chiclayo, Valores de la Media Geométrica más dos desviaciones estándar de las máximas deformaciones en dirección XX, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	112
Tabla 35. Chiclayo, Valores de la Media Geométrica más dos desviaciones estándar de las máximas deformaciones en dirección XX, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	113
Tabla 36. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7035,7038 y 7050), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	118

Tabla 37. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	119
Tabla 38. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	120
Tabla 39. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.....	121

Índice de figuras

Figura 1. Representación del índice de confiabilidad de Cornell (Celia & Luís., 2018).	7
Figura 2. Graficas de confiabilidad para el edificio de 14 niveles.....	9
Figura 3. Curva de Capacidad en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.	16
Figura 4. Curva de Capacidad en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.	17
Figura 5. Curvas Incrementales IDA, Hospital Regional de Lambayeque.	18
Figura 6. Curvas de Capacidad dirección xx, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.5g, Hospital Regional de Lambayeque.	19
Figura 7. Curvas de Capacidad Dirección yy, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.9g, Hospital Regional de Lambayeque.	19
Figura 8. Coeficientes de corrección de rigidez de la sección columnas, Hospital Regional de Lambayeque.....	24
Figura 9. Reducción de la rigidez en los elementos frame, Hospital Regional de Lambayeque.	25
Figura 10. Curva de Capacidad en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.	26
Figura 11. Curva de Capacidad en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.	26
Figura 12. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 03 de octubre de 1974 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque	28
Figura 13. Curvas de Capacidad dirección xx, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.5g, Hospital Regional de Lambayeque.	29
Figura 14. Curvas de Capacidad Dirección yy, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.9g, Hospital Regional de Lambayeque.	29
Figura 15. Asignación de las propiedades del concreto, Hospital Regional de Lambayeque.	37
Figura 16. Resistencia cilíndrica del concreto, Hospital Regional de Lambayeque.	38
Figura 17. Características de la No Linealidad del Concreto, Hospital Regional de Lambayeque.	38
Figura 18. Asignación de las propiedades acero de refuerzo, Hospital Regional de Lambayeque.	39
Figura 19. Características de la No Linealidad del Acero, Hospital Regional de Lambayeque.	39
Figura 20. Columna "C1 (0.40m x 0.80m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	40
Figura 21. Columna "C1 (0.40m x 0.60m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	40
Figura 22. Columna "C1 (0.40m x 0.40m) - 5° y 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	41

Figura 23. Columna "C2 (0.40m x 0.80m) - 1° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	41
Figura 24. Columna "C2 (0.40m x 0.80m) - 2° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	42
Figura 25. Columna "C2 (0.40m x 0.80m) - 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	42
Figura 26. Columna "C2 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	43
Figura 27. Columna "C2 (0.40m x 0.40m) - 5° y 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	43
Figura 28. Columna "C3 (0.40m x 0.80m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	44
Figura 29. Columna "C3 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	44
Figura 30. Columna "C3 (0.40m x 0.40m) - 5° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	45
Figura 31. Columna "C3 (0.40m x 0.40m) - 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	45
Figura 32. Columna "C4 (0.40m x 0.80m) - 1° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	46
Figura 33. Columna "C4 (0.40m x 0.80m) - 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	46
Figura 34. Columna "C4 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	47
Figura 35. Columna "C4 (0.40m x 0.40m) - 5° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	47
Figura 36. Columna "C5 (0.40m x 0.80m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	48
Figura 37. Columna "C5 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	48
Figura 38. Columna "C6 (0.40m x 0.80m) - 1° y 2° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	49
Figura 39. Columna "C7 (0.40m x 0.60m) - 1° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	49
Figura 40. Columna "C7 (0.40m x 0.60m) - 2° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	50
Figura 41. Columna "C7 (0.40m x 0.60m) - 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	50
Figura 42. Columna "C7 (0.40m x 0.40m) - 4°, 5° y 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.	51

Figura 43. Columna “C9 (0.40m x 0.60m) - 1°, 2° y 3° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.	51
Figura 44. Columna “C9 (0.40m x 0.40m) - 4° y 5° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.	52
Figura 45. Columna “C9 (0.40m x 0.40m) - 6° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.	52
Figura 46. Columna “C10 (0.40m x 0.60m) - 1° y 2° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.	53
Figura 47. Columna “C10 (0.40m x 0.60m) - 3°, 4° y 5° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.	53
Figura 48. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	54
Figura 49. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	54
Figura 50. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	55
Figura 51. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	55
Figura 52. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	56
Figura 53. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	56
Figura 54. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	57
Figura 55. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	57
Figura 56. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	58
Figura 57. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	58
Figura 58. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	59
Figura 59. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	59
Figura 60. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 4° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	60
Figura 61. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	60
Figura 62. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 4° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	61

Figura 63. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 4° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	61
Figura 64. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	62
Figura 65. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	62
Figura 66. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	63
Figura 67. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	63
Figura 68. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	64
Figura 69. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	64
Figura 70. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	65
Figura 71. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.	65
Figura 72. MC e=20cm, Hospital Regional de Lambayeque.	66
Figura 73. MC e=25cm, Hospital Regional de Lambayeque.	66
Figura 74. MC e=30cm, Hospital Regional de Lambayeque.	67
Figura 75. MC e=40cm, Hospital Regional de Lambayeque.	67
Figura 76. Losa Aligerada una dirección e=20cm, Hospital Regional de Lambayeque.	68
Figura 77. Losa Aligerada dos direcciones e=20cm, Hospital Regional de Lambayeque.	68
Figura 78. Losa Maciza e=20cm, Hospital Regional de Lambayeque.	69
Figura 79. Distribución de elementos estructurales, Hospital Regional de Lambayeque.	69
Figura 80. Coeficientes de corrección de rigidez de la sección de vigas, Hospital Regional de Lambayeque.	73
Figura 81. Coeficientes de corrección de rigidez de la sección columnas, Hospital Regional de Lambayeque.	73
Figura 82. Reducción de la rigidez en los elementos frame, Hospital Regional de Lambayeque.	74
Figura 83. Factor de Rigidez de la unión viga - columna, Hospital Regional de Lambayeque.	74
Figura 84. Definición de la fuente de masa, Hospital Regional de Lambayeque.	75

Figura 85. Caso Modal, Hospital Regional de Lambayeque.	75
Figura 86. Fuerzas horizontales aplicadas en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.	76
Figura 87. Fuerzas horizontales aplicadas en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.	76
Figura 88. Caso de carga gravitacional, Hospital Regional de Lambayeque.	77
Figura 89. Caso horizontal en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.	78
Figura 90. Caso horizontal en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque. ...	78
Figura 91. Modelo de análisis rótulas plásticas, Hospital Regional de Lambayeque.	79
Figura 92. Longitud plástica en elementos viga, Hospital Regional de Lambayeque.	79
Figura 93. Longitud plástica en elementos columnas, Hospital Regional de Lambayeque.	80
Figura 94. Rotulas plásticas en elementos viga - columna, Hospital Regional de Lambayeque.	80
Figura 95. Curva de capacidad SS, Hospital Regional de Lambayeque.	87
Figura 96. Curva de capacidad SD, Hospital Regional de Lambayeque.	88
Figura 97. Curva de capacidad SMCE, Hospital Regional de Lambayeque.	89
Figura 98. Degradación estructural en dirección transversal en para el sismo de servicio, Hospital Regional de Lambayeque.	89
Figura 99. Degradación estructural en dirección transversal en para el sismo de diseño, Hospital Regional de Lambayeque.	90
Figura 100. Degradación estructural en dirección transversal en para el sismo máximo creíble esperado, Hospital Regional de Lambayeque.	90
Figura 101. Curva de capacidad SS, Hospital Regional de Lambayeque.	92
Figura 102. Curva de capacidad SD, Hospital Regional de Lambayeque.	93
Figura 103. Curva de capacidad SMCE, Hospital Regional de Lambayeque.	94
Figura 104. Degradación estructural en dirección longitudinal en para el sismo de servicio, Hospital Regional de Lambayeque.	95
Figura 105. Degradación estructural en dirección longitudinal en para el sismo de diseño, Hospital Regional de Lambayeque.	95
Figura 106. Degradación estructural en dirección longitudinal en para el sismo máximo creíble esperado, Hospital Regional de Lambayeque.	96
Figura 107. Curva de Capacidad en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.	97
Figura 108. Curva de Capacidad en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.	98

Figura 109. Sismo incremental dinámico en dirección X, Hospital Regional de Lambayeque.	100
Figura 110. Sismo incremental dinámico en dirección Y, Hospital Regional de Lambayeque.	100
Figura 111. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 17 de octubre de 1966 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.	101
Figura 112. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 17 de octubre de 1966 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.	101
Figura 113. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 31 de mayo de 1970 (Huaraz), Hospital Regional de Lambayeque.	102
Figura 114. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 31 de mayo de 1970 (Huaraz), Hospital Regional de Lambayeque.	102
Figura 115. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 03 de octubre de 1974 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.	103
Figura 116. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 03 de octubre de 1974 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.	103
Figura 117. Definición de rótulas plásticas por fibras, Hospital Regional de Lambayeque.	104
Figura 118. Rótula plástica por fibra para columnas, Hospital Regional de Lambayeque.	104
Figura 119. Rótula plástica por fibra para vigas, Hospital Regional de Lambayeque.	105
Figura 120. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 1-1, Hospital Regional de Lambayeque.	105
Figura 121. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 2-2, Hospital Regional de Lambayeque.	106
Figura 122. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 3-3, Hospital Regional de Lambayeque.	106
Figura 123. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 4-4, Hospital Regional de Lambayeque.	106
Figura 124. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 5-5, Hospital Regional de Lambayeque.	107
Figura 125. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 6-6, Hospital Regional de Lambayeque.	107
Figura 126 Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 7-7, Hospital Regional de Lambayeque.	107
Figura 127. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje A-A, Hospital Regional de Lambayeque.	108
Figura 128. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje B-B, Hospital Regional de Lambayeque.	108

Figura 129. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje C-C, Hospital Regional de Lambayeque.	108
Figura 130. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje D-D, Hospital Regional de Lambayeque.	109
Figura 131. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje E-E, Hospital Regional de Lambayeque.	109
Figura 132. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje F-F, Hospital Regional de Lambayeque.	109
Figura 133. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje G-G, Hospital Regional de Lambayeque.	109
Figura 134. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje H-H, Hospital Regional de Lambayeque.	110
Figura 135. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje I-I, Hospital Regional de Lambayeque.	110
Figura 136. Curvas Incrementales IDA, Hospital Regional de Lambayeque.	114
Figura 137. Curvas de Capacidad dirección xx, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.5g, Hospital Regional de Lambayeque.	114
Figura 138. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 20.52 (IDA – 7035 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	115
Figura 139. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 3.84 (IDA – 7038 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	115
Figura 140. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 11.62 (IDA – 7050 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	116
Figura 141. Curvas de Capacidad Dirección yy, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.9g, Hospital Regional de Lambayeque.	116
Figura 142. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 21.26 (IDA – 7036 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	117
Figura 143. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 8.22 (IDA – 7039 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	117
Figura 144. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 19.78 (IDA – 7051 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	118
Figura 145. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	122
Figura 146. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	122
Figura 147. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	123
Figura 148 Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	123

Figura 149. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	124
Figura 150. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	124
Figura 151. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	125
Figura 152. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	125
Figura 153. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	125
Figura 154. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	126
Figura 155. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	127
Figura 156. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	127
Figura 157. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	128
Figura 158. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	128
Figura 159. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	129
Figura 160. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	129
Figura 161. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	130
Figura 162. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	130
Figura 163. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	131
Figura 164. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	131
Figura 165. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	132
Figura 166. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	132
Figura 167. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	133
Figura 168. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	133

Figura 169. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	134
Figura 170. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	134
Figura 171. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	135
Figura 172. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	135
Figura 173. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	136
Figura 174. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	136
Figura 175. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	137
Figura 176. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	137
Figura 177. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	138
Figura 178. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	138
Figura 179. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	139
Figura 180. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	139
Figura 181. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	140
Figura 182. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	140
Figura 183. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	141
Figura 184. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	141
Figura 185. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	142
Figura 186. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	142
Figura 187. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7035 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	143
Figura 188. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7036 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	143

Figura 189. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7038 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	144
Figura 190. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7039 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	144
Figura 191. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7050 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	145
Figura 192. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7051 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	145
Figura 193. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7035 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	146
Figura 194. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7036 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	146
Figura 195. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7038 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	147
Figura 196. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7039 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	147
Figura 197. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7050 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	148
Figura 198. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7051 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.	148
Figura 199. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7035 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	149
Figura 200. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7036 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	149
Figura 201. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7038 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	150
Figura 202. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7039 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	150
Figura 203. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7050 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	151
Figura 204. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7051 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	151
Figura 205. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7035 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	152
Figura 206. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7036 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	152
Figura 207. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7038 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	153
Figura 208. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7039 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	153

Figura 209. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7050 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	154
Figura 210. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7051 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.	154
Figura 211. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7035 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	155
Figura 212. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7036 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	155
Figura 213. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7038 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	156
Figura 214. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7039 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	156
Figura 215. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7050 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	157
Figura 216. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7051 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	157
Figura 217. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7035 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	158
Figura 218. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7036 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	158
Figura 219. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7038 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	159
Figura 220. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7039 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	159
Figura 221. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7050 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	160
Figura 222. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7051 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.	160
Figura 223. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7035 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	161
Figura 224. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7036 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	161
Figura 225. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7038 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	162
Figura 226. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7039 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	162
Figura 227. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7050 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	163
Figura 228. Deformación del último nivel (IDA – sismo 7051 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.	163

Resumen

El Índice de Confiabilidad β de Cornell es un método estadístico empleado para evaluar la vulnerabilidad sísmica estructural, utilizando las técnicas de confiabilidad estructural. Este método tiene como objetivo obtener la rigidez estructural del sistema en su máxima deformación lineal, en el instante que la estructura sufre su falla de colapso. Para llevar a cabo este estudio se empleó el tipo de investigación cuantitativa y el diseño de investigación descriptivo, asimismo se recolectó información del expediente técnico como planos estructurales y memoria de cálculo.

Al evaluar los factores influyentes en la obtención del índice de confiabilidad, se realizó el análisis dinámico incremental, para este análisis se emplearon los registros de aceleración que dieron origen a la Norma Peruana E030, se obtuvieron los máximos desplazamientos asociados a los cortantes máximos del sistema, con estos datos se estimó la rigidez en su máxima deformación inelástica, para determinar el índice de reducción de rigidez secante. Bajo la respuesta estructural que se estimó en el análisis se concluye un adecuado comportamiento estructural, con el cambio de configuración vertical en el sistema, este método nos demuestra la razón por la cual los códigos sismorresistentes castigan con un factor de seguridad el diseño de estructuras irregulares.

Palabras clave: Índice de confiabilidad estructural, análisis no lineal pushover, análisis dinámico incremental, índice de reducción de rigidez secante.

Abstract

The Cornell β Reliability Index is a statistical method used to assess structural seismic vulnerability, using structural reliability techniques. This method aims to obtain the structural rigidity of the system in its maximum linear deformation, at the moment the structure suffers its collapse failure. In order to carry out this study, the type of quantitative research and the descriptive research design were used. Information from the technical file was also collected, such as structural plans and calculation memory.

When evaluating the influencing factors in obtaining the reliability index, the incremental dynamic analysis was performed. For this analysis, the acceleration records that gave rise to the Peruvian Standard E030 were used, the maximum displacements associated with the maximum shear of the system were obtained. Using these data, the stiffness at its maximum inelastic deformation was estimated to determine the rate of reduction of drying stiffness. Under the structural response that was estimated in the analysis, an adequate structural behavior is concluded, with the change of vertical configuration in the system, this method shows us the reason why seismic resistant codes punish the design of irregular structures with a safety factor.

Keywords: Structural reliability index, pushover nonlinear analysis, incremental dynamic analysis, secant stiffness reduction index.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú está ubicada en una zona vulnerable de ocurrir eventos sísmicos de alta magnitud, los antecedentes sísmicos en nuestro país obligan implementar métodos más profundos, que nos permitan identificar el desempeño estructural en edificaciones esenciales, la filosofía para evaluar estructuras existentes se basa estimar el comportamiento de sus elementos estructurales después de que ocurra la cedencia, la capacidad de disipar esfuerzos horizontales y el comportamiento global que tendrá la estructura, el método utilizado en esta investigación es emplear el Índice de Confiabilidad β De Cornell, para obtener funciones de confiabilidad sísmica.

Ante esta situación problemática nos preguntamos ¿De qué forma la obtención de funciones de confiabilidad sísmica nos permite verificar el índice de confiabilidad β de Cornell de la infraestructura del Hospital Regional De Lambayeque? Para responder esta pregunta diseñamos este trabajo de investigación con el objetivo principal de Evaluar el Índice de Confiabilidad β de Cornell para obtener Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque. Asimismo, se precisaron los objetivos específicos de esta investigación que fueron: Estimar la rigidez del sistema en su máxima respuesta lineal, Demostrar el Análisis Dinámico por Incrementos (ADI), Identificar los factores influyentes en las Funciones de Confiabilidad Sísmica y Diseñar el índice de confiabilidad β de Cornell. El cumplimiento de estos objetivos nos llevó a la justificación de nuestra investigación porque nos permitió: Primero, conocer la rigidez estructural en su máxima respuesta elástica; Segundo, identificar el comportamiento del sistema ante un sismo máximo creíble esperado. Se realizó esta investigación para dar respuesta a la siguiente hipótesis: Utilizar el Índice de Confiabilidad β de Cornell para obtener Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque.

Así mismo esta investigación presenta su hipótesis, argumentando que utilizar el Índice de Confiabilidad β de Cornell nos permitirá determinar las Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque.

Habiendo evaluado la situación a Nivel Internacional, se ha tomado diversas muestras acerca del desarrollo de las variables en mención, asimismo, (Díaz, Esteva, & Mendoza), estudian la relación entre la confiabilidad estructural y el coeficiente de diseño sísmico para marcos de edificios sujetos a movimientos de varias intensidades en la zona de terreno blando de ciudad de México. Se desarrolla un criterio para diseño basado en niveles de confiabilidad especificados ante temblores de intensidades dadas. Dicho criterio sustentado en una relación que se establece entre el índice de confiabilidad y el valor esperado de la ductilidad desarrollada por un sistema simple de referencia, de un grado de libertad, con periodo natural igual al fundamental de la estructura real y con valores de la rigidez y la resistencia lateral obtenidos mediante un estudio de empuje lateral (“push-over”) sobre la estructura original, caracterizada por los valores nominales de diseño de sus propiedades mecánicas.

(Núñez *et al.*, 2004), hacen una estimación de la vulnerabilidad sísmica del módulo B del Hospital Universitario San Ignacio, en base a técnicas de confiabilidad estructural. Esta investigación se fundamentó en un análisis dinámico espectral del modelo estructural del edificio, variando las solicitaciones (momento, cortante y fuerza axial) que se generan en el modelo, a través de treinta (30) espectros de respuesta con diferentes periodos de retorno. Se tuvo en cuenta además el estudio de patología de los materiales, a los cuales se les realizaron pruebas destructivas y no destructivas, para evaluar la variación de la resistencia de los componentes principales que conforman la estructura (columnas, vigas, losas, etc.). Mediante la semejanza directa entre las curvas de demanda y las curvas de capacidad, se evaluaron los índices probables de falla y se identificaron diversas deficiencias locales y globales de la estructura ante un evento sísmico.

Los resultados encontrados confirman los obtenidos en el estudio realizado por el Departamento de Ingeniería Civil de la Pontificia Universidad Javeriana, lo que indica una situación vulnerable para la estructura ante eventos sísmicos.

(Vanegas & Chio, 2014), presentan un apartado relativo a la estimación de los índices de confiabilidad β de las vigas interiores y exteriores de un tablero de un puente de viga y losa, en concreto armado de 30m longitud, simplemente apoyado y diseñado según el CCDSP-95. En la estimación de los momentos resistentes se

consideraron las propiedades de los materiales usando una repartición estándar. Simultáneamente, se utilizó una simulación de Monte Carlo para valorar la sollicitación del momento en centro de la luz de los efectos de la carga viva.

A nivel Nacional, tenemos a (Villacorta, 1993), quien toma como lugar de partida la Teoría de Probabilidades, usando distribuciones cuyas representaciones se adaptan de mejor modo a la Ingeniería Estructural y se hace una comprobación de la Confiabilidad de la estructura, que es la método que permite valorar en forma racional la seguridad inherente en el Diseño Estructural. Se exponen las distribuciones, con sus características, que son más acertadas para modelar las Cargas actuantes en la estructura, tanto gravitacionales como laterales.

Se plantea un modelo matemático y se describen las propiedades más importantes de la Resistencia de los Elementos Estructurales, a sollicitaciones por las distintas acciones de carga.

A nivel regional, no se han hecho investigaciones ni tampoco se han hecho trabajos importantes que relacionen las funciones de confiabilidad y el índice de confiabilidad β Cornell. Esto debido a que en nuestra región actualmente se está investigando la evaluación y el análisis estructural por capacidad o por desempeño sísmico, y es una técnica que recién investigada.

Con respecto al Nivel Local, No se han hecho investigaciones ni tampoco se han hecho trabajos importantes que relacionen las funciones de confiabilidad y el índice de confiabilidad β Cornell.

A nivel institucional, en el Hospital Regional de Lambayeque no se han hecho ninguna investigación ni ningún trabajo para determinar la capacidad o desempeño de la estructura ante un evento sísmico y por ende no se ha estudiado la relación entre las funciones de confiabilidad y el índice de confiabilidad β Cornell.

II. MARCO TEÓRICO

El índice de confiabilidad β De Cornell, es un método eficiente el cual utiliza métodos estadístico-aplicados a la vulnerabilidad sísmica estructural dependiente de la rigidez estructural del sistema en su máxima deformación lineal

Funciones de Confiabilidad Sísmica adaptan la condición de falla estructural mediante un índice de daño, el cual relaciona la confiabilidad estructural referida al colapso del mismo, Para ello es indispensable realizar un análisis IDA el cual nos permite determinar el desempeño histórico de los componentes estructurales, las condiciones de disipación de energía y máxima deformación inelástica del sistema, a partir de aceleraciones sísmicas para esta investigación se emplearon los registros sísmicos que dieron origen a la Norma Peruana E030. De esta manera se obtiene el máximo cortante basal con respecto al máximo desplazamiento en el último nivel. A partir de estas y del valor máximo del desplazamiento es posible obtener el valor de la rigidez secante para cada intensidad evaluada.

En cuanto a los trabajos previos de estudio en lo referente a Funciones de Confiabilidad Sísmica y el Índice de Confiabilidad Beta Cornell, dentro de los cuales podemos destacar a (Cíntora, 2013), cuyo objetivo fue Evaluar y verificar la confiabilidad sísmica de varios edificios, a través de funciones que relacionen el índice β de Cornell y un margen de seguridad Z, de esta manera se pretende relacionar estados límite de servicio y colapso, en función a la confiabilidad sísmica para implementarlas en los criterios de diseño y evaluación convencionales.

Se desarrollo Funciones de Confiabilidad las cuales permiten conocer el orden de magnitud de los factores del índice de confiabilidad β de Cornell y del margen de seguridad Z para cada uno de los edificios estudiados, la obtención de la relación del índice de confiabilidad β y del margen de seguridad de los edificios, el índice de confiabilidad β de Cornell en función del índice de degradación de la Rigidez Secante.

Así mismo concluye que haciendo uso de las funciones de confiabilidad desarrolladas se puede obtener valores para una familia de edificios de concreto reforzado y de esta manera conocer un rango más amplio de estos parámetros para

su posible propuesta en futuros criterios de diseño y/o evaluación en función de la confiabilidad.

Haciendo uso de lo anterior se propuso un criterio para la evaluación de los estados límite en función de la confiabilidad, es importante para la tesis en la medida que desarrolla de funciones de confiabilidad que permiten conocer el orden de magnitud de los coeficientes del índice de confiabilidad β de Cornell y del margen de seguridad Z para cada uno de los edificios estudiados.

(Ismael, 2010), su objetivo fue aportar al progreso de herramientas de cálculo e información cualitativa y cuantitativa necesarios para formular criterios de diseño sísmico basados en confiabilidad y desempeño de sistemas de múltiples grados de libertad, desarrolla y aplica un criterio para tomar en cuenta las incertidumbres epistémicas, por lo que es posible estimar las funciones de Confiabilidad y tasas de falla que incluyen tales incertidumbres. Para mostrar la contribución que tienen las incertidumbres epistémicas, sobre el nivel de seguridad de las estructuras estudiadas, se consideró al índice de confiabilidad β como una variable incierta con distribución de probabilidades conocida.

En esta investigación se determinaron coeficientes probabilísticos de confiabilidad, expresadas como valores del índice β de Cornell (1969) en términos de la intensidad del movimiento del terreno, para un conjunto de estructuras de concreto armado de doce niveles, tres de las ellos cuentan con muros. Así también, se presentan recomendaciones sobre la forma de definir metas deseables de confiabilidad y desempeño.

(Díaz, 2008), tiene como finalidad determinar los puntos de aceptación para el diseño por desempeño y confiabilidad estructural, para un nivel de desempeño establecido y obtener una metodología fácil aplicar en la práctica para el análisis, diseño por desempeño y confiabilidad de sistemas estructurales de edificios, en el Análisis de Confiabilidad elabora gráficas de confiabilidad en base al índice β de Cornell como resultado de la investigación, se generan gráficas típicas de confiabilidad con base en el índice β de Cornell y ambas variables son motivo de estudio en la presente tesis.

(Coronel, 2003), indica que los conocimientos básicos del diseño basado en confiabilidad son simples de comprender y aplicar. El criterio de falla ocurre si la capacidad o resistencia del sistema, es menor que la demanda generada por las cargas asignadas al análisis. La probabilidad de falla de la estructura puede ser calculada como la probabilidad de que el criterio de falla sea menor que la demanda. La seguridad estructural requiere que la resistencia requerida sea menor que la resistencia de diseño. Asimismo, nos dice, que la resistencia requerida se determina del análisis estructural empleando los valores de las cargas aplicadas y la resistencia de diseño se obtienen de los principios de la mecánica estructural utilizando las resistencias de los materiales especificados y las dimensiones de los componentes estructurales.

$$\sum \gamma_i \cdot Q_i \leq \varphi \cdot R_n$$

Para esta ecuación R_n es la resistencia nominal adecuado al estado límite de interés y Q_i es la carga nominal actuante. Los valores nominales de las resistencias y cargas normalmente están incluidos en los códigos de diseño. Los factores φ y γ son los coeficientes de reducción de resistencia y de amplificación de cargas según el código de diseño. Estos coeficientes reflejan la incertidumbre actual en los niveles de carga y resistencia y la posibilidad de falla que puede ocurrir en la estructura, revelada en el índice de confiabilidad β . Estos coeficientes deben ser determinados adecuadamente, de tal modo que la posibilidad de falla tenga relación con la importancia de la estructura (Coronel, 2003).

Para esta investigación se tomó en cuenta la fundamentación teórica del índice de confiabilidad, quien representa la seguridad de los componentes estructurales, mediante el análisis estadístico de las funciones de resistencia y solicitaciones, variables no correlacionadas por su naturaleza de origen (Nowak, 2000).

$$\beta = \frac{\mu_R - \mu_Q}{\sqrt{|\sigma_R^2 - \sigma_Q^2|}}$$

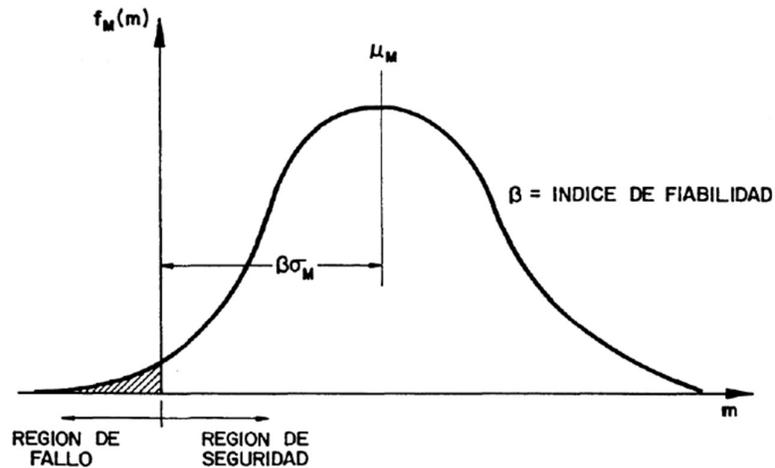


Figura 1. Representación del índice de confiabilidad de Cornell (Celia & Luís., 2018).

Para determinar el índice de falla (β), se evalúa la media y la desviación estándar de la capacidad (μ_R y σ_R) y de la demanda (μ_Q y σ_Q). El índice de confiabilidad de 1 hasta $-\alpha$, indica fallas en la estructura. Valores altos de (β) representan una capacidad adecuada de los componentes para soportar las sollicitaciones de las cargas aplicadas al sistema, tomando en cuenta la variabilidad intrínseca de su resistencia.

La Probabilidad de Falla es presentada básicamente por dos estados dependientes de la zona de falla. Analíticamente dichas regiones se representan por las siguientes expresiones.

$$f_i = D[G(X), L] < 0 : \text{Región de Fallo}$$

$$f_i = D[G(X), L] \geq 0 : \text{Región de seguridad}$$

Las posibilidades de fallo o de seguridad están representadas por el área bajo la curva para cada zona. Como tiene una distribución estándar, mediante el uso de la tabla de distribución estándar, se puede obtener el área bajo la curva de la zona seguridad y restándole la unidad se obtiene el valor de la probabilidad de fallo. (Celia & Luís, 2018)

$$P_f = 1 - \Phi_\beta$$

Dónde:

P_f : Probabilidad de falla o Región de fallo

Φ_β : Probabilidad de la región de seguridad

El valor de la probabilidad de fallo estará asociado al estado límite, definido anteriormente, y a los parámetros de segundo orden, que definen las variables que condicionan el comportamiento de la estructura. (Celia & Luís, 2018)

La confiabilidad sísmica es el área que estudia la seguridad de un diseño estructural ante eventualidades sísmicas, basada en la consideración de las diferentes incertidumbres inherentes al mismo, y se aplica tanto en el diseño de estructuras nuevas y la evaluación de estructuras existentes, así como en la formulación de códigos de diseño estructural (códigos como el ACI, AISC, AASHTO y Euro códigos, entre otros) basados en la filosofía LRFD (según las siglas en inglés de “Load and Resistance Factor Design”).

El objetivo principal de estudiar los métodos probabilísticos de confiabilidad estructural es comprobar la probabilidad de falla que puede tener una estructura tomando en cuenta las incertidumbres asociadas con la resistencia y la ductilidad global de una estructura. Para obtener la respuesta estructural primero se evalúan modelos basados en datos estadísticos obtenidos preliminarmente. La teoría de confiabilidad estructural se basa en un modelo probabilístico de estas incertidumbres y provee los métodos para determinar la posibilidad de que las estructuras no cumplan con el desempeño estructural esperado.

El estudio de la confiabilidad de un componente estructural se basa en la formulación de una función de estado límite, también llamada de comportamiento o de margen de seguridad Z , la resistencia del elemento R (capacidad), y por el otro, las acciones sobre el mismo Q (demanda). Los valores positivos de Z representan la condición segura ($Z \geq 0$). Las variables que intervienen son variables aleatorias por lo que en general se caracterizan por el valor medio o media (μ), la desviación estándar (σ) y las funciones de probabilidad (f_R , f_Q). La confiabilidad del elemento estructural se cuantifica mediante la determinación de la probabilidad de falla (P_f) o, alternativamente, mediante el índice de confiabilidad (β) ambos a partir de la función de estado límite.

La variabilidad de las propiedades tanto geométricas como mecánicas de los materiales que forman a una estructura, así como la imprecisión en los métodos de cálculo y el proceso constructivo, hacen que la resistencia y la sollicitación variables con carácter aleatorio. El problema fundamental de que estas variables sean aleatorias desde el punto de vista estructural radica en que existe una probabilidad de que haya una combinación de variables, tal que la sollicitación llegue a ser mayor que la resistencia y provoque la falla. Para prever la incertidumbre en el cálculo nominal de la resistencia y la sollicitación, de sus posibles valores reales, los reglamentos de construcción han incluido en el diseño de los elementos estructurales factores que dan niveles de seguridad (confiabilidad) razonables. Así pues, para evitar que la resistencia sea excedida se factoriza por un coeficiente de reducción menor que la unidad, mientras que la sollicitación se amplifica por un factor de carga.

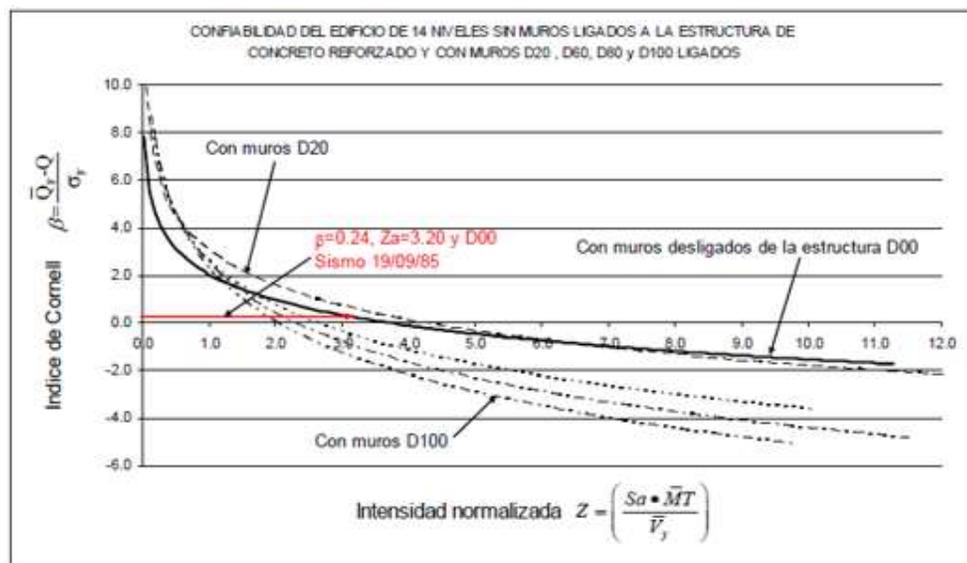


Figura 2. Gráficas de confiabilidad para el edificio de 14 niveles.

De acuerdo con lo escrito anteriormente, llegamos a formularnos el siguiente problema: ¿De qué forma la obtención de funciones de confiabilidad sísmica nos permite verificar el índice de confiabilidad β de Cornell de la infraestructura del Hospital Regional De Lambayeque?

De tal forma esta tesis argumenta a una justificación en diversos aspectos, se empleará el método científico para el desarrollo de esta investigación, su desarrollo, la contrastación de la hipótesis, la validación de la propuesta planteada y el instrumento de recolección de datos.

Por otro lado, el diseño estructural asume al desafío de ajustar los requisitos de diseño entre seguridad estructural y economía. El progreso que ha tenido la filosofía de diseño en estos últimos años denominada diseño por factores de carga y resistencia, para un estado límite objetivo de esfuerzos o demandas sísmicas, no deberá superar la capacidad estructural con una probabilidad aceptable u operacional. El avance de estos criterios de diseño ha marcado un gran progreso en relación con su predecesora; justificado a evaluaciones y diseños por esfuerzos admisibles. Los factores asignados a las demandas y capacidades sísmicas deben estar en relacionadas, y no mantenerse al margen de la variabilidad y la categoría de los parámetros establecidos, las consecuencias en cuestión de falla, de la importancia de la estructura, etc. Los estados límites pueden describir la capacidad del sistema estructural antes del colapso.

El satisfacer estos conceptos es un gran reto para los ingenieros estructurales, cuando se habla de diseño sismorresistente. Preguntas que aún quedan pendientes son ¿Qué queremos decir cuando hablamos de demandas y capacidades sísmicas?, ¿Qué parámetros de demanda y capacidad son más importantes para ser considerados en el diseño y que sean lo suficientemente simples para ser introducidos en los códigos de diseño? Estas preguntas son muy difíciles de responder, especialmente cuando se hace frente a parámetros inherentes, inciertos e interdependientes; tales como aquellos que gobiernan el comportamiento de una estructura ante un evento sísmico.

Las actuales normativas de diseño se basan en coeficientes empíricos, los cuales cubren el procedimiento de diseño y dan como resultado diseños con un nivel de seguridad desconocido. Aun así, estos códigos de diseño han sido actualizados constantemente durante los últimos años. Estas mejoras están orientadas a integrar conceptos de demanda y capacidad, las que deben ser lo suficientemente transparentes en el procedimiento de diseño y que provean niveles de seguridad consistentes para un cierto estado límite de daño.

Bajo lo descrito anteriormente, existe la necesidad de obtener una metodologías más precisa, concisa y eficiente para ser implementadas en los diseños propuestos por los reglamentos de diseño sismorresistente; con el objetivo de obtener un procedimiento para la estimación de la variable que defina la condición de falla estructural ante movimientos sísmicos, asimismo lograr cuantificar la confiabilidad en función del índice de confiabilidad β de Cornell.

Se justifica institucionalmente conociendo en forma determinista los escenarios de peligro sísmico y las funciones de confiabilidad sísmica de la estructura, se pueden estimar la vulnerabilidad sísmica y por lo consiguiente tomar las medidas correctivas necesarias, de tal forma que se pueda garantizar el normal funcionamiento del Hospital ante una eventualidad como los sismos y resguardar la vida de los pacientes.

Las infraestructuras del sector salud juegan una labor muy esencial en la mitigación de desastres debido a su especial función en el tratamiento de heridos y enfermedades.

Estos son una especie de “santuarios” para la gente más vulnerable de la comunidad, lo que significa que existe un deber estricto de disponer con hospitales e infraestructura del sector salud que brinden una adecuada resguardo y servicio a la sociedad ante, durante y después de la ocurrencia de un desastre natural como son los sismos.

Teniendo como objetivo general evaluar el Índice de Confiabilidad β de Cornell para obtener Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque y como objetivos específicos son estimar la capacidad estructural del sistema en su máxima respuesta lineal del Hospital Regional de Lambayeque, demostrar el Análisis Dinámico por Incrementos (ADI) del Hospital Regional de Lambayeque, identificar los factores influyentes en las Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque y diseñar el índice de confiabilidad β de Cornell del Hospital Regional de Lambayeque.

III. METODODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La presente tesis es de situación cuantitativo, de tipo no experimental, puesto que no se ha utilizado ninguna de las variables internas en el campo de la investigación de la institución, por lo cual se recabarán información en su argumento original para lograr enriquecer el concepto, y analizar los resultados.

Su diseño, es descriptivo, puesto que esta investigación es desarrollada sin manejo determinado de constantes, ofreciendo cuidado a las disposiciones obtenidas en un dominio natural para seguidamente evaluarlas.



Dónde:

M: Hospital Regional de Lambayeque.

X: Índice de confiabilidad β de Cornell.

O: Resultados de Análisis.

3.2. Variables y operacionalización

Tabla 1. Operacionalización de la Variable Independiente: Funciones de Confiabilidad Sísmica

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICA/ INSTRUMENTO
Funciones de Confiabilidad Sísmica		Peligro Sísmico	1	Cuantificativa Normal
		Sismo de Servicio	2	
		Sismo de Diseño	3	
		Sismo Máximo Esperado	4	
	Capacidad Estructural	Patrón Lateral de Cargas	5	
		Nodo Control	6	
		Curva idealizada Fuerza-Desplazamiento	7	
		Degradación de elementos estructurales	8	
		Método de los coeficientes de desplazamientos	9	
		Desempeño Sísmico Estático No Lineal	10	
		Sismicidad Historia	11	
		Registros Sísmicos	12	
		Análisis Tiempo Historia	13	
		Curvas Incrementales IDA	14	
	Análisis Dinámico Incremental	Curvas de Capacidad	15	
		Valores límites correspondientes al nivel de desempeño	16	
		Desempeño Sísmico Dinámico No Lineal	17	

Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente: Índice De Confiabilidad B De Cornell

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	TÉCNICA/ INSTRUMENTO	
Índice de Confiabilidad B de Cornell	Factores de Confiabilidad	Rigidez Lateral del Sistema	1	Cuantificativa Normal	
		Rigidez elástica	2		
		Rigidez secante	3		
		Índice de reducción de rigidez secante (IRRS)	4		
		Intensidad	5		
		Índice de confiabilidad β de Cornell	Índice de daño		6
		Índice de Seguridad	7		

Fuente: elaborada por autor.

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población:

Esta tesis estará orientada a una Edificación Esencial (Hospital Regional Lambayeque), clasificada según NTE-E.030-RNE. La población está constituida por 5 establecimientos del sector salud:

- Hospital Regional Lambayeque
- Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo,
- Hospital Luis Heysen Inchaustegui
- Hospital Naylamp.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de gabinete

Se conto con parte del expediente técnico, del cual se recolecto la información necesaria para iniciar con la evaluación estructural.

Técnicas de campo

Se realizó una inspección in situ para verificar los planos estructurales, con los planos obtenidos del expediente técnico.

3.5. Procedimientos

La recolección de datos se realizará de la siguiente forma:

1. Preparación del trabajo de gabinete
2. Recopilación del expediente técnico
3. Ordenar la información requerida
4. Realizar el cálculo en el programa ETABS 2016
5. Analizar las posibles soluciones.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para analizar los datos obtenidos se, estimo la capacidad estructural del sistema en su máxima respuesta lineal, lo cual ayudo a determinar el desempeño estructural por un análisis no lineal estático.

Se realizo el Análisis Dinámico por Incrementos (ADI), lo cual nos permitió identificar las curvas incrementales IDA, para identificar los factores influyentes en las Funciones de Confiabilidad Sísmica, esto nos permitió diseñar el índice de confiabilidad β de Cornell del Hospital Regional de Lambayeque.

Finalmente, se interpretaron los datos obtenidos y concluyo de modo correcto y con carácter científico.

3.7. Aspectos éticos

El beneficio próximo que se obtendrá a través de esta tesis debe ser coherente con el código ético de la profesión, ya que es primordial diferenciar las ventajas y desventajas que se pueden originar y de qué modo estos aportan o perjudican a la sociedad.

IV. RESULTADOS

– **Rigidez del sistema en su máxima respuesta lineal.**

La Máxima Rigidez elástica para cada dirección del sistema se obtuvieron a partir de la curva de capacidad que está en función del desplazamiento con respecto al cortante basal, con esto datos se determinó el valor de la rigidez inicial K_0 , valor que será empleado para determinar el índice de reducción de rigidez secante.

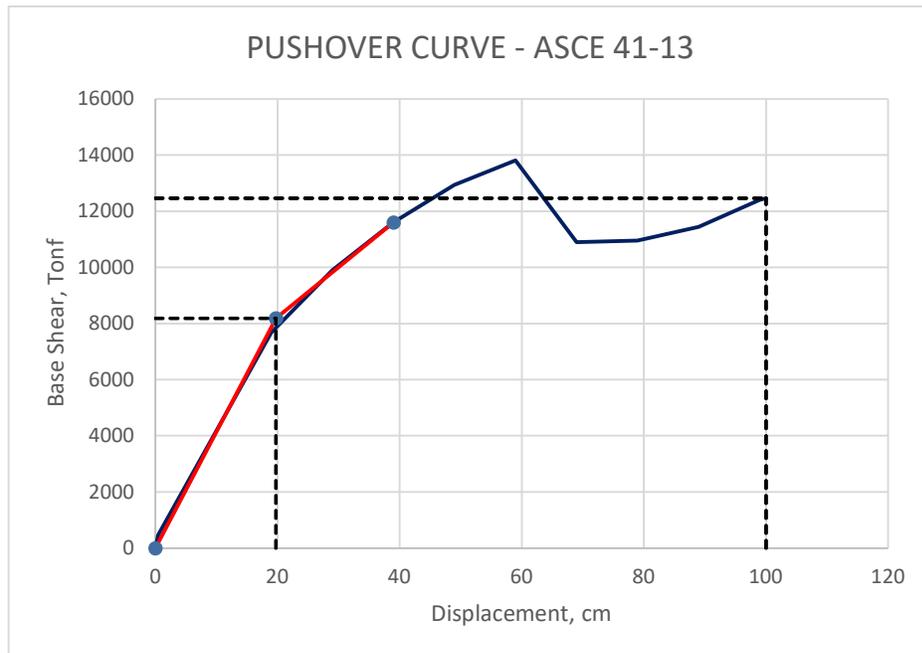


Figura 3. Curva de Capacidad en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 3. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

W (Tn)=	12485.0525
VBL (Tn)=	8183.39
ΔL (cm)	19.75
VBNL (Tn)=	12458.01
ΔNL (cm)	100.0305
K=	124.54
K_0 =	414.37

Fuente: elaborada por autor.

- Dirección yy

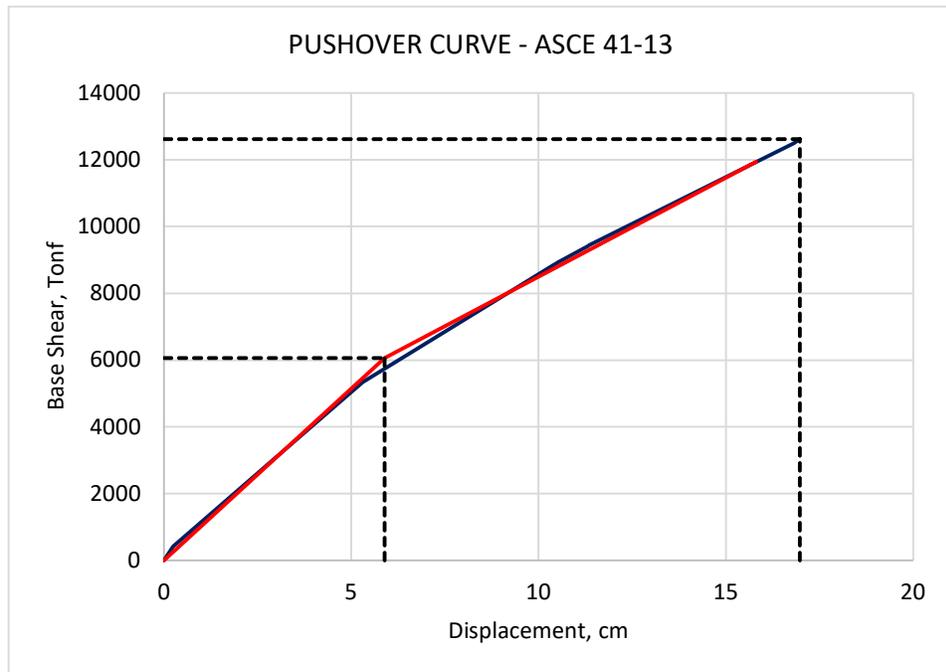


Figura 4. Curva de Capacidad en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 4. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

W (Tn)=	12485.0525
VBL (Tn)=	6060.66
ΔL (cm)	5.89
VBNL (Tn)=	12618.33
ΔNL (cm)	16.9797
K=	743.14
K0=	1028.31

Fuente: elaborada por autor.

– **Análisis Dinámico por Incrementos (ADI).**

Se determino el desplazamiento máximo vs el cortante en el base a partir de un análisis tiempo historia, de manera que se pueda determinar la rigidez del sistema en el momento que se produce la falla de colapso, como se puede apreciar en la figura la desigualdad entre líneas refleja la diferente respuesta estructural para cada intensidad sísmica, debido a los diferentes movimientos en el terreno.

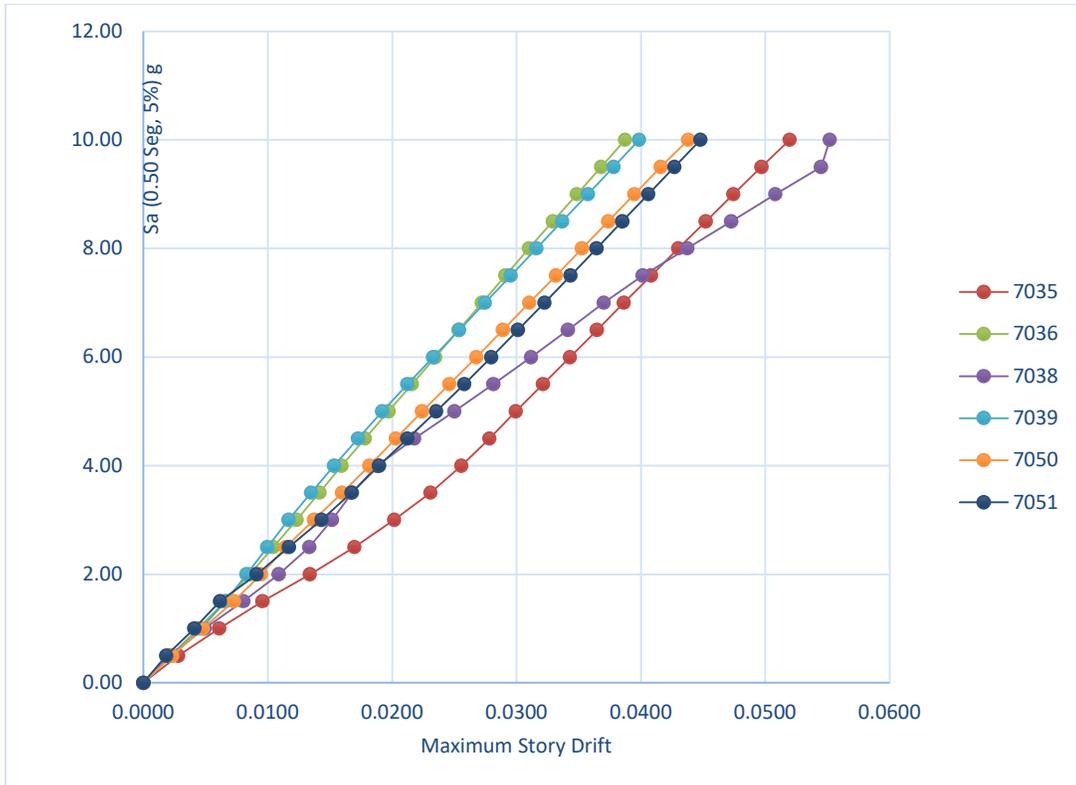


Figura 5. Curvas Incrementales IDA, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Asimismo, se calculó la curva de capacidad dinámica mediante una Media Geométrica más dos Desviaciones Estándar, para obtener la capacidad media de colapso cuando la intensidad espectral ejerce en el terreno movimientos que logren en la estructura una deriva máxima del 10/1000, como se aprecia en las siguientes imágenes.

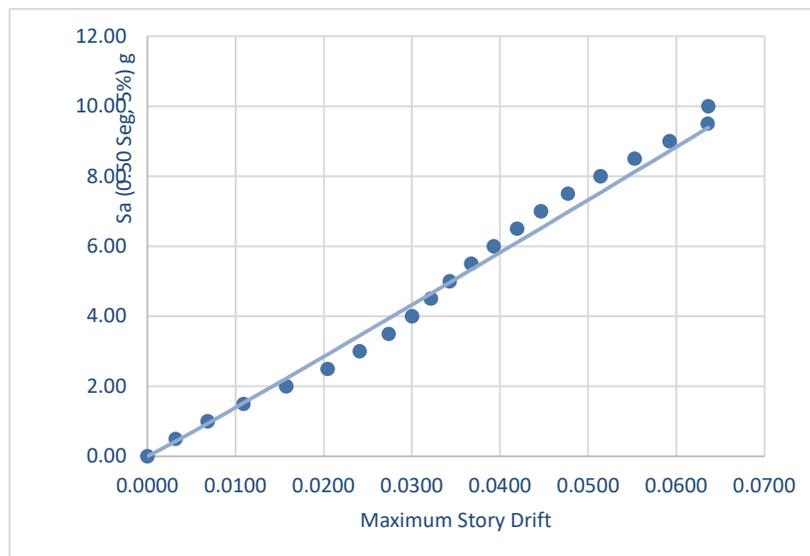


Figura 6. Curvas de Capacidad Dirección xx, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.5g, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

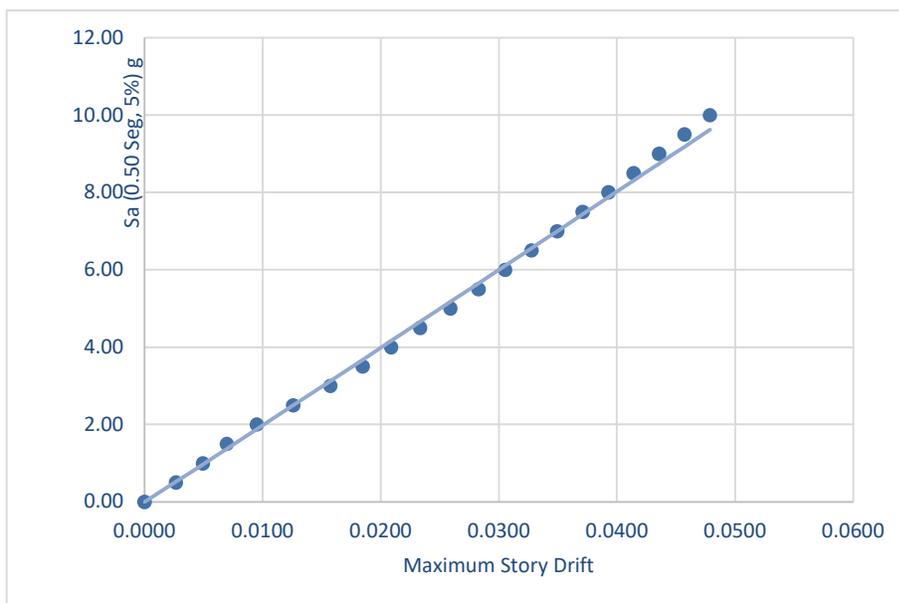


Figura 7. Curvas de Capacidad Dirección yy, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.9g, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

– **Factores influyentes en las Funciones de Confiabilidad Sísmica.**

Se determino el índice de reducción de rigidez secante adoptando una condición de falla mediante un índice de daño, el cual relaciona la confiabilidad estructural referida al colapso de este, los resultados se presentan para cada dirección en las siguientes tablas, como resultados obtenemos que en ningún caso se produce la condición de colapso, ya que obtenemos índices de reducción de rigidez secantes menores a uno.

Tabla 5. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7035,7038 y 7050), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

	Índice de reducción de rigidez secante (IRRS)					
	K (7035)	K (7038)	K (7050)	IRRS (7035)	IRRS (7038)	IRRS (7050)
0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.50	273.0592	348.9744	313.3043	0.3410	0.1578	0.2439
1.00	264.4647	288.1522	280.1231	0.3618	0.3046	0.3240
1.50	270.2058	292.6972	311.3618	0.3479	0.2936	0.2486
2.00	274.7809	294.2337	316.3811	0.3369	0.2899	0.2365
2.50	282.3518	300.5163	333.1918	0.3186	0.2748	0.1959
3.00	289.1839	322.1513	341.6120	0.3021	0.2225	0.1756
3.50	293.5208	358.8089	349.7208	0.2916	0.1341	0.1560
4.00	298.3910	391.4216	356.6116	0.2799	0.0554	0.1394
4.50	303.7598	402.9896	362.3252	0.2669	0.0275	0.1256
5.00	310.8534	409.3494	366.0796	0.2498	0.0121	0.1165
5.50	316.3255	414.9361	367.9085	0.2366	0.0014	0.1121
6.00	321.7080	419.3996	368.9528	0.2236	0.0121	0.1096
6.50	330.7742	417.4564	376.1110	0.2017	0.0075	0.0923
7.00	332.5425	425.5605	374.3443	0.1975	0.0270	0.0966
7.50	343.8865	425.0978	378.1712	0.1701	0.0259	0.0873
8.00	342.5250	388.7024	376.7607	0.1734	0.0619	0.0908
8.50	347.2127	345.0532	371.8789	0.1621	0.1673	0.1025
9.00	355.0504	347.7600	377.4433	0.1431	0.1607	0.0891
9.50	357.6343	338.9677	368.3447	0.1369	0.1820	0.1111
10.00	353.2231	356.7117	386.4647	0.1476	0.1391	0.0673

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 6. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

	Índice de reducción de rigidez secante (IRRS)					
	K (7036)	K (7039)	K (7051)	IRRS (7036)	IRRS (7039)	IRRS (7051)
0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.50	563.5266	591.3973	611.1392	0.4520	0.4249	0.4057
1.00	526.8225	575.1758	592.4554	0.4877	0.4407	0.4239
1.50	510.8295	584.7744	595.2578	0.5032	0.4313	0.4211
2.00	531.9386	620.3093	601.3387	0.4827	0.3968	0.4152
2.50	550.9216	630.3632	632.4391	0.4642	0.3870	0.3850
3.00	576.0473	636.7379	641.7808	0.4398	0.3808	0.3759
3.50	597.1039	640.8186	648.4199	0.4193	0.3768	0.3694
4.00	615.3497	643.9694	653.8338	0.4016	0.3738	0.3642
4.50	631.6717	646.8229	661.1124	0.3857	0.3710	0.3571
5.00	646.7304	648.8635	667.5699	0.3711	0.3690	0.3508
5.50	659.7246	652.3887	673.7052	0.3584	0.3656	0.3448
6.00	671.1318	656.1983	679.3473	0.3473	0.3619	0.3394
6.50	677.4570	670.1090	680.2216	0.3412	0.3483	0.3385
7.00	689.7143	663.4513	688.8695	0.3293	0.3548	0.3301
7.50	692.7306	667.1739	692.9830	0.3263	0.3512	0.3261
8.00	703.0744	628.9747	684.7654	0.3163	0.3883	0.3341
8.50	707.5035	671.5316	675.5697	0.3120	0.3470	0.3430
9.00	700.8833	674.7284	681.1381	0.3184	0.3438	0.3376
9.50	701.0751	684.4567	688.1783	0.3182	0.3344	0.3308
10.00	691.0128	687.2767	690.1317	0.3280	0.3316	0.3289

Fuente: elaborada por autor.

– **Índice de confiabilidad β de Cornell.**

De los resultados obtenidos se observa que el sistema en dirección XX, mantiene un índice de confiabilidad máximo de 4.27 para un registro de aceleración amplificado a 1.5g, este resultado concuerda con lo obtenido en la Curva de Capacidad calculado mediante una Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.5g.

Asimismo, para la dirección YY, obtenemos un índice de confiabilidad máximo de 4.0 para un registro de aceleración amplificado a 0.5g, en este caso no se asemeja al resultado obtenido en la Curva de capacidad en la cual obtenemos condición de colapso $S_{ct}=1.9g$.

Tabla 7. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

	mS	mR	sS	sR	β
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	2002.10	4609.03	52.15	672.55	3.865
1.00	3916.63	8381.96	381.47	1053.87	3.984
1.50	6479.50	11046.13	453.64	968.00	4.272
2.00	8856.21	13161.15	942.39	1258.12	2.739
2.50	11294.45	15118.53	1399.05	1177.37	2.091
3.00	13803.28	17767.01	1652.68	1209.63	1.935
3.50	16500.29	20105.29	1614.53	1398.62	1.688
4.00	19264.00	22871.38	1619.12	1927.66	1.433
4.50	22056.57	25688.63	2023.38	2894.61	1.028
5.00	24868.94	28443.35	2752.39	4038.44	0.731
5.50	27651.15	31176.98	3562.58	5379.00	0.546
6.00	30381.86	33943.64	4377.64	6649.35	0.447
6.50	33254.83	36982.64	4623.88	7465.67	0.425
7.00	35904.22	40014.87	5736.47	8407.06	0.404
7.50	38958.01	43304.75	6231.58	9330.52	0.387
8.00	40306.09	46594.12	5049.35	10048.63	0.559
8.50	41224.93	50104.07	3387.50	10536.92	0.802
9.00	44365.16	53605.65	3837.17	11089.97	0.787
9.50	46260.09	57149.76	4465.45	11689.69	0.870
10.00	49372.40	60657.32	3725.31	12258.30	0.881

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 8. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

	mS	mR	sS	sR	β
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
0.50	3325.76	5396.89	325.82	401.27	4.007
1.00	6663.62	7605.91	484.24	1128.02	0.768
1.50	9802.40	8323.78	697.48	1661.73	-0.820
2.00	13594.84	10388.82	1265.94	1727.80	-1.497
2.50	17382.62	12044.43	2278.75	1374.45	-2.006
3.00	21214.86	12997.36	3037.16	886.58	-2.597
3.50	24978.77	13760.11	3605.78	697.38	-3.055
4.00	28692.56	14714.74	3965.70	771.76	-3.460
4.50	32608.73	15916.75	4404.47	1357.34	-3.622
5.00	36625.15	17115.75	4876.92	1803.89	-3.752
5.50	40708.01	18352.80	5221.89	2182.32	-3.950
6.00	44834.41	19535.58	5470.94	2606.50	-4.175
6.50	49021.51	20852.14	5301.67	2964.86	-4.637
7.00	53086.30	22233.55	5836.69	3247.55	-4.619
7.50	57093.60	23559.23	6047.81	3542.84	-4.784
8.00	59704.52	25131.40	6904.41	3658.52	-4.425
8.50	64618.53	26780.94	4858.02	3847.99	-6.105
9.00	68451.48	28338.88	5285.04	3962.68	-6.072
9.50	72809.72	29938.78	5523.17	4255.01	-6.149
10.00	76412.22	31584.28	6027.94	4345.06	-6.033

V. DISCUSIÓN

En este apartado se expone los resultados bajo el criterio resaltante de cada autor mencionado en los antecedentes de esta investigación. La finalidad de esta tesis es investigar el método propuesto por Cornell para identificar el índice de confiabilidad estructural del Hospital Regional de Lambayeque, se hicieron ciertas verificaciones adicionales a este método de manera de buscar análisis más profundo del tema, si bien es cierto optamos con hacer un análisis estático no lineal del cual se puede apreciar una degradación no aceptable según los requisitos mínimos establecidos por el código FEMA 440, para la dirección transversal, esta respuesta inelástica estática demuestra el comportamiento estructural del sistema en evaluación, teniendo en cuenta que este método no considera los efectos espectrales del terreno ante un evento sísmico real, por otro lado se aprecia una respuesta favorable para la dirección longitudinal, teniendo presente el cambio de rigidez que presenta el sistema estructural a partir del quinto nivel.

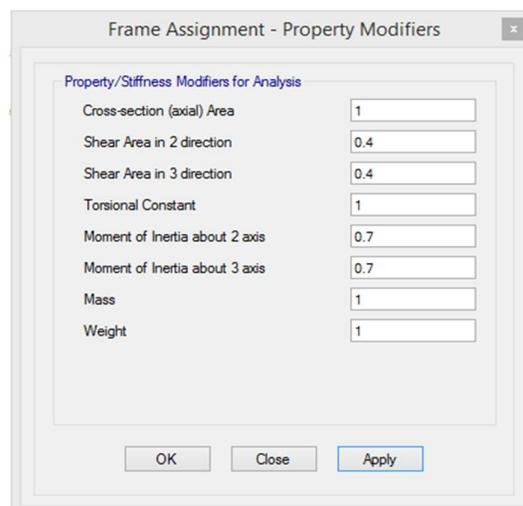


Figura 8. Coeficientes de corrección de rigidez de la sección columnas, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

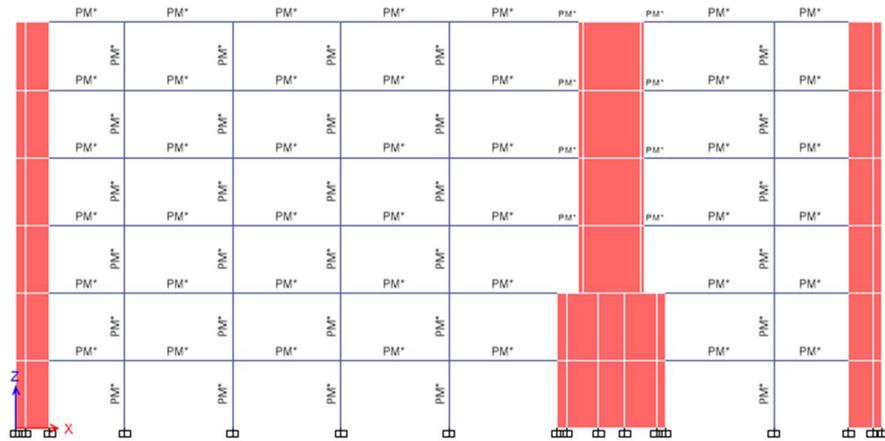


Figura 9. Reducción de la rigidez en los elementos frame, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Para fundamentar el procedimiento que se empleó en el análisis estático no lineal, se revisó los requisitos mínimos establecidos por (ASCE41-13, 2013), quien define ciertos criterios para la evaluación de edificaciones existentes, una de las principales es aplicar un factor de reducción de rigidez a los elementos de todo el sistema, basándose a que el sistema por ser una edificación existente contiene una historia sísmica, si bien es cierto en los últimos años nuestra región no ha sufrido movimientos sísmicos que puedan afectar el comportamiento del sistema estructural de la edificación en estudio, se crea cierta incertidumbre en aplicar los factores exigidos por el código ya que al aplicarlo el comportamiento del sistema será más vulnerable deformaciones no consideradas en un diseño convencional, a pesar de no haber presentado esfuerzos sísmicos en los últimos años se aplicaron dichos factores para seguir el procedimiento recomendado por el código de evaluación, asimismo se empleó el método de los coeficientes definido por la norma ASCE 41-13 el cual determina un modelo bilineal para definir el punto de desempeño según la falla del sistema, para ello se aplicaron tres tipos de acción sísmica según su probabilidad de ocurrencia.

Este análisis proporcionara una serie de configuraciones laterales en los diferentes niveles y los valores de la respuesta en cada instante de interés serán grabadas para obtener así la estimación de la capacidad de deformación.

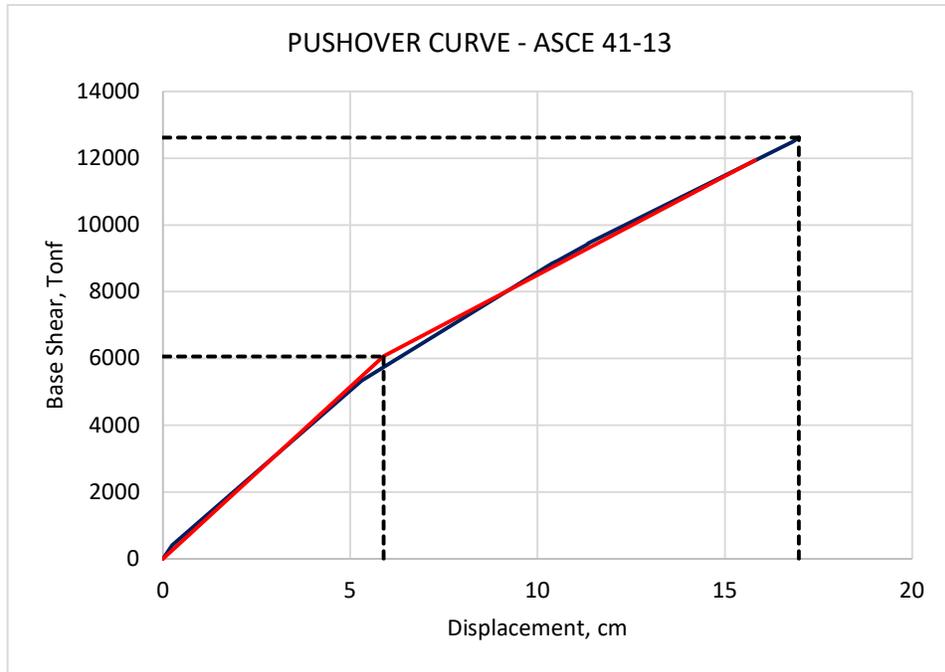


Figura 10. Curva de Capacidad en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.



Figura 11. Curva de Capacidad en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

De los resultados adquiridos en el análisis estático no lineal se define que el método no lineal estático, presenta mejores respuestas para estructuras regulares en planta y en altura, en definiciones comunes se encontró la investigación (Félix, 2016) quien recomienda emplear este método con algunas restricciones como el hecho de que las estructuras deben ser regulares en planta y altura, se desprecian los efectos de torsión, sin embargo es fundamental realizar este proceso de evaluación, ya que de las respuestas no lineales estáticas se proveen ciertos factores las cuales contribuyen para la obtención de las funciones de confiabilidad sísmica, es por ello que tomamos como punto muy importante estos resultados ya que las funciones de confiabilidad sísmica obtenidas para el cálculo del índice de confiabilidad β de Cornell, dependen de la curva de capacidad, del cual se estima el índice de rigidez secante del sistema

Tabla 9. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

W (Tn)=	12485.0525
VBL (Tn)=	6060.66
ΔL (cm)	5.89
VBNL (Tn)=	12618.33
ΔNL (cm)	16.9797
K=	743.14
K0=	1028.31

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 10. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

W (Tn)=	12485.0525
VBL (Tn)=	6060.66
ΔL (cm)	5.89
VBNL (Tn)=	12618.33
ΔNL (cm)	16.9797
K=	743.14
K0=	1028.31

Fuente: elaborada por autor.

Una vez obtenido dichos resultados se procede a realizar el análisis dinámico incremental, según (Cabanillas, 2015), en su investigación doctoral esta metodología de evaluación tiene procedimientos sofisticados para predecir respuestas no lineales, el profundiza el tema aplicando un análisis probabilístico para obtener el punto de falla estructural, basándose en el uso de registros sísmicos reales en el modelo matemático.

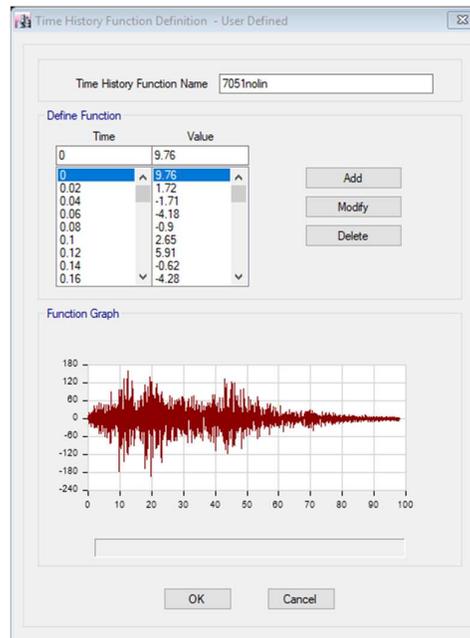


Figura 12. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 03 de octubre de 1974 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Este método consiste en amplificar la familia de registros utilizadas en este método de evaluación hasta lograr que la estructura sufra daño y empiece a incursionar en un rango inelástico, si bien es cierto el análisis estático no lineal tiene la misma finalidad, pero esta metodología tiene mayor precisión y puede ser aplicada para la evaluación del desempeño sísmico de edificaciones irregulares.

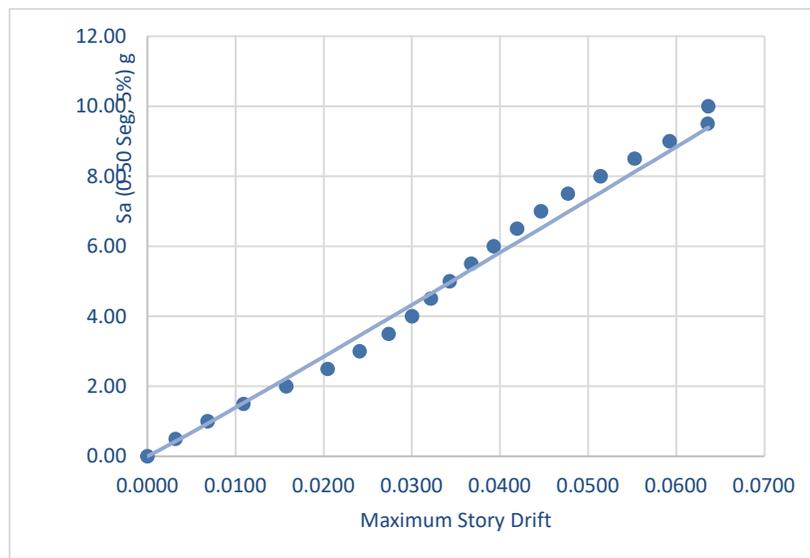


Figura 13. Curvas de Capacidad Dirección xx, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.5g, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

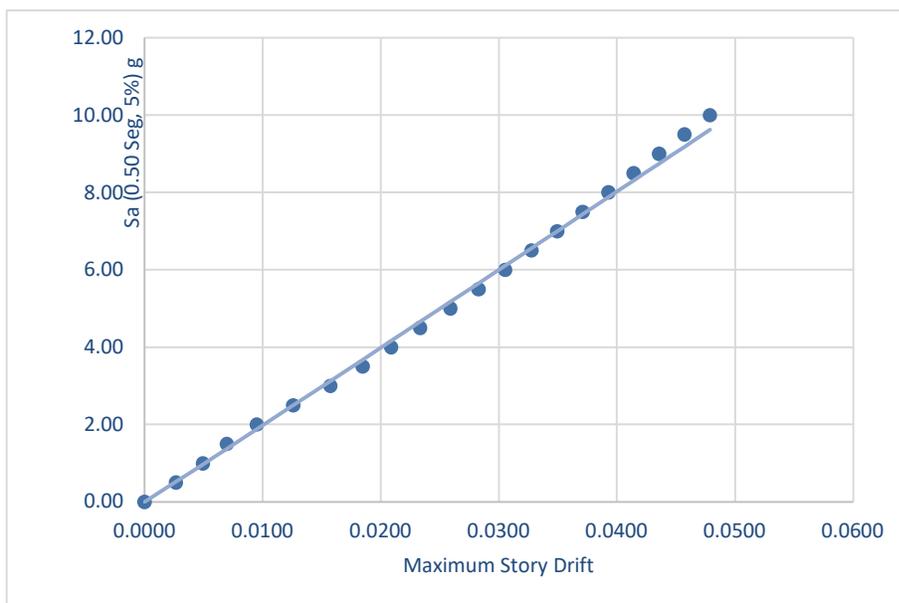


Figura 14. Curvas de Capacidad Dirección yy, Media Geométrica + 2DS Colapso Sct=1.9g, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

sim embargo es un proceso más complejo ya que demanda mayor tiempo de análisis y proceso de datos, las respuestas obtenidas según (Cabanillas, 2015) , depende una máxima distorsión de falla, dicha distorsión de es registrada para cada registro y factor de amplificación la cual después de un proceso probabilístico determina el grado de amplitud sísmica requerida para que la estructura falle por colapso, tomando este criterio se obtuvieron respuestas sísmicas esperadas ya que al hacer un análisis previo a lo no lineal, se obtuvieron resultados favorables en cuanto un análisis sismorresistente convencional con cumpliendo los requisitos mínimos establecidos por el (Ministerio de Vivienda, Decreto Supremo que Modifica la Norma Técnica E.030 " Diseño Sismoresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, Aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, Modificada con Decreto Supremo N° 012-2014-Vivienda, 2016). Según la filosofía de diseño de nuestra norma técnica a pesar de ser actualizada aprobada el año 2018, se mantiene el concepto de ser más estrictos con el diseño de edificaciones esenciales es por ello por lo que se esperan respuestas aceptables, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el análisis dinámico incremental

VI. CONCLUSIONES

1. El procedimiento para determinar la capacidad máxima de la estructura toma en cuenta la evaluación de la rigidez máxima elástica, esta propiedad es útil para determinar el índice de reducción de rigidez secante, por el cual permite un control más directo del comportamiento que tendrá el sistema al sufrir deformaciones inelásticas.
2. La diferente degradación que se reflejó en las curvas IDA, nos permite identificar que el comportamiento que tiene la estructura no es el mismo para todos los registros empleados en el análisis dinámico incremental, asimismo nos permite determinar probabilísticamente la intensidad requerida para obtener la máxima deformación permisible por los códigos de desempeño estructural.
3. Determinar los factores de confiabilidad permite lograr identificar respuestas de degradación estructural, el cual será el punto inicial para obtener respuestas bajo el criterio empleado por Cornell para la obtención del desempeño estructural.
4. Se puede concluir que el índice de confiabilidad β De Cornell, es un método eficiente y da como resultados factores coherentes, tomando en cuenta la regularidad de la configuración estructural, asimismo podemos concluir el buen comportamiento que tendrá la estructura al sufrir deformaciones ante un sismo máximo creíble esperado.

VII. RECOMENDACIONES

1. Aplicar un análisis estático no lineal para edificaciones irregulares puede llevar a obtener resultados incoherentes, es por ello que este método queda limitado para uso en edificaciones regulares en altura y en planta.
2. Se recomienda utilizar un análisis dinámico incremental para la evaluación del desempeño sísmico de edificaciones irregulares, ya que esta metodología de evaluación procesa resultados precisos, lo que no sucede con un análisis estático no lineal.
3. Es importante seguir las recomendaciones de cambio de rigidez recomendado por el código (ASCE41-13, 2013) ya que ello permite obtener modelos matemáticos adaptados a edificaciones existentes.
4. Para predecir el nivel operacional de edificaciones esenciales, es fundamental determinar el índice de confiabilidad β De Cornell, ya que a diferencia de los análisis no lineales estáticos este índice de confiabilidad permite profundizar las respuestas estructurales con respecto a su rigidez elástica y su rigidez máxima inelástica, por lo que los resultados expresan probabilidades del posible comportamiento de disipación que podría tener la estructura en deformaciones horizontales con intensidades reales.

REFERENCIAS

- ACI318, A. C. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. Estados Unidos.
- Agency, F. E. (2000). *Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings*, FEMA 350. Washington.
- Agency, F. E. (2005). *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*, FEMA 440 Report. Washington,.
- Aguilar, M. A. (s.f.). *Diseño Sísmico Basado en Desempeño para una Edificación Esencial*. Mexico.
- Alamilla López, J. L. (2001). *Criterios de diseño sísmico basados en confiabilidad para estructuras aporticadas*. México.
- Alvarez, M. G. (2012). *Análisis Estático No Lineal Y Análisis Dinámico No Lineal del Hospital de Vielha*. España.
- ASCE41-13, A. S. (2013). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. Estados Unidos.
- ATC40. (1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Building*. California.
- Bonilla, C. E. (2017). *Análisis Estático No Lineal (Pushover) del Cuerpo Central del Edificio de la Facultad de Medicina De La Universidad de el Salvador*. Salvador.
- Celia, K. C. & Luís., B. L. (2018). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de las infraestructuras educativas de concreto armado en Juliaca y San Miguel*, Puno. Juliaca.
- Cíntora, R. (2013). *Obtención de Funciones de Confiabilidad Sísmica de Edificios de Concreto Reforzado de 5, 10 y 15 niveles mediante el Índice de Confiabilidad Beta Cornell y un margen de Seguridad Z*.
- Coronel, M. (2003). *Calibración basada en Confiabilidad de la Primera Hipótesis de diseño de la norma técnica E.060*.
- Council, B. S. (2000). *NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures*. Washington, D.C.
- Crisóstomo, C. C. (2007). *Análisis De Confiabilidad de Edificios de Concreto En Zonas Sísmicas Considerando La acumulación de daño estructural durante La Vida De Servicio*. México .
- Díaz, J. (2008). *Criterios de aceptación para el Diseño Sísmico por Desempeño y Confiabilidad de Edificios de Concreto Reforzado, con piso suave en planta baja, desplantados en suelos blandos de la ciudad de México*. México.
- Díaz, B. & León, R. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios*. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada. Vulnerabilidad y riesgo

sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada.

- Díaz, O., Esteva, L. & Mendoza, E. (s.f.). *Funciones de Confiabilidad para la Formulación de Normas de Diseño Sísmico*.
- Einstein, A. & Farro, C. (2008). *Nociones prácticas de Diseño Estructural para sistemas isostáticos en arquitectura*. Buenos Aires: Nobuko.
- Fajardo, C. (2012). *Evaluación Estructural de una de las edificaciones*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Félix, M. J. (2016). *Modelos Paramétricos de Confiabilidad para Establecer la Vulnerabilidad Sísmica de Construcciones Escolares*.
- FEMA440, F. E. (2005). *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. Washington.
- Gómez, M. (2010). *Estado del Arte del Análisis de Riesgo Sísmico Probabilístico*.
- Herrera González, R. I. (2016). *Vulnerabilidad y daño sísmico de edificios porticados de hormigón armado, irregulares en planta, en Barquisimeto - Venezuela*. Venezuela.
- Ismael, E. (2010). *Diseño Sísmico basado en desempeño y Confiabilidad de Sistemas Marco- Muro*.
- Ismael, E. (2013). *Estimación de la Vulnerabilidad Estructural de un México*.
- Ismael, E. (2015). *Uso de sistemas simplificados de referencia para el análisis de vulnerabilidad de construcciones escolares*. México.
- Méndez, J. M. (2007). *Método para la evaluación del desempeño sísmico de edificios históricos de Mampostería*. México.
- Ministerio de Vivienda (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. Lima.
- Ministerio de Vivienda (2013). *Norma E.020, cargas*. Lima.
- Ministerio de Vivienda (24 de enero de 2016). Decreto Supremo que Modifica la Norma Técnica E.030 " Diseño Sismoresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, Aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-Vivienda, Modificada con Decreto Supremo N° 012-2014-Vivienda. El Peruano, pág. 9.
- Mora, J. B. (2016). *Combinación de Cargas para diseño sísmico de Edificios*. Mexico.
- Núñez, F., Muñoz, E. & Prieto, J. (2004). *Confiabilidad estructural del edificio del hospital universitario San Ignacio, cuando es sometido a excitación Sísmica*. Ingeniería de Copnstrucción.
- Núñez, M. A. (2018). *Estudio sobre la efectividad del factor de sobrerresistencia del criterio columna fuerte-viga débil*. Barcelona.
- Olarte, J. (2002). *Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Áreas Urbano Marginales*. CISMID, LIMA.

- Paredes Azaña, M. Á. (2016). *Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal pushover*. Lima.
- Roy, C. A. (2006). *Seismic Evaluation of Multi-Storey RC Frame Using Modal Pushover Analysis Nonlinear Dynamics*.
- Shayan, S. (2013). *System Reliability-Based Design Of 2d Steel Frames By Advanced Analysis*. Australia.
- Suárez, M. L. (2013). *Aplicación Web Para La Difusión Y Consulta De Datos De Peligro Sísmico*. México.
- Vanegas, S. & Chio, G. (2014). *Estimación del índice de confiabilidad β de las vigas de un puente usando conteos de tráfico real (TPDS) mediante simulación*.
- Villacorta, I. A. (1993). *La Confiabilidad Estructural*. Lima - Perú.

ANEXOS

Matriz de consistencia

Título: Obtención De Funciones De Confiabilidad Sísmica Del Hospital Regional De Lambayeque Mediante El Índice De Confiabilidad β De Cornell.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	MARCO TEÓRICO (ESQUEMA)	DIMENSIONES	MÉTODOS
<p>Problema general</p> <p>¿De qué forma la obtención de funciones de confiabilidad sísmica nos permite verificar el índice de confiabilidad β de Cornell de la infraestructura del Hospital Regional De Lambayeque?</p>	<p>Utilizar el Índice de Confiabilidad β de Cornell nos permitirá determinar las Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque.</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar el Índice de Confiabilidad β de Cornell para obtener Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque.</p>	<p>V.I.: Funciones de Confiabilidad Sísmica</p>	<p>1. Funciones de Confiabilidad Sísmica</p> <p>1.1. Peligro Sísmico</p> <p>1.2. Desempeño Sísmico Estático No Lineal</p> <p>1.3. Rigidez Lateral del Sistema</p> <p>1.4. Curvas Incrementales IDA</p>	<p>Capacidad Estructural</p> <p>Análisis Dinámico Incremental</p>	<p>Diseño:</p> <p>No Experimental – Descriptiva Propositiva</p>
<p>Problemas Específicas</p> <p>1. ¿Cuál es el desempeño estructural de la infraestructura del Hospital Regional De Lambayeque?</p> <p>2. ¿Qué diferencia hay entre un análisis no lineal estático y dinámico para determinar el desempeño estructural de la infraestructura del Hospital Regional De Lambayeque?</p> <p>3. ¿El índice de confiabilidad β de Cornell nos permite obtener resultados más reales del comportamiento estructural de la infraestructura del Hospital Regional De Lambayeque?</p>		<p>Objetivos específicos</p> <p>1. Estimar la capacidad estructural del sistema en su máxima respuesta lineal del Hospital Regional de Lambayeque.</p> <p>2. Demostrar el Análisis Dinámico por Incrementos (ADI) del Hospital Regional de Lambayeque.</p> <p>3. Identificar los factores influyentes en las Funciones de Confiabilidad Sísmica para el Hospital Regional de Lambayeque.</p> <p>4. Diseñar el índice de confiabilidad β de Cornell del Hospital Regional de Lambayeque.</p>		<p>V.D.: Índice de Confiabilidad B de Cornell</p>	<p>2. Índice de Confiabilidad B de Cornell</p> <p>2.1. Factores de Confiabilidad</p> <p>2.2. Índice de confiabilidad β de Cornell</p>	<p>Factores de Confiabilidad</p> <p>Índice de confiabilidad β de Cornell</p>

Fuente: Elaboración propia

Análisis y desarrollo

7.1.1. Rigidez del sistema en su máxima respuesta lineal.

- **Normas Empleadas:**
 - NTE E.020 - CARGAS
 - NTE E.030 - DISEÑO SISMORRESISTENTE
 - NTE E.050 - SUELOS Y CIMENTACIONES
 - NTE E.060 - CONCRETO ARMADO
 - NTE E.090 - ESTRUCTURAS METALICAS
 - A.C.I. 318 – 2019
 - ASCE 41-13
- **Especificaciones – Materiales Empleados**
 - Concreto

The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in ETABS 2016. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Material Name is 'Concreto f'c=210kg/cm2', Material Type is 'Concrete', Directional Symmetry Type is 'Isotropic', and Material Display Color is a grey swatch with a 'Change...' button. Material Notes has a 'Modify/Show Notes...' button.
- Material Weight and Mass:** 'Specify Weight Density' is selected. Weight per Unit Volume is 0.0024 kgf/cm³, and Mass per Unit Volume is 0.000002 kgf-s³/cm⁴.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E is 218819.79 kgf/cm²; Poisson's Ratio, U is 0.2; Coefficient of Thermal Expansion, A is 0.0000099 1/C; Shear Modulus, G is 91174.91 kgf/cm².
- Design Property Data:** A 'Modify/Show Material Property Design Data...' button.
- Advanced Material Property Data:** Buttons for 'Nonlinear Material Data...', 'Material Damping Properties...', and 'Time Dependent Properties...'.

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

Figura 15. Asignación de las propiedades del concreto, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

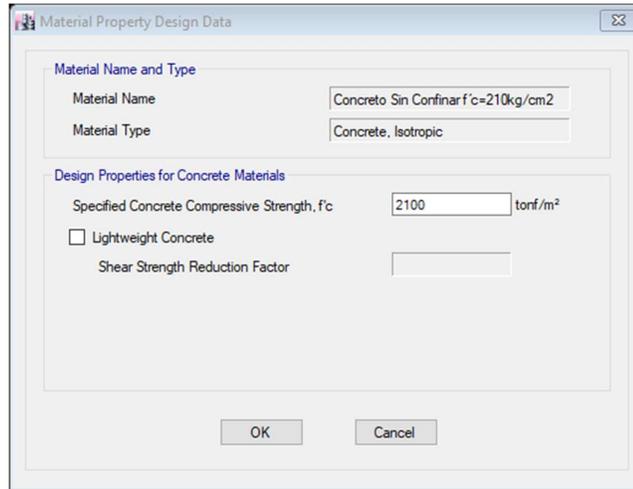


Figura 16. Resistencia cilíndrica del concreto, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

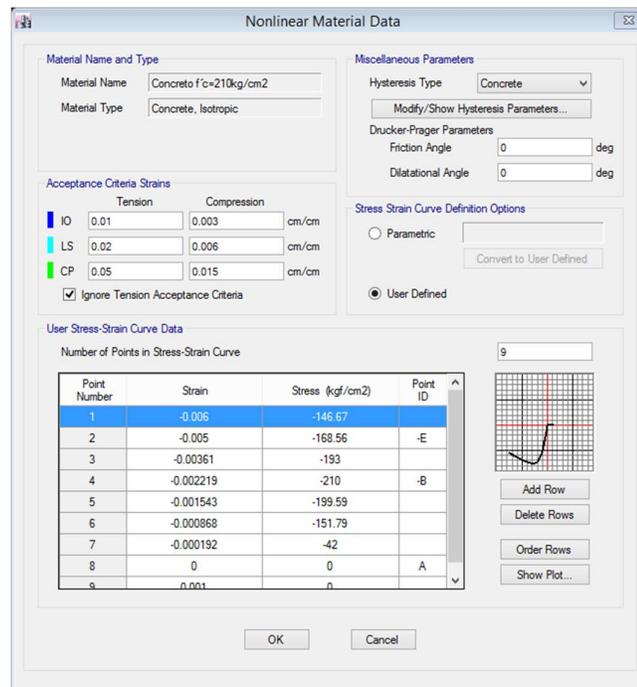


Figura 17. Características de la No Linealidad del Concreto, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- Barras de refuerzo

Figura 18. Asignación de las propiedades acero de refuerzo, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Point Number	Strain	Stress (kgf/cm ²)	Point ID
1	-0.108	-1820	
2	-0.09	-5600	-E
3	-0.045556	-5133.33	-D
4	-0.018889	-4666.67	-C
5	-0.002	-4200	-B
6	0	0	A
7	0.002	4200	B
8	0.018889	4666.67	C
9	0.045556	5133.33	D

Figura 19. Características de la No Linealidad del Acero, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

– **Geometría Estructural**

Sección transversal existente en edificación (Columnas).

- C1 (0.40m x 0.80m).

- $As = 4\phi 1'' + 4 \phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.00 %.

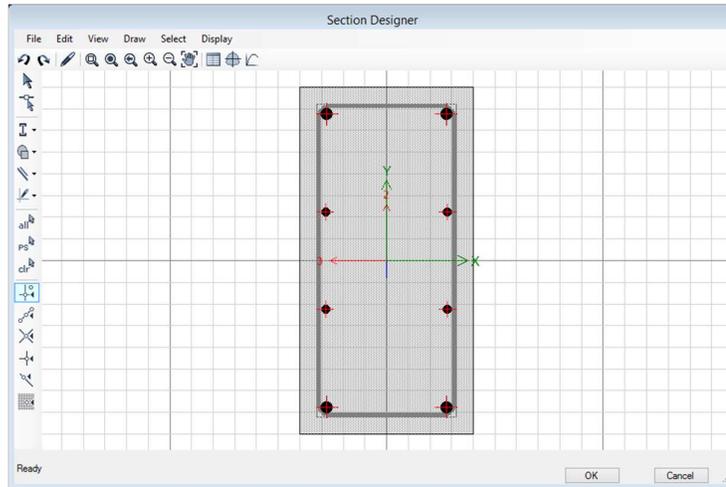


Figura 20. Columna "C1 (0.40m x 0.80m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C1 (0.40m x 0.60m)

- $As = 4\phi 1'' + 4 \phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.33 %.

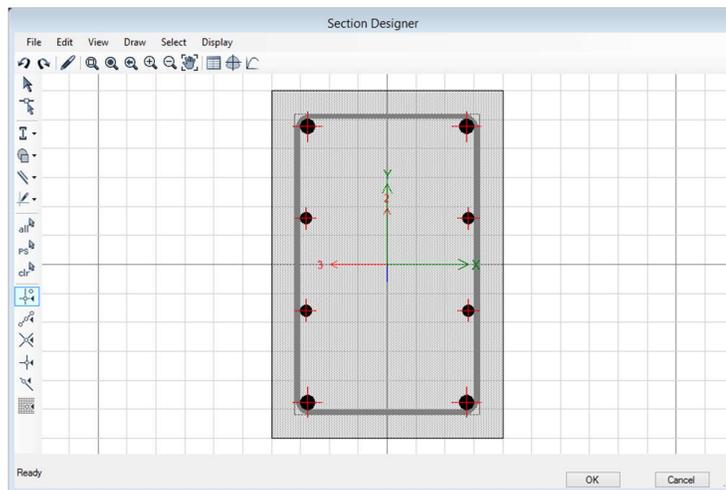


Figura 21. Columna "C1 (0.40m x 0.60m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C1 (0.40m x 0.40m)
 - $A_s = 8 \phi 3/4"$ (22.80 cm²), cuantía = 1.43 %.

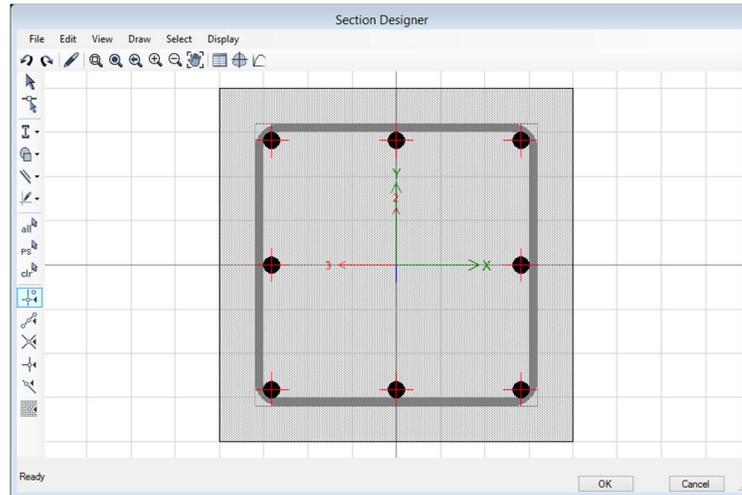


Figura 22. Columna "C1 (0.40m x 0.40m) - 5° y 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C2 (0.40m x 0.80m)
 - $A_s = 18\phi 1"$ (91.80 cm²), cuantía = 2.87 %.

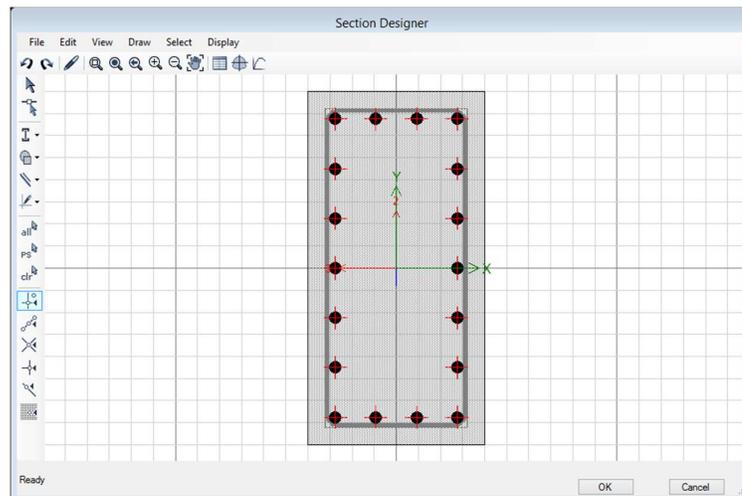


Figura 23. Columna "C2 (0.40m x 0.80m) - 1° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C2 (0.40m x 0.80m)

- $A_s = 8\phi 1''$ (40.80 cm²), cuantía = 1.28 %.

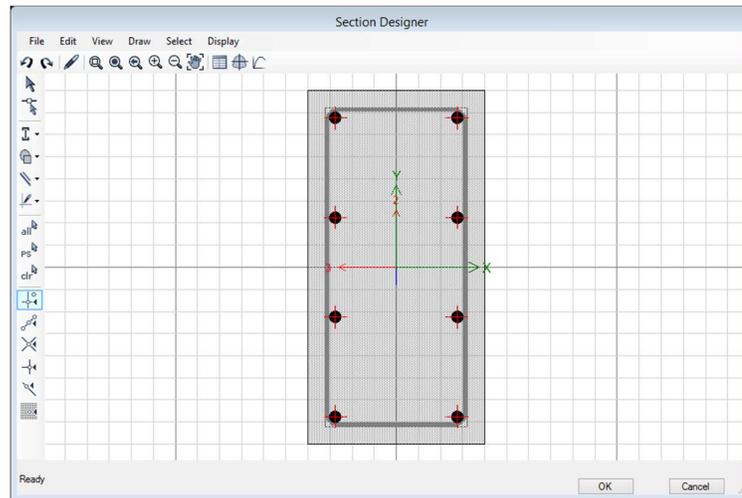


Figura 24. Columna "C2 (0.40m x 0.80m) - 2° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C2 (0.40m x 0.80m)

- $A_s = 4\phi 1'' + 4\phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.00 %.

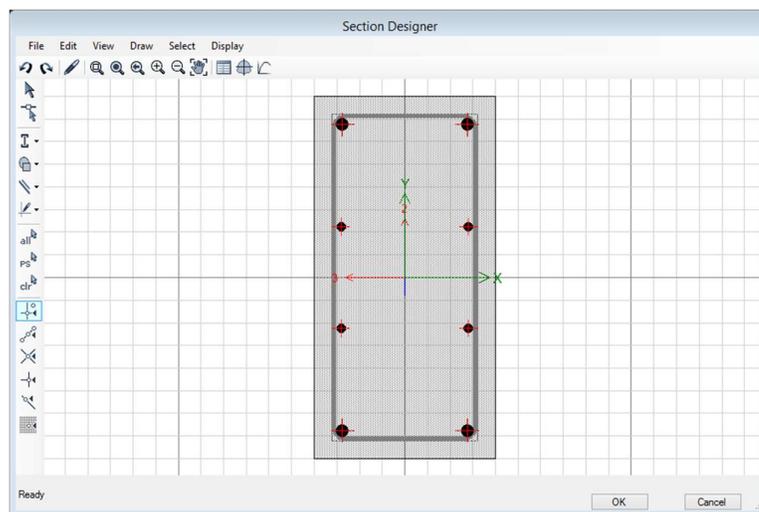


Figura 25. Columna "C2 (0.40m x 0.80m) - 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C2 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4\phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.33 %.

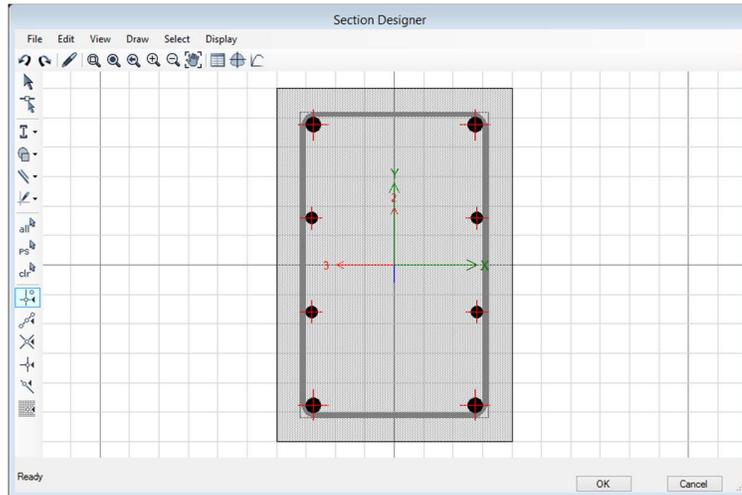


Figura 26. Columna "C2 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C2 (0.40m x 0.40m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4\phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.99 %.

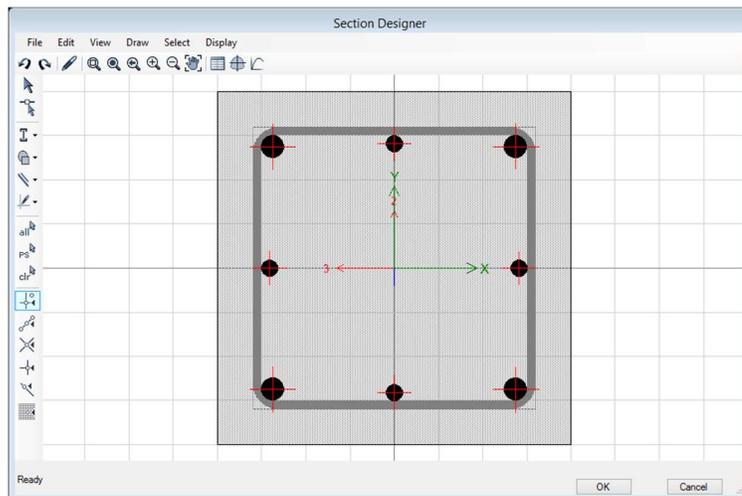


Figura 27. Columna "C2 (0.40m x 0.40m) - 5° y 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C3 (0.40m x 0.80m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4 \phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.00 %.

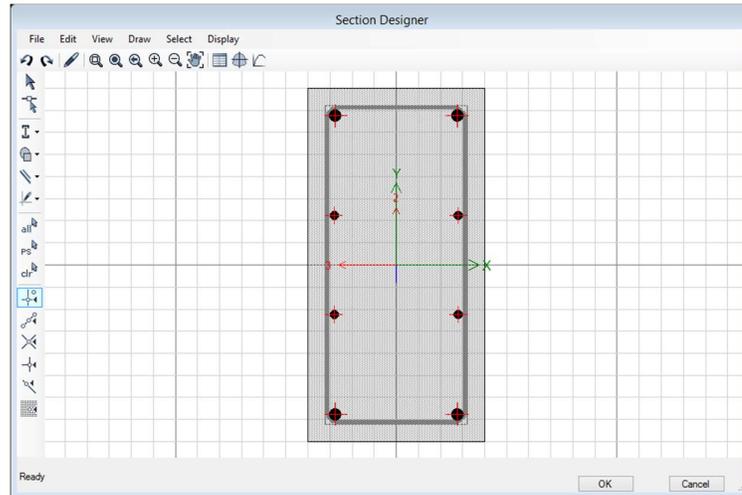


Figura 28. Columna “C3 (0.40m x 0.80m) - 1°, 2° y 3° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C3 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4 \phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.33 %.

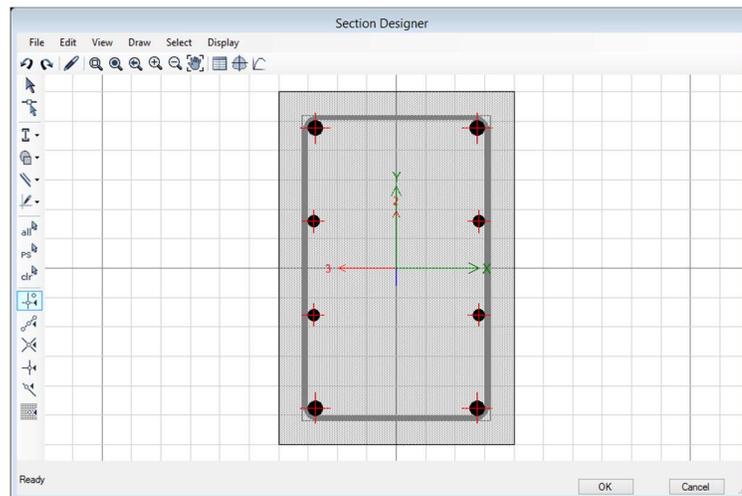


Figura 29. Columna “C3 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C3 (0.40m x 0.40m)
 - $A_s = 4\phi 1" + 4\phi 3/4"$ (31.80 cm²), cuantía = 1.99 %

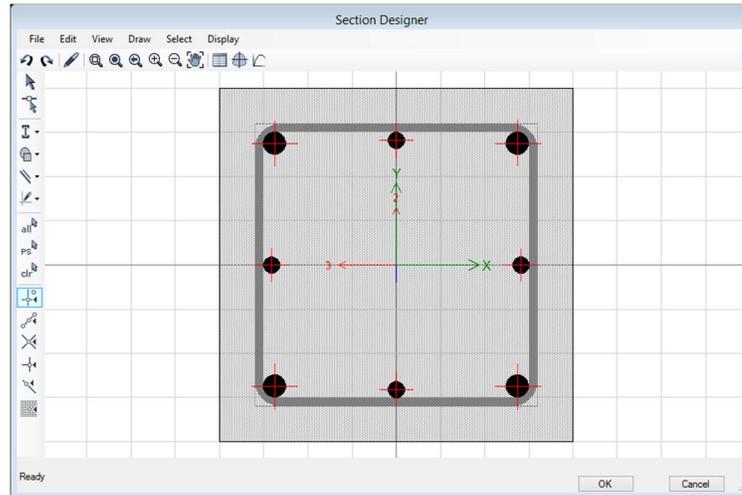


Figura 30. Columna "C3 (0.40m x 0.40m) - 5° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C3 (0.40m x 0.40m)
 - $A_s = 8\phi 3/4"$ (22.80 cm²), cuantía = 1.43 %

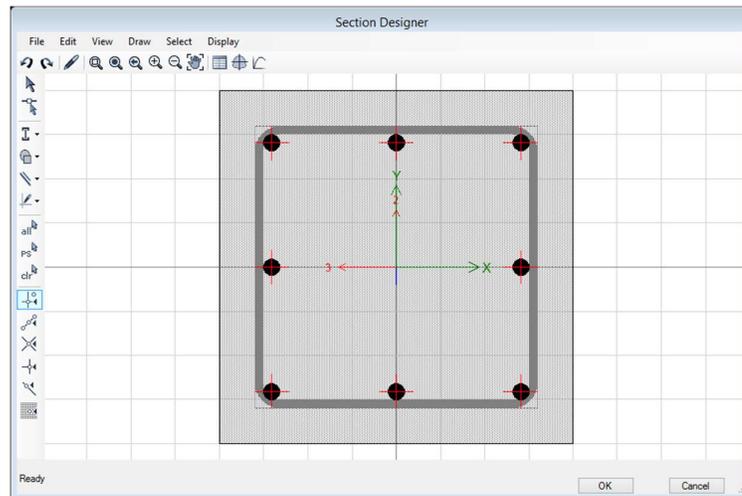


Figura 31. Columna "C3 (0.40m x 0.40m) - 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C4 (0.40m x 0.80m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4\phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.00 %

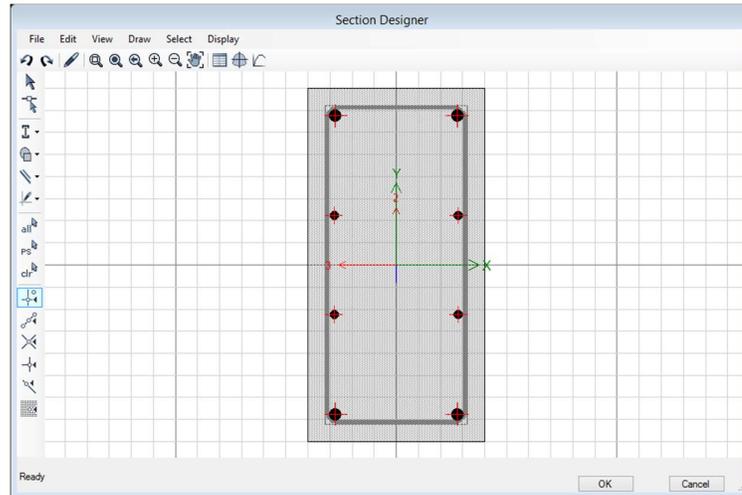


Figura 32. Columna "C4 (0.40m x 0.80m) - 1° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C4 (0.40m x 0.80m)
 - $A_s = 8\phi 3/4''$ (22.80 cm²), cuantía = 0.71 %

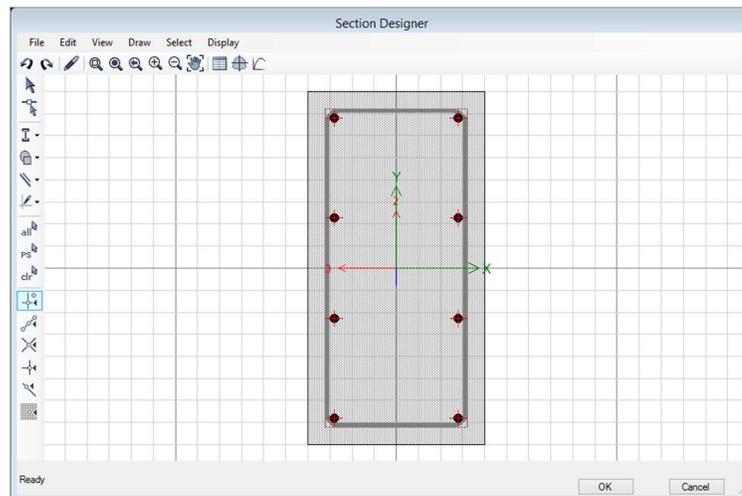


Figura 33. Columna "C4 (0.40m x 0.80m) - 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C4 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 8 \phi 3/4''$ (22.80 cm²), cuantía = 0.95 %

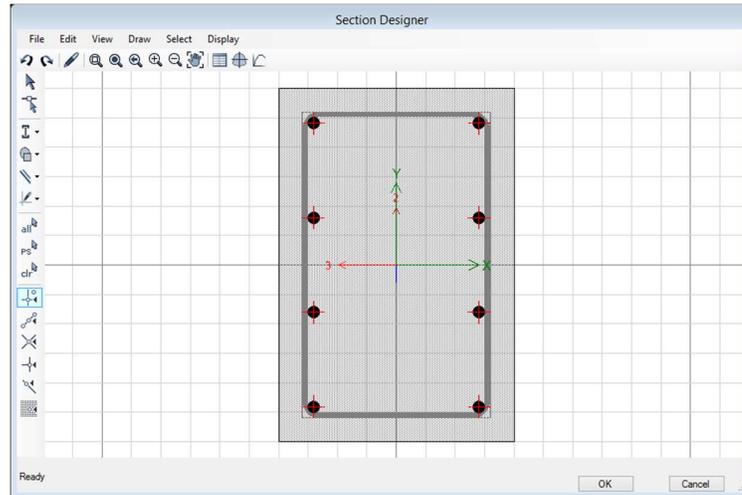


Figura 34. Columna "C4 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C4 (0.40m x 0.40m)
 - $A_s = 4 \phi 3/4'' + 4 \phi 5/8''$ (19.32 cm²), cuantía = 1.21 %

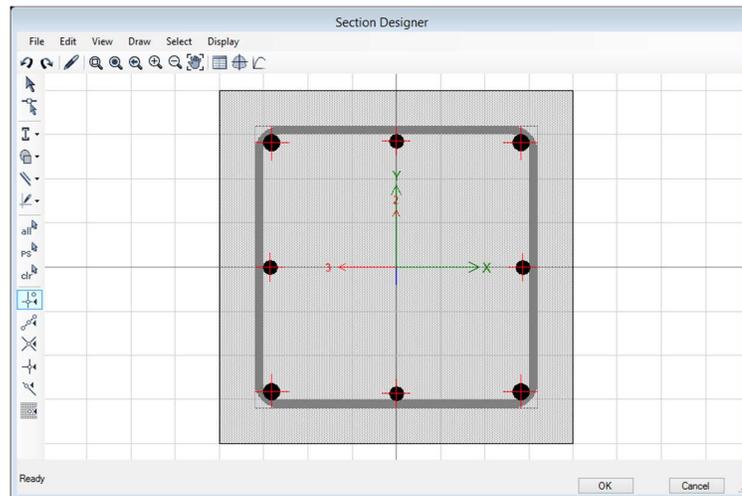


Figura 35. Columna "C4 (0.40m x 0.40m) - 5° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C5 (0.40m x 0.80m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4\phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.00 %

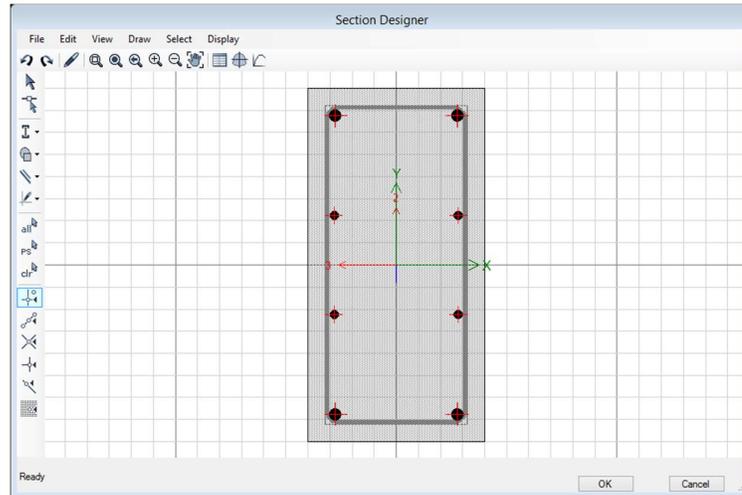


Figura 36. Columna "C5 (0.40m x 0.80m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C5 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4\phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.33 %

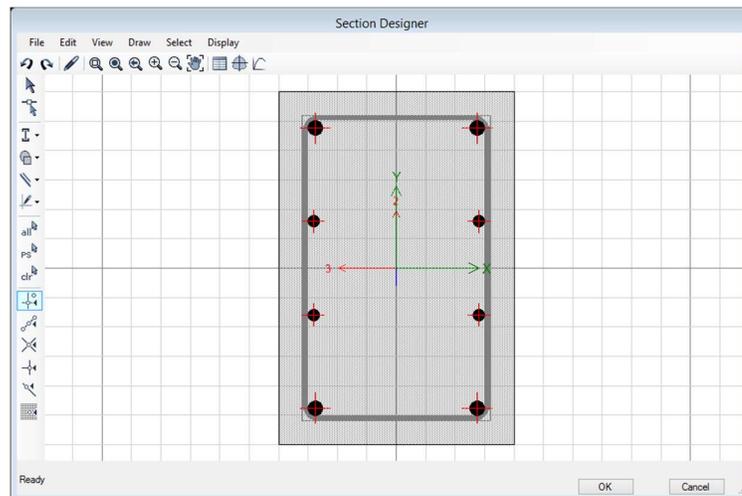


Figura 37. Columna "C5 (0.40m x 0.60m) - 4° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C6 (0.40m x 0.80m)
 - $A_s = 8 \phi 3/4"$ (22.80 cm²), cuantía = 0.71 %

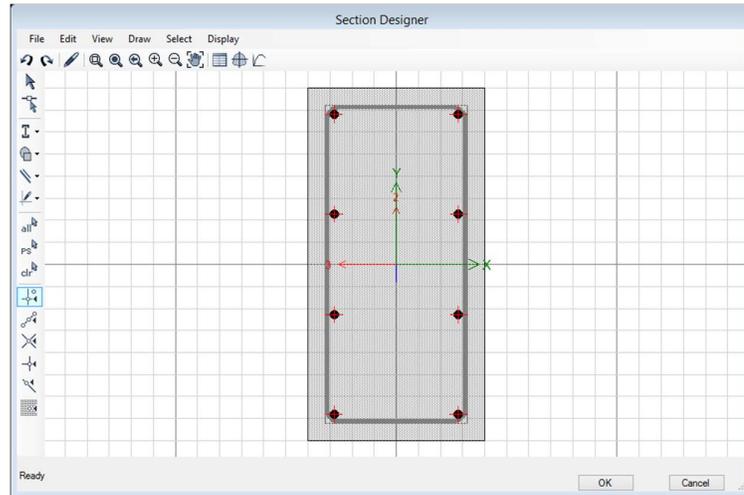


Figura 38. Columna "C6 (0.40m x 0.80m) - 1° y 2° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C7 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 8 \phi 1"$ (40.80 cm²), cuantía = 1.70 %

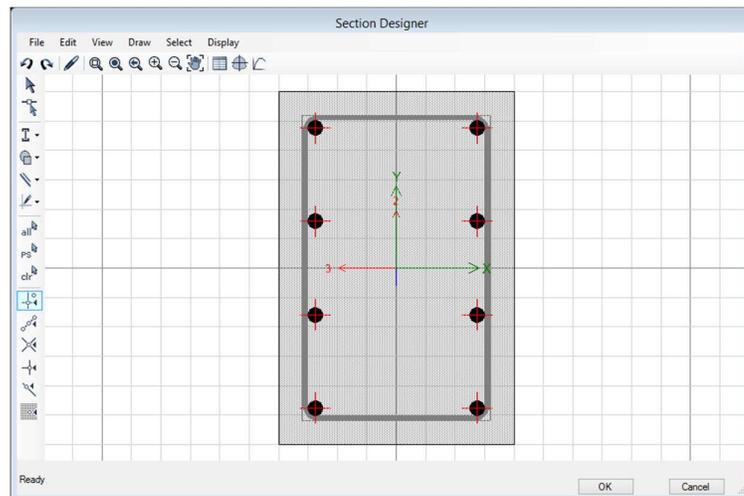


Figura 39. Columna "C7 (0.40m x 0.60m) - 1° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C7 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 4\phi 1'' + 4\phi 3/4''$ (31.80 cm²), cuantía = 1.33 %

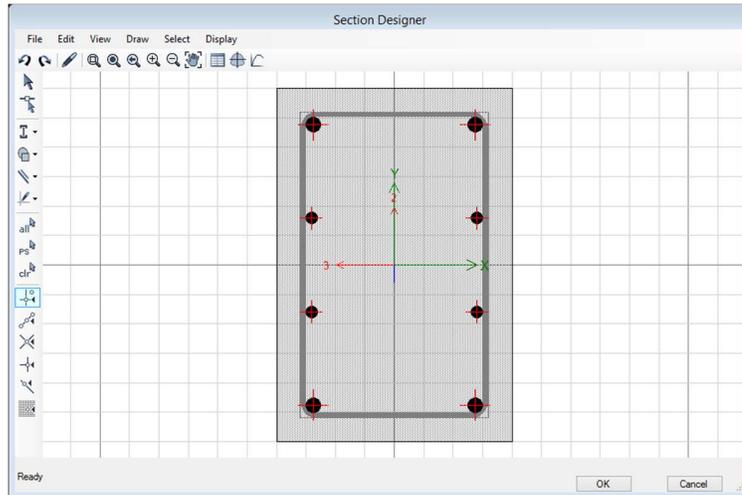


Figura 40. Columna "C7 (0.40m x 0.60m) - 2° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C7 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 8\phi 3/4''$ (22.80 cm²), cuantía = 0.95 %

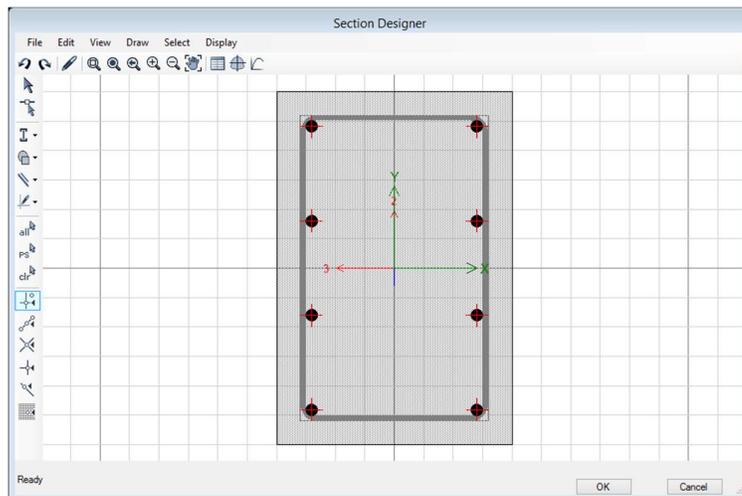


Figura 41. Columna "C7 (0.40m x 0.60m) - 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C7 (0.40m x 0.40m)
 - $A_s = 8\phi 3/4"$ (22.80 cm²), cuantía = 1.43 %

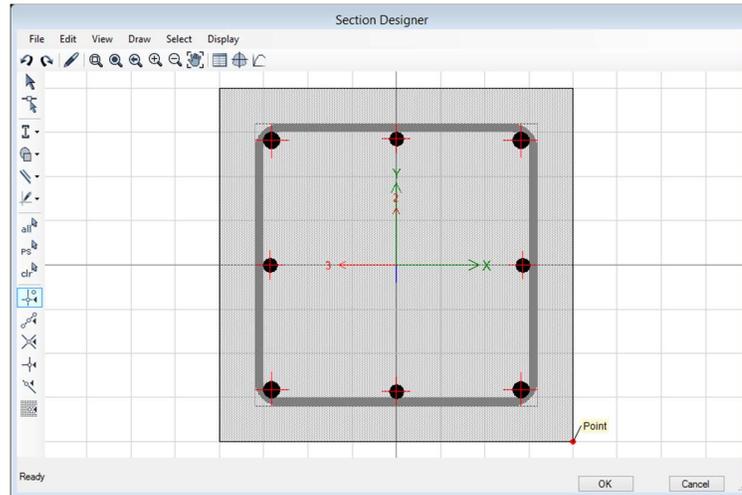


Figura 42. Columna "C7 (0.40m x 0.40m) - 4°, 5° y 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C8 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 4\phi 1" + 4\phi 3/4"$ (31.80 cm²), cuantía = 1.33 %

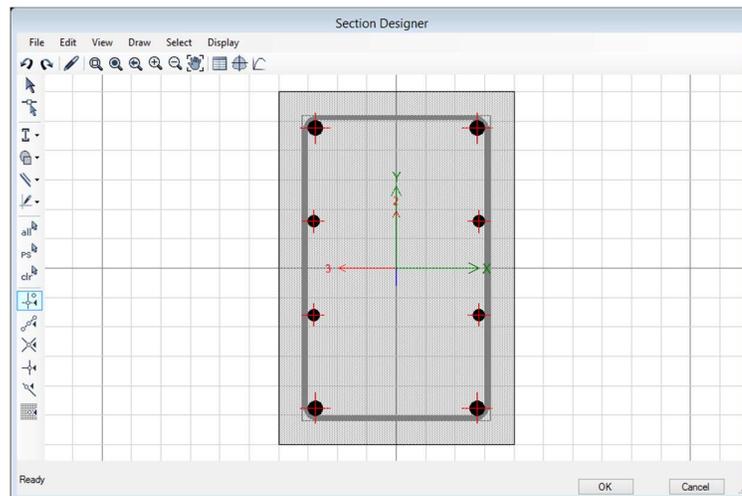


Figura 43. Columna "C9 (0.40m x 0.60m) - 1°, 2° y 3° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C9 (0.40m x 0.40m)

- $A_s = 4\phi 1" + 4\phi 3/4"$ (31.80 cm²), cuantía = 1.99 %

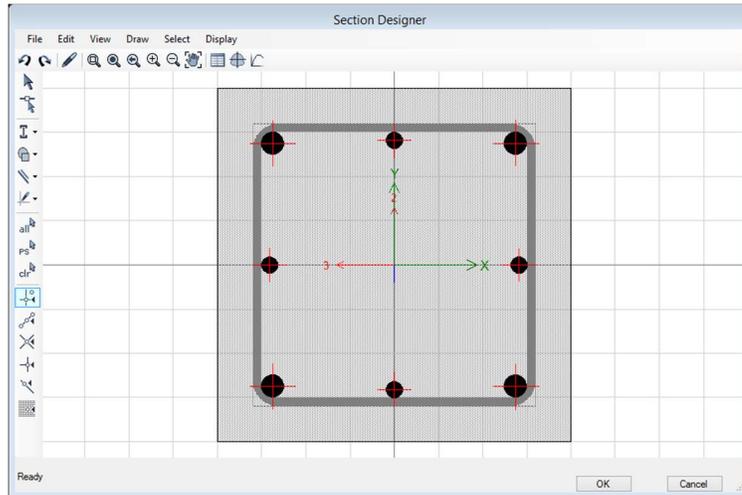


Figura 44. Columna "C9 (0.40m x 0.40m) - 4° y 5° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C9 (0.40m x 0.40m)

- $A_s = 8\phi 3/4"$ (22.80 cm²), cuantía = 1.43 %

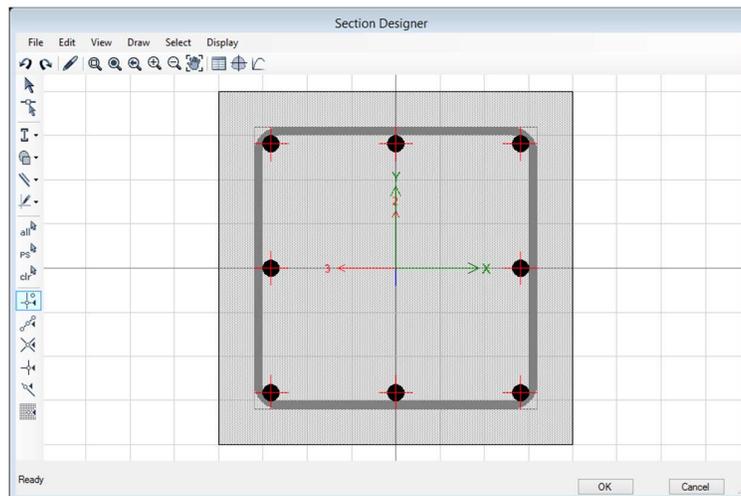


Figura 45. Columna "C9 (0.40m x 0.40m) - 6° Nivel", Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C10 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 8 \phi 3/4$ (22.80 cm²), cuantía = 0.95 %

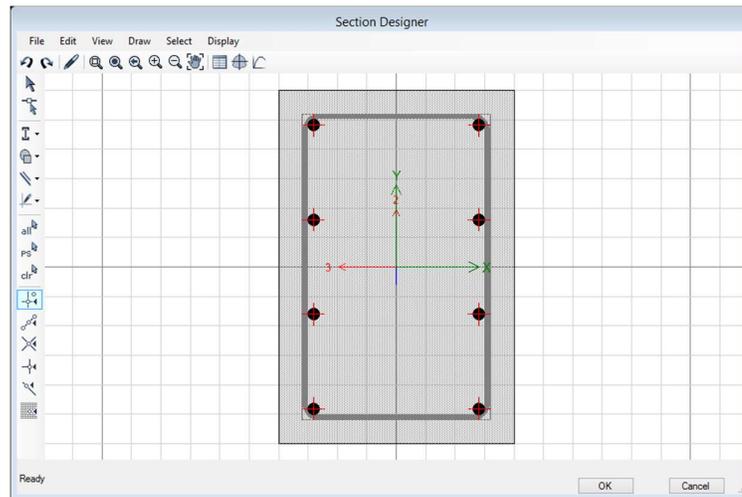


Figura 46. Columna “C10 (0.40m x 0.60m) - 1° y 2° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- C10 (0.40m x 0.60m)
 - $A_s = 8 \phi 5/8$ (15.84 cm²), cuantía = 0.66 %

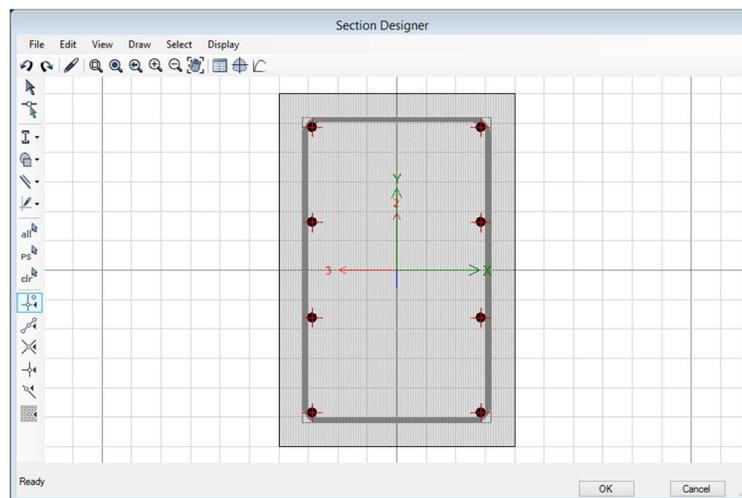


Figura 47. Columna “C10 (0.40m x 0.60m) - 3°, 4° y 5° Nivel”, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Sección transversal existente en edificación (Vigas).

- Nivel = 1°

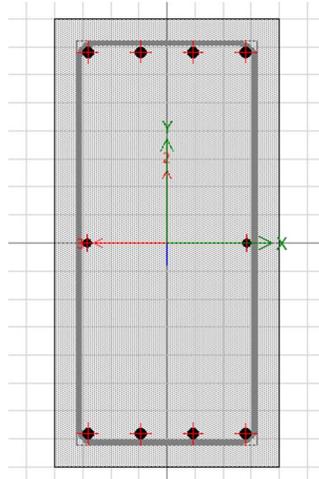


Figura 48. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

1ER NIVEL (XX)	V-101	V-102	V-103	V-104	V-105	V-106	V-107	V-108	V-109	V-110
Top Bars at I-End	9.66 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²							
Top Bars at J-End	9.66 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²							
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²							
1ER NIVEL (XX)	V-111	V-112	V-113	V-114	V-115	V-116	V-117	V-118	V-119	V-120
Top Bars at I-End	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	24.45 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²				
Top Bars at J-End	14.25 cm ²	11.40 cm ²	24.45 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²				
Bottom Bars at I-End	8.55 cm ²	18.75 cm ²	9.66 cm ²	9.66 cm ²						
Bottom Bars at J-End	8.55 cm ²	18.75 cm ²	9.66 cm ²	9.66 cm ²						
1ER NIVEL (XX)	V-121	V-122	V-123	V-124	V-125	V-126	V-127	V-128	V-129	V-130
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	9.66 cm ²	9.66 cm ²	12.51 cm ²	14.25 cm ²
Top Bars at J-End	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	9.66 cm ²	9.66 cm ²	12.51 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²
Bottom Bars at I-End	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²					
Bottom Bars at J-End	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²					
1ER NIVEL (XX)	V-131	V-132	V-133	V-134	V-135	V-136	V-137	V-138	V-139	V-140
Top Bars at I-End	14.25 cm ²	11.40 cm ²	24.45 cm ²	11.40 cm ²	24.45 cm ²	14.25 cm ²				
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	24.45 cm ²	11.40 cm ²	24.45 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²				
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²	18.75 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	18.75 cm ²	8.55 cm ²
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²	18.75 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	18.75 cm ²	8.55 cm ²
1ER NIVEL (XX)	V-141	V-142	V-143	V-144	V-145	V-146				
Top Bars at I-End	14.25 cm ²									
Top Bars at J-End	14.25 cm ²									
Bottom Bars at I-End	8.55 cm ²									
Bottom Bars at J-End	8.55 cm ²									

Figura 49. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

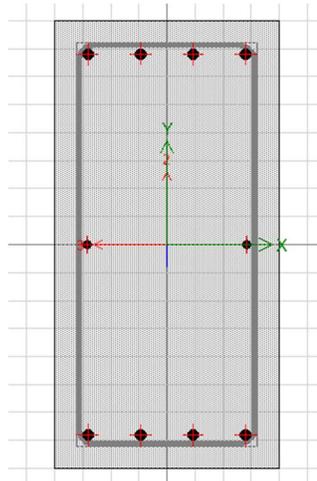


Figura 50. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

1ER NIVEL (YY)	V-147	V-148	V-149	V-150	V-151	V-152	V-153	V-154	V-155	V-156
Top Bars at I-End	14.25 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²
Top Bars at J-End	14.25 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²
Bottom Bars at I-End	8.55 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²						
Bottom Bars at J-End	8.55 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²						
1ER NIVEL (YY)	V-157	V-158	V-159	V-160	V-161	V-162	V-163	V-164	V-165	V-166
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	11.40 cm ²	9.66 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²	8.55 cm ²	6.81 cm ²							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²	8.55 cm ²	6.81 cm ²							
1ER NIVEL (YY)	V-167	V-168	V-169	V-170	V-171	V-172	V-173	V-174	V-175	V-176
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	8.55 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	8.55 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²							
1ER NIVEL (YY)	V-177	V-178	V-179	V-180	V-181	V-182	V-183	V-184	V-185	V-186
Top Bars at I-End	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²
Top Bars at J-End	8.55 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²									
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²									
1ER NIVEL (YY)	V-187	V-188	V-189	V-190						
Top Bars at I-End	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	14.25 cm ²						
Top Bars at J-End	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	5.70 cm ²						
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²						
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²						

Figura 51. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 1° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- Nivel = 2°

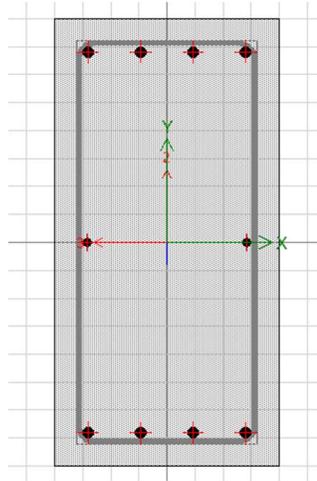


Figura 52. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

2DO NIVEL (XX)	V-201	V-202	V-203	V-204	V-205	V-206	V-207	V-208	V-209	V-210
Top Bars at I-End	9.66 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2							
Top Bars at J-End	9.66 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2							
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2							
2DO NIVEL (XX)	V-211	V-212	V-213	V-214	V-215	V-216	V-217	V-218	V-219	V-220
Top Bars at I-End	14.25 cm2	24.45 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	12.51 cm2	11.40 cm2				
Top Bars at J-End	14.25 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	12.51 cm2	11.40 cm2	24.45 cm2				
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2									
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2									
2DO NIVEL (XX)	V-221	V-222	V-223	V-224	V-225	V-226	V-227	V-228	V-229	V-230
Top Bars at I-End	24.45 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	9.66 cm2
Top Bars at J-End	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2
Bottom Bars at I-End	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2
Bottom Bars at J-End	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2
2DO NIVEL (XX)	V-231	V-232	V-233	V-234	V-235	V-236	V-237	V-238	V-239	V-240
Top Bars at I-End	9.66 cm2	12.51 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	24.45 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2
Top Bars at J-End	12.51 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	24.45 cm2	11.40 cm2				
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	19.86 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	19.86 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2
2DO NIVEL (XX)	V-241	V-242	V-243	V-244	V-245	V-246	V-247	V-248	V-249	
Top Bars at I-End	11.40 cm2	27.30 cm2	14.25 cm2							
Top Bars at J-End	24.45 cm2	14.25 cm2								
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	

Figura 53. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

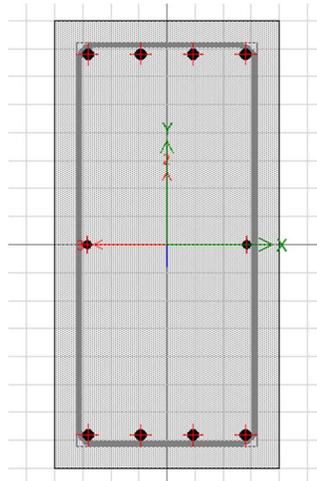


Figura 54. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

2DO NIVEL (YY)	V-267	V-268	V-269	V-270	V-273	V-274	V-275	V-276	V-277	V-278
Top Bars at I-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2
Top Bars at J-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	6.81 cm2					
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	6.81 cm2					
2DO NIVEL (YY)	V-281	V-282	V-283	V-284	V-285	V-286	V-289	V-290	V-291	V-292
Top Bars at I-End	11.40 cm2									
Top Bars at J-End	11.40 cm2	9.66 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2				
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2							
2DO NIVEL (YY)	V-295	V-296	V-297	V-298	V-2101	V-2102	V-2103	V-2104	V-2105	V-2106
Top Bars at I-End	11.40 cm2	8.55 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2						
Top Bars at J-End	11.40 cm2	14.25 cm2	9.66 cm2							
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	6.81 cm2					
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	6.81 cm2					
2DO NIVEL (YY)	V-2109	V-2110	V-2111	V-2112	V-2113	V-2114	V-2117	V-2118	V-2119	V-2120
Top Bars at I-End	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2
Top Bars at J-End	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2									
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2									
2DO NIVEL (YY)	V-2121	V-2122	V-2124	V-2125	V-2126	V-2127				
Top Bars at I-End	14.25 cm2	11.40 cm2								
Top Bars at J-End	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2				
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2				
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2				

Figura 55. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 2° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- Nivel = 3°

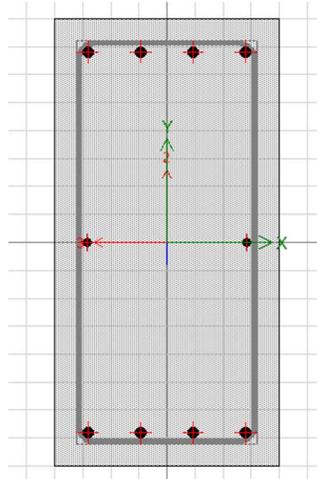


Figura 56. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

3ER NIVEL (XX)	V-301	V-302	V-303	V-304	V-305	V-306	V-307	V-308	V-309	V-310
Top Bars at I-End	9.66 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2							
Top Bars at J-End	9.66 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2							
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2							
3ER NIVEL (XX)	V-311	V-312	V-313	V-314	V-315	V-316	V-317	V-318	V-319	V-320
Top Bars at I-End	14.25 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2				
Top Bars at J-End	14.25 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	11.40 cm2	18.75 cm2				
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2	6.81 cm2	6.81 cm2	8.55 cm2						
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2	6.81 cm2	6.81 cm2	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2				
3ER NIVEL (XX)	V-321	V-322	V-323	V-324	V-325	V-326	V-327	V-328	V-329	V-330
Top Bars at I-End	24.45 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2						
Top Bars at J-End	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	24.45 cm2						
Bottom Bars at I-End	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	19.86 cm2
Bottom Bars at J-End	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	19.86 cm2
3ER NIVEL (XX)	V-331	V-332	V-333	V-334	V-335	V-336	V-337	V-338	V-339	V-340
Top Bars at I-End	24.45 cm2	11.40 cm2	27.30 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2				
Top Bars at J-End	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	24.45 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2						
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2					
3ER NIVEL (XX)	V-341	V-342	V-343	V-344						
Top Bars at I-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2						
Top Bars at J-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2						
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2						
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2						

Figura 57. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

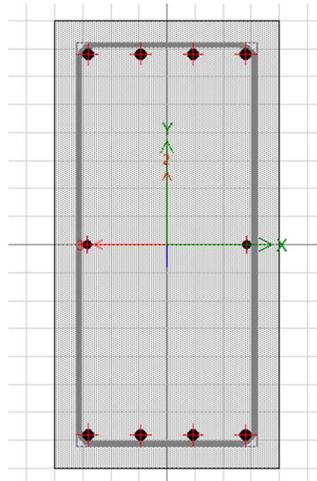


Figura 58. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

3ER NIVEL (YY)	V-354	V-355	V-356	V-357	V-359	V-360	V-361	V-362	V-363	V-364
Top Bars at I-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2
Top Bars at J-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	6.81 cm2					
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	6.81 cm2					
3ER NIVEL (YY)	V-366	V-367	V-368	V-369	V-370	V-371	V-373	V-374	V-375	V-377
Top Bars at I-End	11.40 cm2									
Top Bars at J-End	11.40 cm2	9.66 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2				
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2					
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2					
3ER NIVEL (YY)	V-378	V-379	V-381	V-382	V-383	V-385	V-386	V-387	V-388	V-389
Top Bars at I-End	11.40 cm2									
Top Bars at J-End	11.40 cm2									
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	6.81 cm2								
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	6.81 cm2								
3ER NIVEL (YY)	V-390	V-392	V-393	V-394	V-395	V-396	V-397	V-399	V-3100	V-3101
Top Bars at I-End	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2				
Top Bars at J-End	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2						
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2						
3ER NIVEL (YY)	V-3102									
Top Bars at I-End	11.40 cm2									
Top Bars at J-End	11.40 cm2									
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2									
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2									

Figura 59. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- Nivel = 4°

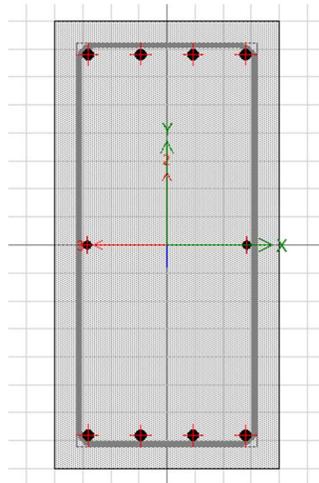


Figura 60. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 4° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

4TO NIVEL (XX)	V-401	V-402	V-403	V-404	V-405	V-406	V-407	V-408	V-409	V-410
Top Bars at I-End	9.66 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2							
Top Bars at J-End	9.66 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2							
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2							
4TO NIVEL (XX)	V-411	V-412	V-413	V-414	V-415	V-416	V-417	V-418	V-419	V-420
Top Bars at I-End	14.25 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2				
Top Bars at J-End	14.25 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	11.40 cm2	18.75 cm2				
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2	6.81 cm2	6.81 cm2	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2				
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2	6.81 cm2	6.81 cm2	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2				
4TO NIVEL (XX)	V-421	V-422	V-423	V-424	V-425	V-426	V-427	V-428	V-429	V-430
Top Bars at I-End	24.45 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2						
Top Bars at J-End	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	24.45 cm2						
Bottom Bars at I-End	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	19.86 cm2
Bottom Bars at J-End	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	19.86 cm2
4TO NIVEL (XX)	V-431	V-432	V-433	V-434	V-435	V-436	V-437	V-438	V-439	V-440
Top Bars at I-End	24.45 cm2	11.40 cm2	27.30 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2				
Top Bars at J-End	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	24.45 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2					
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	18.75 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2					
4TO NIVEL (XX)	V-441	V-442	V-443	V-444						
Top Bars at I-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2						
Top Bars at J-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2						
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2						
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2						

Figura 61. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 3° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

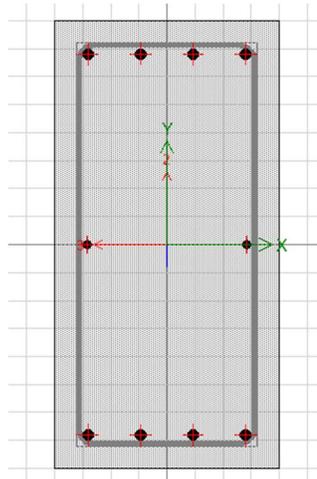


Figura 62. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 4° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

4TO NIVEL (YY)	V-454	V-455	V-456	V-457	V-459	V-460	V-461	V-462	V-463	V-464
Top Bars at I-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2
Top Bars at J-End	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	6.81 cm2					
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	6.81 cm2					
4TO NIVEL (YY)	V-466	V-467	V-468	V-469	V-470	V-471	V-473	V-474	V-475	V-477
Top Bars at I-End	11.40 cm2									
Top Bars at J-End	11.40 cm2	9.66 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2				
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2					
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2	9.66 cm2					
4TO NIVEL (YY)	V-478	V-479	V-481	V-482	V-483	V-485	V-486	V-487	V-488	V-489
Top Bars at I-End	11.40 cm2									
Top Bars at J-End	11.40 cm2									
Bottom Bars at I-End	9.66 cm2	6.81 cm2								
Bottom Bars at J-End	9.66 cm2	6.81 cm2								
4TO NIVEL (YY)	V-490	V-492	V-493	V-494	V-495	V-496	V-497	V-499	V-4100	V-4101
Top Bars at I-End	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2				
Top Bars at J-End	11.40 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	11.40 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2	14.25 cm2
Bottom Bars at I-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2						
Bottom Bars at J-End	6.81 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2	8.55 cm2						
4TO NIVEL (YY)	V-4102									
Top Bars at I-End	11.40 cm2									
Top Bars at J-End	11.40 cm2									
Bottom Bars at I-End	8.55 cm2									
Bottom Bars at J-End	8.55 cm2									

Figura 63. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 4° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- Nivel = 5°

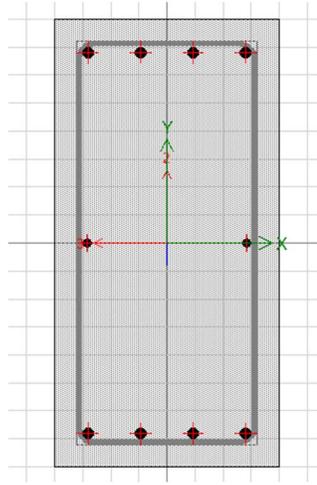


Figura 64. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

STO NIVEL (XX)	V-501	V-502	V-503	V-504	V-505	V-506	V-507	V-508	V-509	V-510
Top Bars at I-End	5.94 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	5.70 cm ²	11.40 cm ²					
Top Bars at J-End	7.92 cm ²	7.92 cm ²	5.94 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²					
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²					
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²					
STO NIVEL (XX)	V-511	V-512	V-513	V-514	V-515	V-516	V-517	V-518	V-519	V-520
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²
Top Bars at J-End	9.66 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²					
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²					
STO NIVEL (XX)	V-521	V-522	V-523	V-524	V-525	V-526	V-527	V-528	V-529	V-530
Top Bars at I-End	7.92 cm ²	3.96 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	3.96 cm ²	5.70 cm ²				
Top Bars at J-End	3.96 cm ²	17.01 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	3.96 cm ²	3.96 cm ²	11.40 cm ²
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²	3.96 cm ²	3.96 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²					
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²	3.96 cm ²	3.96 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²					
STO NIVEL (XX)	V-531	V-532	V-533	V-534	V-535	V-536				
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²				
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²				
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²				
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²				

Figura 65. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

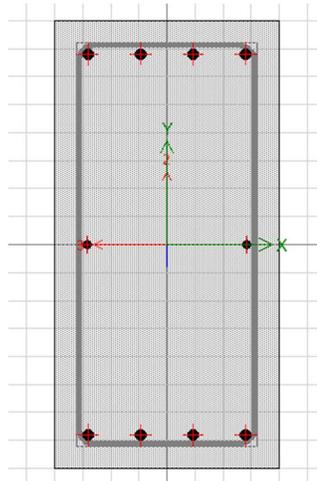


Figura 66. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

STO NIVEL (YY)	V-546	V-548	V-549	V-550	V-552	V-553	V-554	V-556	V-557	V-558
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²					
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²						
Bottom Bars at I-End	8.55 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²
Bottom Bars at J-End	8.55 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²
STO NIVEL (YY)	V-560	V-561	V-562	V-564	V-565	V-566	V-568	V-569	V-570	V-572
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	14.25 cm ²								
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	14.25 cm ²								
Bottom Bars at I-End	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²					
Bottom Bars at J-End	9.66 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	9.66 cm ²	6.81 cm ²					
STO NIVEL (YY)	V-573	V-574	V-576							
Top Bars at I-End	14.25 cm ²	14.25 cm ²	11.40 cm ²							
Top Bars at J-End	14.25 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²							
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²	6.81 cm ²	8.55 cm ²							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²	6.81 cm ²	8.55 cm ²							

Figura 67. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 5° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- Nivel = 6°

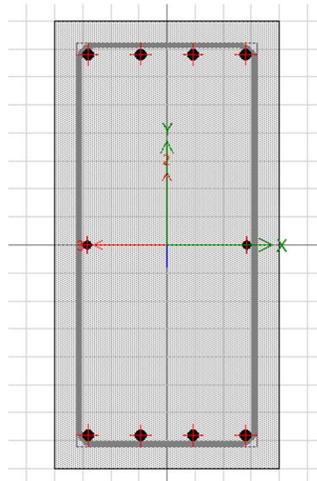


Figura 68. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

6TO NIVEL (XX)	V-601	V-602	V-603	V-604	V-605	V-606	V-607	V-608	V-609	V-610
Top Bars at I-End	5.94 cm ²	7.92 cm ²	5.70 cm ²	11.40 cm ²						
Top Bars at J-End	7.92 cm ²	5.94 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²						
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²									
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²									
6TO NIVEL (XX)	V-611	V-612	V-613	V-614	V-615	V-616	V-617	V-618	V-619	V-620
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	8.55 cm ²	9.66 cm ²	5.94 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²	7.92 cm ²
Top Bars at J-End	9.66 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	9.66 cm ²	5.70 cm ²	7.92 cm ²				
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²									
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²									
6TO NIVEL (XX)	V-621	V-622	V-623	V-624	V-625	V-626	V-627	V-628	V-629	V-630
Top Bars at I-End	7.92 cm ²	3.96 cm ²	17.01 cm ²	17.01 cm ²	17.01 cm ²	5.70 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²
Top Bars at J-End	3.96 cm ²	17.01 cm ²	17.01 cm ²	17.01 cm ²	3.96 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²	11.40 cm ²
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²				
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²				
6TO NIVEL (XX)	V-631	V-632								
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	11.40 cm ²								
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	5.70 cm ²								
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²								
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²								

Figura 69. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje XX – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

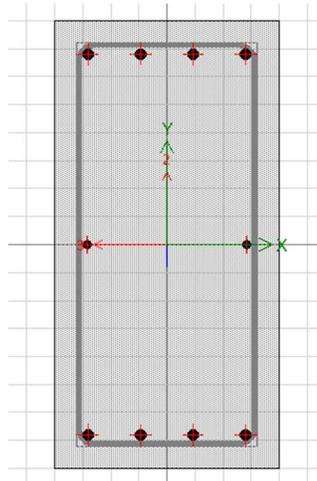


Figura 70. Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

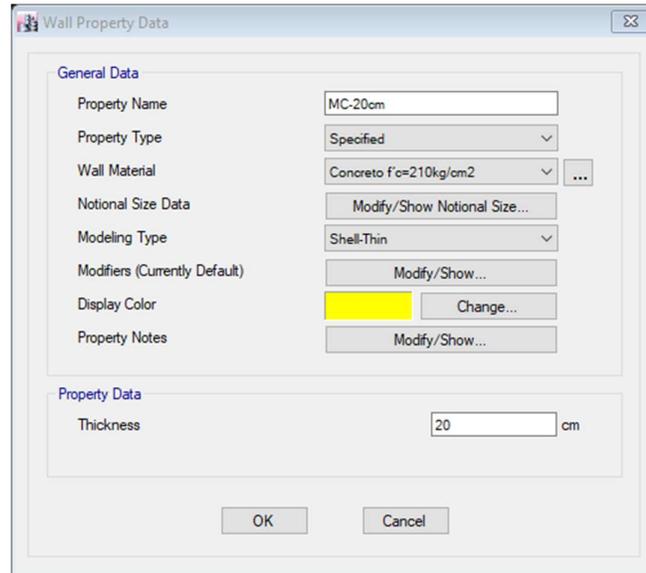
6TO NIVEL (YY)	V-546	V-640	V-641	V-642	V-644	V-645	V-646	V-648	V-649	V-650
Top Bars at I-End	11.40 cm ²	8.55 cm ²	17.01 cm ²	17.01 cm ²	8.55 cm ²	5.70 cm ²	8.55 cm ²	3.96 cm ²	5.70 cm ²	8.55 cm ²
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	5.70 cm ²	17.01 cm ²	5.94 cm ²	5.70 cm ²	8.55 cm ²	5.70 cm ²	3.96 cm ²	8.55 cm ²	5.70 cm ²
Bottom Bars at I-End	8.55 cm ²	6.81 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²
Bottom Bars at J-End	8.55 cm ²	6.81 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²
6TO NIVEL (YY)	V-652	V-653	V-654	V-656	V-657	V-658	V-660	V-661	V-662	V-664
Top Bars at I-End	9.66 cm ²	5.70 cm ²	8.55 cm ²	3.96 cm ²	5.70 cm ²	12.51 cm ²	11.40 cm ²	5.70 cm ²	12.51 cm ²	17.01 cm ²
Top Bars at J-End	3.96 cm ²	8.55 cm ²	5.70 cm ²	3.96 cm ²	12.51 cm ²	5.70 cm ²	5.70 cm ²	12.51 cm ²	5.70 cm ²	17.01 cm ²
Bottom Bars at I-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	5.94 cm ²
Bottom Bars at J-End	5.94 cm ²	5.94 cm ²	5.94 cm ²	3.96 cm ²	6.81 cm ²	6.81 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	8.55 cm ²	5.94 cm ²
6TO NIVEL (YY)	V-665	V-666	V-667							
Top Bars at I-End	5.70 cm ²	11.40 cm ²	12.51 cm ²							
Top Bars at J-End	11.40 cm ²	7.68 cm ²	5.94 cm ²							
Bottom Bars at I-End	6.81 cm ²	6.81 cm ²	3.96 cm ²							
Bottom Bars at J-End	6.81 cm ²	6.81 cm ²	3.96 cm ²							

Figura 71. Detalle del área de acero longitudinal de la Sección transversal (0.30m x 0.70m) de Vigas en eje YY – 6° Nivel, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Espesores de Muros Estructurales

- MC e=20cm

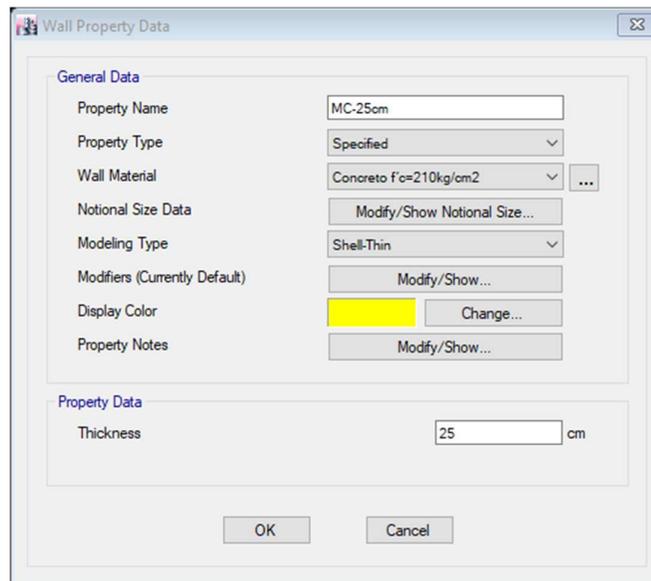


The screenshot shows the 'Wall Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes: Property Name (MC-20cm), Property Type (Specified), Wall Material (Concreto f_c=210kg/cm²), Notional Size Data (Modify/Show Notional Size...), Modeling Type (Shell-Thin), Modifiers (Currently Default) (Modify/Show...), Display Color (yellow swatch, Change...), and Property Notes (Modify/Show...). The 'Property Data' section shows Thickness (20 cm). Buttons for OK and Cancel are at the bottom.

Figura 72. MC e=20cm, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- MC e=25cm



The screenshot shows the 'Wall Property Data' dialog box. The 'General Data' section includes: Property Name (MC-25cm), Property Type (Specified), Wall Material (Concreto f_c=210kg/cm²), Notional Size Data (Modify/Show Notional Size...), Modeling Type (Shell-Thin), Modifiers (Currently Default) (Modify/Show...), Display Color (yellow swatch, Change...), and Property Notes (Modify/Show...). The 'Property Data' section shows Thickness (25 cm). Buttons for OK and Cancel are at the bottom.

Figura 73. MC e=25cm, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- MC e=30cm

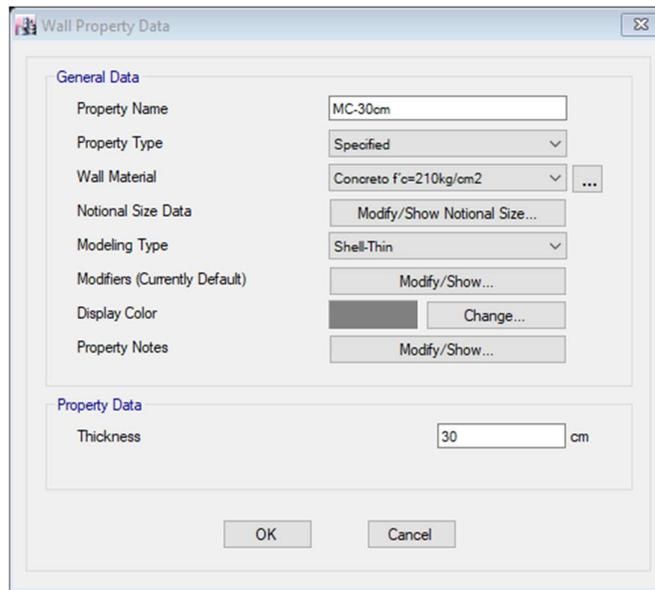


Figura 74. MC e=30cm, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- MC e=40cm

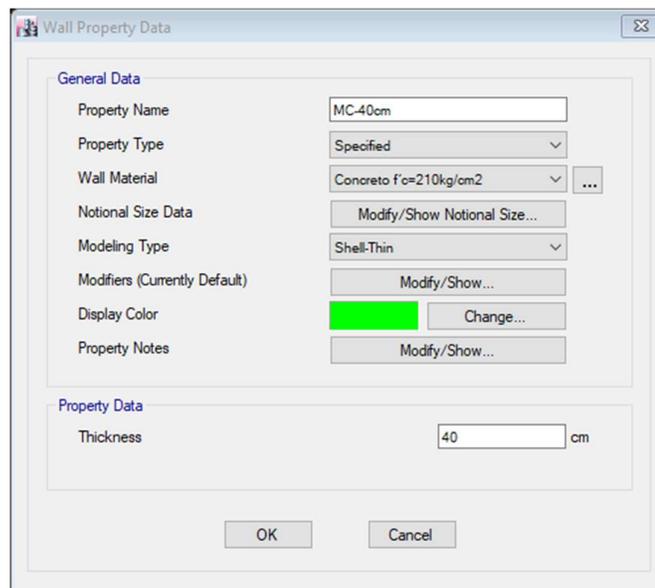
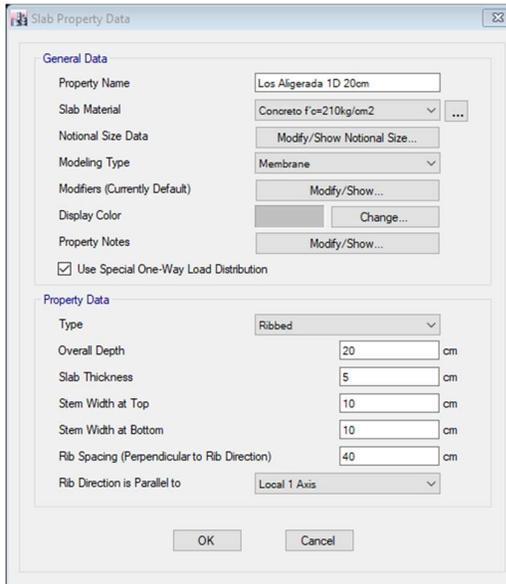


Figura 75. MC e=40cm, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

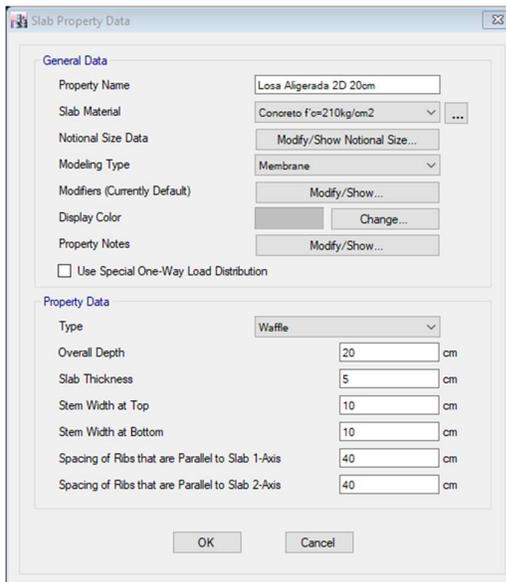
Alturas de losas aligeradas en una y dos direcciones
- L1D e=20cm



*Figura 76. Losa Aligerada una dirección e=20cm,
Hospital Regional de Lambayeque.*

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- L2D e=20cm



*Figura 77. Losa Aligerada dos direcciones e=20cm,
Hospital Regional de Lambayeque.*

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- LM e=20cm

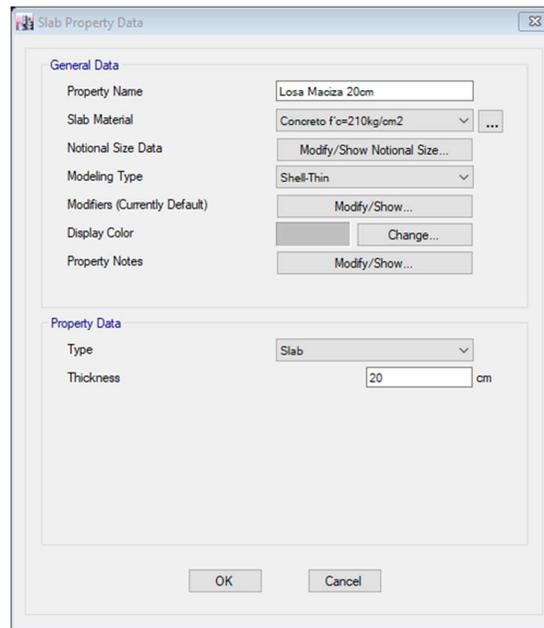


Figura 78. Losa Maciza e=20cm, Hospital Regional de Lambayeque.
Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- Distribución de elementos estructurales



Figura 79. Distribución de elementos estructurales, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

– **Casos de Carga**

Tabla 11. Chiclayo casos de carga, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

CM	Carga Muerta
SCP	Sobre carga permanente
CV	Carga Viva
CVA	Carga Viva – Azotea
SxE	Sismo Estático en la dirección X con excentricidad 5%
SyE	Sismo Estático en la dirección Y con excentricidad 5%
SxD	Sismo Dinámico en la dirección X con excentricidad 5%
SyD	Sismo Dinámico en la dirección Y con excentricidad 5%

Fuente: elaborada por autor.

– **Cargas Distribuidas**

Tabla 12. Chiclayo, cargas distribuidas, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

Cargas Muertas Cargas Muertas
Peso Propio de la Estructura

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 13. Chiclayo, cargas distribuidas, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

Cargas Vivas	
S/C Aulas =	250 kg/m ²
Talleres =	350 kg/m ²
Auditorios, gimnasios, etc. =	De acuerdo con lugares de asambleas
Laboratorios =	300 kg/m ²
Corredores y Escaleras =	500 kg/m ²

Fuente: elaborada por autor.

- SX: Sismo estático en dirección X

Tabla 14. Chiclayo, factores sísmicos, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

VALOR DEL CORTANTE BASAL "X"		
Z =	0.45	Zona sísmica 4.
U =	1.50	Edificación Esencial.
S =	1.10	Suelo tipo S3
C	2.50	T < Tp entonces C = 2.5
R ₀ =	6.00	Factor de reducción – Muros Estructurales
T _p	1.00	Periodo del suelo
T _i	1.60	Periodo del suelo

Fuente: elaborada por autor.

- SY: Sismo estático en dirección Y

Tabla 15. Chiclayo, factores sísmicos, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

VALOR DEL CORTANTE BASAL "Y"		
Z =	0.45	Zona sísmica 4.
U =	1.50	Edificación Esencial.
S =	1.10	Suelo tipo S3
C	2.50	T < Tp entonces C = 2.5
R_0 =	6.00	Factor de reducción – Muros Estructurales
T_p	1.00	Periodo del suelo
T_l	1.60	Periodo del suelo

Fuente: elaborada por autor.

– **Análisis Sísmico No Lineal**

Para obtener la rigidez del sistema en su máxima respuesta lineal es necesario determinar la respuesta estática no lineal del modelo estructural, se somete a una aceleración monotonica, la cual crece linealmente con el tiempo.

Este análisis proporcionara una serie de configuraciones laterales en los diferentes niveles y los valores de la respuesta en cada instante de interés serán grabadas para obtener así la estimación de la capacidad de deformación

Factor de reducción de rigidez

Estos Factores de cambio de rigidez, son determinados por el código ASCE 41-13 se aplican a estructuras evaluadas, por lo que se reducirá en un 40% la rigidez a corte para los elementos vigas y columnas, los esfuerzos a flexión se reducirán en un 30% para vigas y 70% para columnas.

Tabla 16. Chiclayo, factores de reducción de rigidez, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

Table 10-5. Effective Stiffness Values

Component	Flexural Rigidity	Shear Rigidity	Axial Rigidity
Beams—nonprestressed ^a	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	—
Beams—prestressed ^a	E_cI_g	$0.4E_cA_w$	—
Columns with compression caused by design gravity loads $\geq 0.5A_gf'_c$	$0.7E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g
Columns with compression caused by design gravity loads $\leq 0.1A_gf'_c$ or with tension	$0.3E_cI_g$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_g (tension)
Beam-column joints	Refer to Section 10.4.2.2.1	—	E_cA_g
Flat slabs—nonprestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_t$	—
Flat slabs—prestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_cA_t$	—
Walls-cracked ^b	$0.5E_cA_t$	$0.4E_cA_w$	E_cA_g (compression) E_cA_t (tension)

^aFor T-beams, I_g can be taken as twice the value of I_g of the web alone. Otherwise, I_g should be based on the effective width as defined in Section 10.3.1.3. For columns with axial compression falling between the limits provided, flexural rigidity should be determined by linear interpolation. If interpolation is not performed, the more conservative effective stiffnesses should be used.

^bSee Section 10.7.2.2.

Fuente: Table 10-5 ASCE41-13 (2013).

De acuerdo con el código ASCE 41-13, se procede a reducir la rigidez en los componentes estructurales, como se presenta a continuación:

Para vigas:

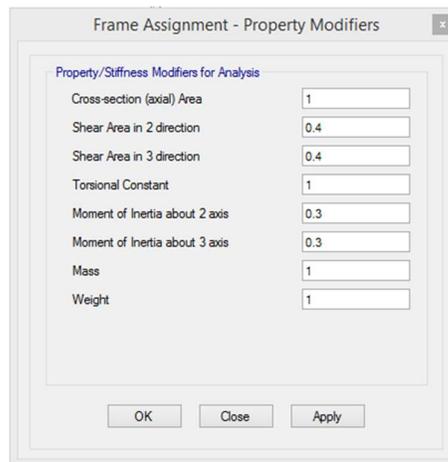


Figura 80. Coeficientes de corrección de rigidez de la sección de vigas, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Para columnas:

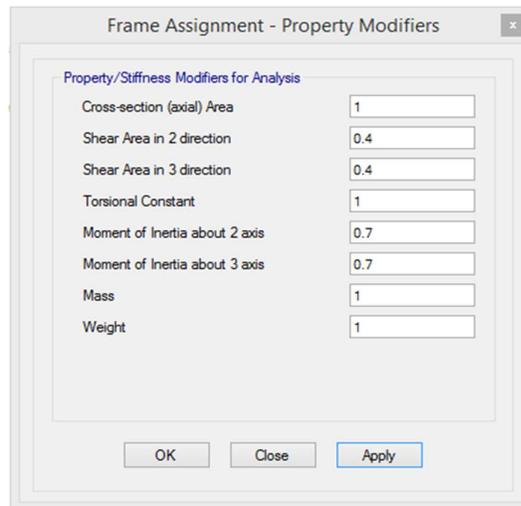


Figura 81. Coeficientes de corrección de rigidez de la sección columnas, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

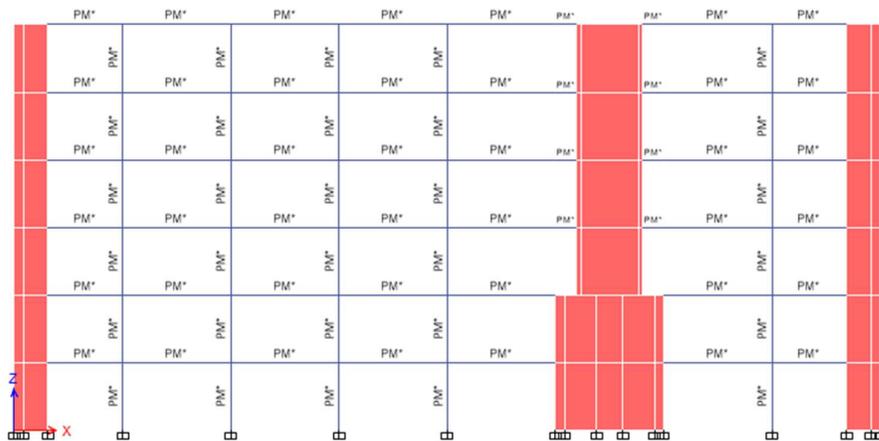


Figura 82. Reducción de la rigidez en los elementos frame, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Factor de rigidez de la unión viga – columna

Se asignará un factor de 0.75 e (End Length Offsets) teniendo en cuenta que es una edificación existente.

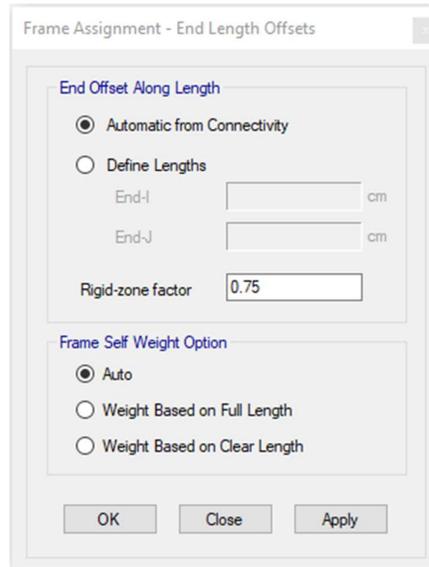


Figura 83. Factor de Rigidez de la unión viga - columna, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Asignación de la fuente de masa

Para la asignación del peso sísmico se contará con el 100% de la carga muerta, 50% de la carga viva y 25% de carga viva de Azote.

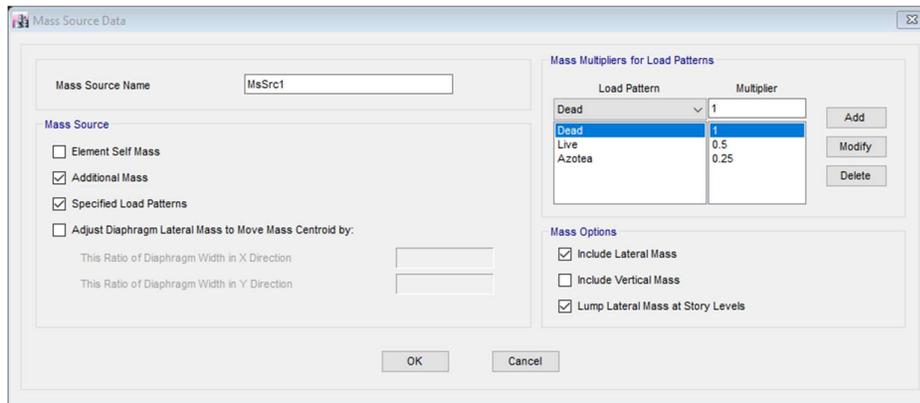


Figura 84. Definición de la fuente de masa, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Caso Modal

Se asignaron 45 modos pretendiendo lograr o superar alcanzar el 90% de la masa participativa.

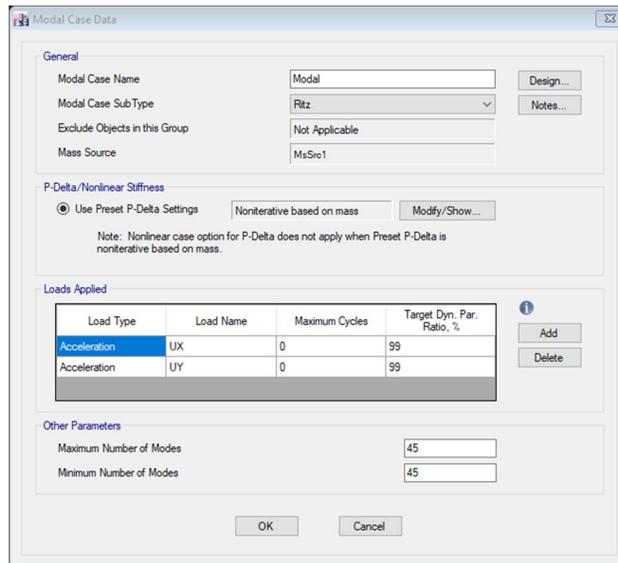


Figura 85. Caso Modal, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Patrón De Cargas Horizontales

Definición de las fuerzas horizontales que serán sometidas a una aceleración monótonica, las cuales se ejecutarán en el caso de carga no lineal horizontal.

Dirección xx:

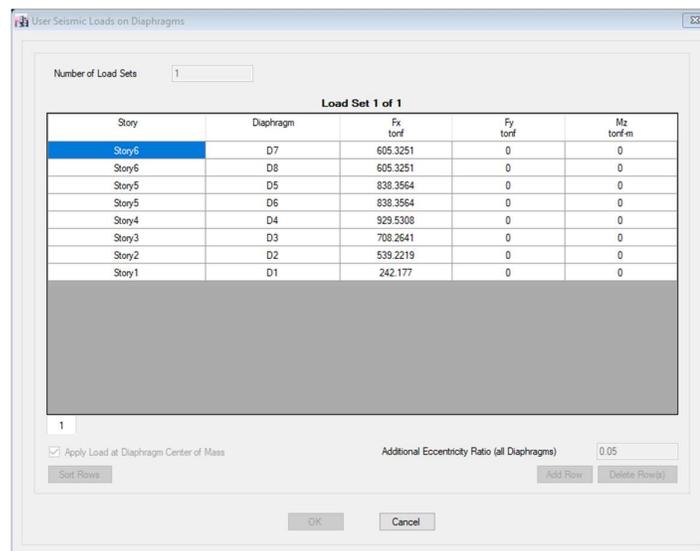


Figura 86. Fuerzas horizontales aplicadas en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Dirección yy:

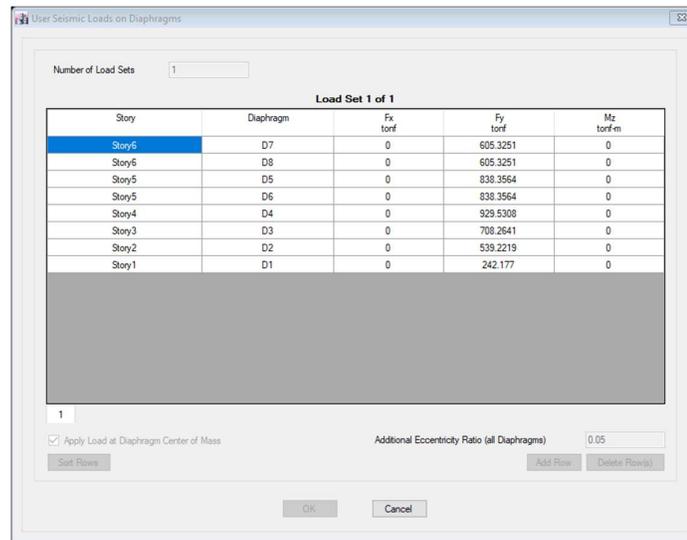


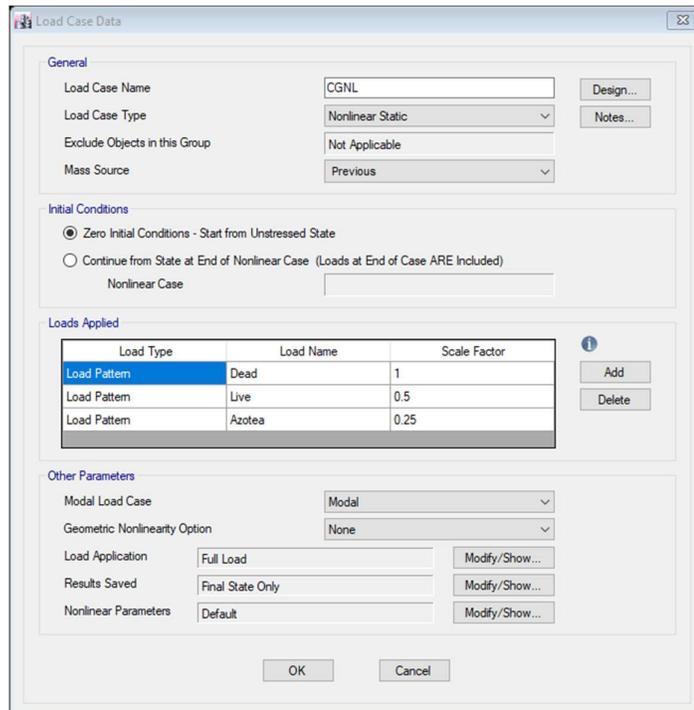
Figura 87. Fuerzas horizontales aplicadas en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Casos de cargas Estáticos No Lineales.

- **Caso de carga gravitacional**

Se define un caso de carga gravitacional, el cual será ejecutada a través de los casos de cargas horizontales.



*Figura 88. Caso de carga gravitacional, Hospital Regional de Lambayeque.
Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.*

– **Caso de carga Horizontal**

De este análisis se obtiene una curva que relaciona el cortante basal con el desplazamiento lateral global del sistema en la parte superior, las cuales se ejecutarán en cada dirección del sistema.

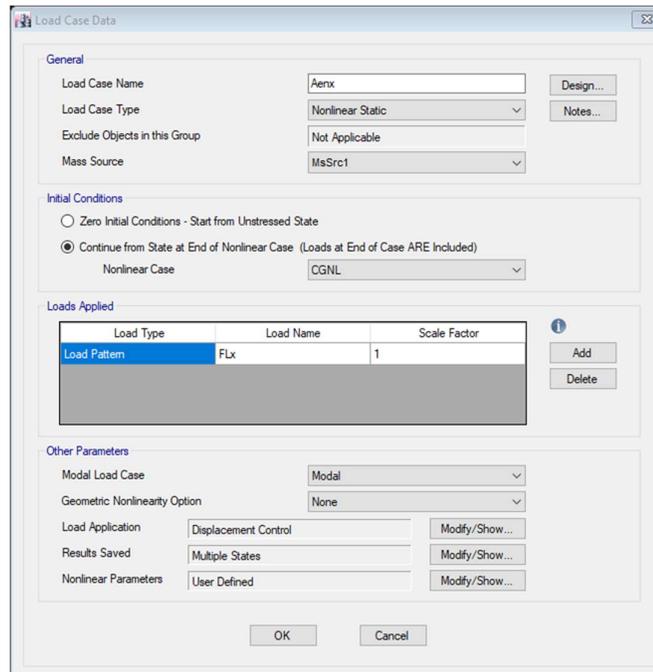


Figura 89. Caso horizontal en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

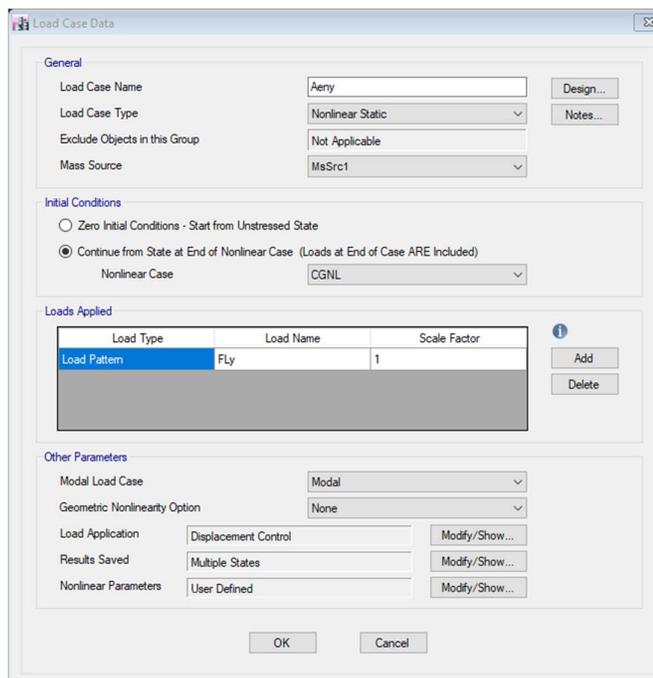


Figura 90. Caso horizontal en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Definición de Rótulas Plásticas

- **Modelo de análisis de rótulas plásticas**

Se asigna en modelo no lineal

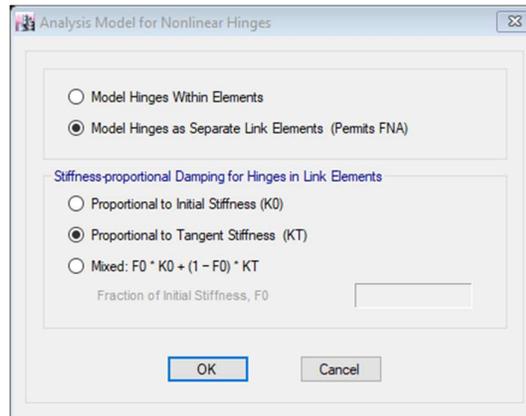


Figura 91. Modelo de análisis rótulas plásticas, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

- **Asignación de Rotulas Plásticas.**

Posición de Rotulas en los elementos viga:

Las rótulas serán asignadas a los componentes frame ubicadas en la unión viga – columna, la ubicación de las rótulas plásticas dentro de los componentes serán calculadas según sus coordenadas relativas.



Figura 92. Longitud plástica en elementos viga, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Posición de Rotulas en los elementos Columna:

Para obtener la ubicación de la rótula plásticas en los elementos columna se tendrá en cuenta la viga superior ya que la cara superior de la viga está enrasada con el eje de entrepiso.



Figura 93. Longitud plástica en elementos columnas, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

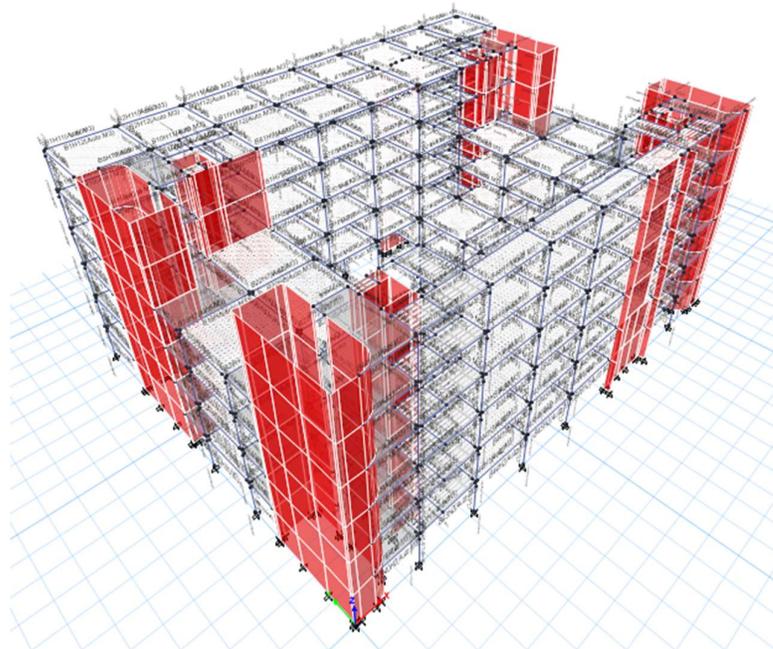


Figura 94. Rotulas plásticas en elementos viga - columna, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

– **Resultados:**

a) Peso de la estructura:

Tabla 17. Chiclayo, Peso en la estructura por piso, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque

TABLE: Mass Summary by Story		
Story	Masa	Peso
	tonf-s²/m	tonf-s²/m
Story6	102.85091	1008.9674
Story5	170.93437	1676.8662
Story4	236.90516	2324.0396
Story3	240.6826	2361.0963
Story2	274.85794	2696.3564
Story1	246.89004	2421.9913

Fuente: elaborada por autor.

b) Reacciones en la base:

El sistema estructural se evaluará según cargas gravitatorias asignadas y se determinará el cortante en la base obtenida del espectro inelástico. Cortante basal según los casos de carga:

Tabla 18. Chiclayo, Reacciones en la base, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

TABLE: Base Reactions			
Load Case/ Combo	FX	FY	FZ
	tonf	tonf	tonf
CV	0.00	0.00	2336.55
CVA	0.00	0.00	135.22
SEx	-3862.56	0.00	0.00
SEy	0.00	-3862.56	0.00
SCP	0.00	0.00	11687.26
SDx Max	2733.65	935.58	0.00
SDy Max	833.37	2890.79	0.00

Fuente: elaborada por autor.

c) Modos de vibración:

Modos de vibración natural del sistema:

Tabla 19. Chiclayo, Modos de vibración, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

Modo	Periodo T(s)	UX	UY
1	0.4500	0.6581	0.0002
2	0.3220	0.0003	0.6909
3	0.2700	0.0118	0.0000
4	0.1710	0.0039	0.0001
5	0.1690	0.0044	0.0000
6	0.1630	0.0000	0.0039
7	0.1620	0.0061	0.0000
8	0.1490	0.0166	0.0000
9	0.1480	0.0000	0.0000
10	0.1430	0.0194	0.0000
11	0.1410	0.0039	0.0039
12	0.1370	0.0049	0.0000
13	0.1360	0.0001	0.0001
14	0.1320	0.0098	0.0000
15	0.1320	0.0001	0.0001
16	0.1230	0.1076	0.0004
17	0.1160	0.0006	0.0001
18	0.1160	0.0001	0.0000
19	0.1130	0.0013	0.0039
20	0.1130	0.0001	0.0001
21	0.1100	0.0272	0.0001
22	0.1040	0.0003	0.0962
23	0.0940	0.0000	0.0743
24	0.0940	0.0000	0.0300
25	0.0930	0.0006	0.0001
26	0.0890	0.0000	0.0001
27	0.0790	0.0163	0.0001
28	0.0770	0.0014	0.0001
29	0.0730	0.0001	0.0043
30	0.0700	0.0017	0.0001
31	0.0680	0.0000	0.0013
32	0.0620	0.0296	0.0001
33	0.0600	0.0133	0.0000
34	0.0530	0.0001	0.0392
35	0.0470	0.0000	0.0079
36	0.0450	0.0079	0.0002
37	0.0400	0.0042	0.0039
38	0.0390	0.0133	0.0025
39	0.0350	0.0011	0.0165
40	0.032	0.0179	0.0004
41	0.029	0.0001	0.0106
42	0.026	0.0045	0.00001
43	0.02	0.00001	0.0003
44	0.009	0.00001	0.001
45	0.007	0.0004	0.00002

Fuente: elaborada por autor.

Masa participativa superior al 90.00% para ambas direcciones.

Tabla 20. Chiclayo, masa participativa en el análisis dinámico, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

TABLE: Modal Load Participation Ratios				
Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	100	98.09
Modal	Acceleration	UY	100	98.09
Modal	Acceleration	UZ	0	0

Fuente: elaborada por autor.

d) Niveles de aceleración sísmica según el periodo de retorno:

Estimación del factor de amplificación para evaluar el desempeño estructural bajo las condiciones estáticas no lineales.

Sismo de Diseño

Probabilidad de excedencia del 10%

$$P_{\text{diseño}} = 0.1$$

Vida útil (años)

$$n_{\text{diseño}} = 50$$

Período de Retorno

$$T = \frac{1}{1 - (1 - P)^{\frac{1}{n}}}$$

$$T_{\text{diseño}} = 475.06 \quad \text{Período de Retorno}$$

Aceleración del sismo de diseño

$$a_{\text{diseño}} = 0.45g = 4.41 \text{ m/s}^2$$

Sismo de Servicio

Probabilidad de excedencia del 50%

$$P_{servicio} = 0.5$$

Vida util (años)

$$n_{servicio} = 50$$

Período de Retorno

$$T = \frac{1}{1 - (1 - P)^{\frac{1}{n}}}$$

$$T_{servicio} = 72.64 \quad \text{Período de Retorno}$$

$$K = 0.4$$

Aceleración del sismo de servicio

$$a_{servicio} = 2.08 \text{ m/s}^2$$

$$F_{servicio} = 0.47$$

Sismo de Máximo

Probabilidad de excedencia del 5%

$$P_{máximo} = 0.05$$

Vida util (años)

$$n_{máximo} = 50$$

Período de Retorno

$$T = \frac{1}{1 - (1 - P)^{\frac{1}{n}}}$$

$$T_{máximo} = 975.29 \quad \text{Período de Retorno}$$

$$K = 0.4$$

Aceleración del sismo de servicio

$$a_{máximo} = 5.89 \text{ m/s}^2$$

$$F_{máximo} = 1.33$$

e) Desempeño Estructural según el método estático no lineal:

Se empleó el método de los coeficientes definido por la norma ASCE 41-13 el cual determina un modelo bilineal para definir el punto de desempeño según la falla del sistema, para ello se aplicaron tres tipos de acción sísmica según su probabilidad de ocurrencia.

Verificación del Desempeño

a. Sismo de Servicio: (ATC40), se debe obtener una respuesta del comportamiento estructural dentro del estado plástico con una máxima deriva de 0.005.

b. Sismo de Diseños: (ATC40), este criterio debe mantenerlas derivas a un límite de 0.01 y la deriva inelástica a 0.005, la degradación en rótulas plásticas debe mantenerse bajo criterio de aceptabilidad de Ocupación inmediata (IO).

c. Sismo Máximo Creíble Esperado: (ATC40), en este estado las derivas se deben mantener en un rango de 0.015 y 0.01 de su deriva inelástica, para un aceptable control de daño en las rótulas plásticas se deben mantener en un estado inferior por seguridad de vida (LS).

Tabla 21. Chiclayo, Datos de la curva de capacidad en dirección transversal, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement		
Step	Monitored Displ	Base Force
	m	tonf
0	0.000305	0
1	0.005047	480.613
2	0.193115	7777.1389
3	0.293115	9993.3281
4	0.393115	11838.0441
5	0.493115	13029.4734
6	0.593115	13024.8711
7	0.693115	11016.4691
8	0.793115	11400.4622
9	0.893115	11876.5708
10	0.993115	12413.5443
11	1.000305	12438.214

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 22. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de servicio, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

SISMO DE SERVICIO		
DERIVA, MÉTODO DE LOS COEFICIENTES, ASCE 41-13		
Altura total del edificio, H(cm)	2700	
Desplazamientos del punto de desempeño (cm)	21.2778	
Desplazamiento elástico, Dy (cm)	19.044	
Desplazamiento inelástico (cm)	1.5694	
Demanda de la ductilidad,	1.1173	
Máxima deriva total, MTD	0.0079	
Máxima deriva inelástica, MID	0.0006	
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MTD (Deriva total)		
Cortante de la base, Vi (TN)	2735.017	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi (TN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.02	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	0.02	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	0.07	Cumple
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MID (Deriva inelástica)		
Cortante en la base, Vi (kN)	2735.017	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi(kN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.015	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	1	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	1	Cumple

Fuente: elaborada por autor.

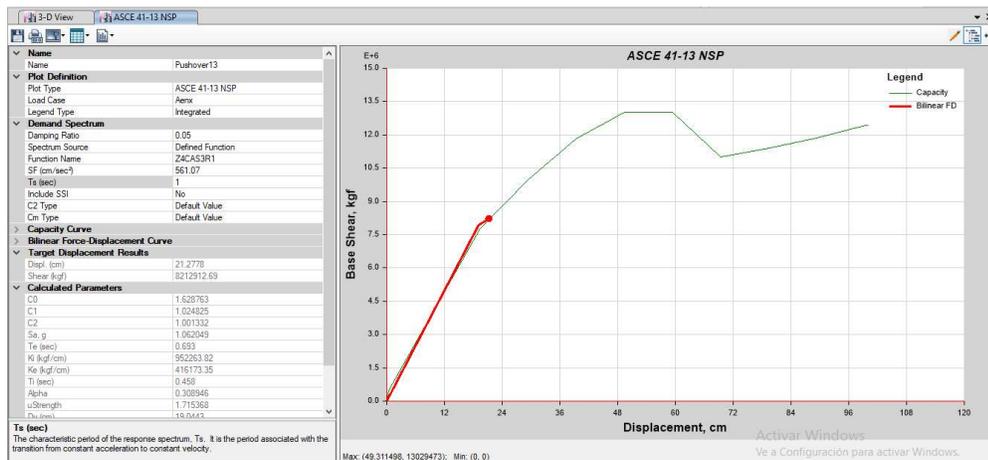


Figura 95. Curva de capacidad SS, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 23. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de diseño, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

SISMO DE DISEÑO		
DERIVA, MÉTODO DE LOS COEFICIENTES, ASCE 41-13		
Altura total del edificio, H(cm)	2700	
Desplazamientos del punto de desempeño (cm)	39.2595	
Desplazamiento elástico, Dy (cm)	19.583	
Desplazamiento inelástico (cm)	5.3749	
Demanda de la ductilidad,	2.0048	
Máxima deriva total, MTD	0.0145	
Máxima deriva inelástica, MID	0.0020	
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MTD (Deriva total)		
Cortante de la base, Vi (TN)	2735.017	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi (TN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.01	No Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.01	No Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.02	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	0.02	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	0.07	Cumple
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MID (Deriva inelástica)		
Cortante en la base, Vi (kN)	2735.017	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi(kN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.015	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	1	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	1	Cumple

Fuente: elaborada por autor.

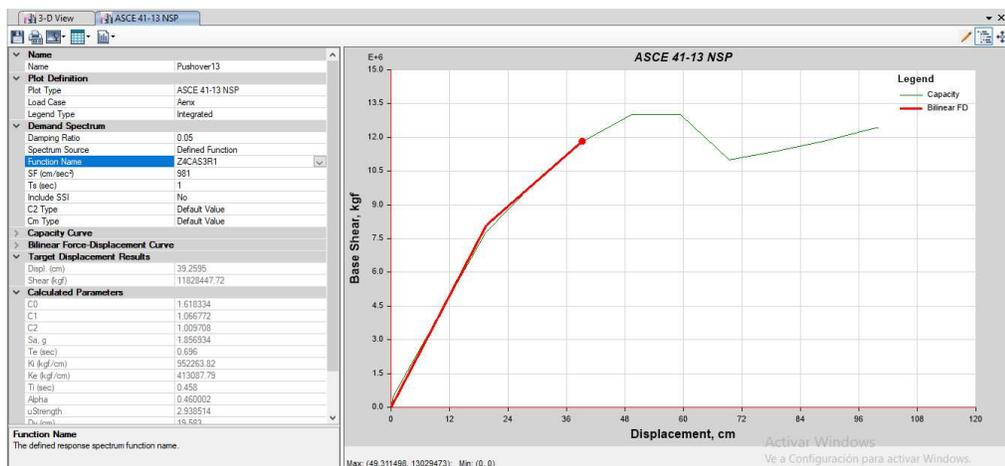


Figura 96. Curva de capacidad SD, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 24. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo máximo creíble esperado, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

SISMO MÁXIMO CREÍBLE ESPERADO		
DERIVA, MÉTODO DE LOS COEFICIENTES, ASCE 41-13		
Altura total del edificio, H(cm)	2700	
Desplazamientos del punto de desempeño (cm)	52.7516	
Desplazamiento elástico, Dy (cm)	23.663	
Desplazamiento inelástico (cm)	9.8679	
Demanda de la ductilidad,	2.2293	
Máxima deriva total, MTD	0.0195	
Máxima deriva inelástica, MID	0.0037	
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MTD (Deriva total)		
Cortante de la base, Vi (TN)	2735.017	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi (TN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.01	No Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.01	No Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.02	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	0.02	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	0.07	Cumple
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MID (Deriva inelástica)		
Cortante en la base, Vi (kN)	2735.017	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi(kN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.015	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	1	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	1	Cumple

Fuente: elaborada por autor.

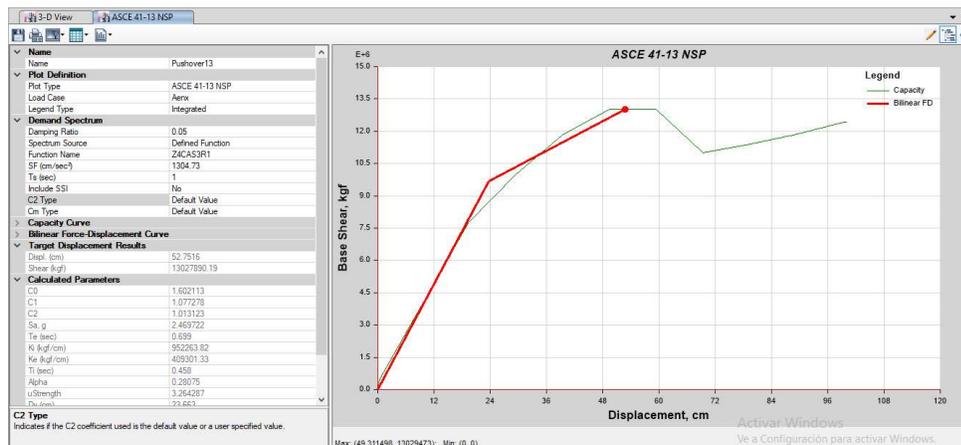


Figura 97. Curva de capacidad SMCE, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

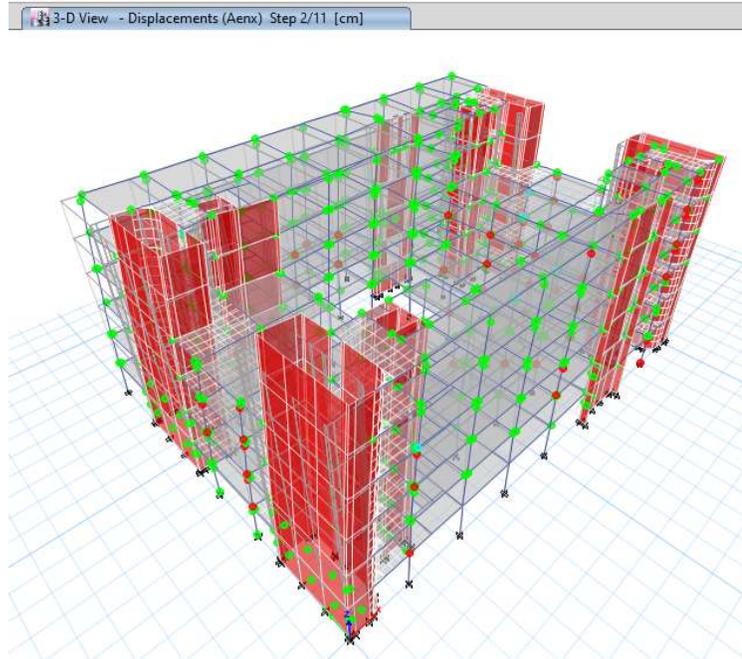


Figura 98. Degradación estructural en dirección transversal en para el sismo de servicio, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

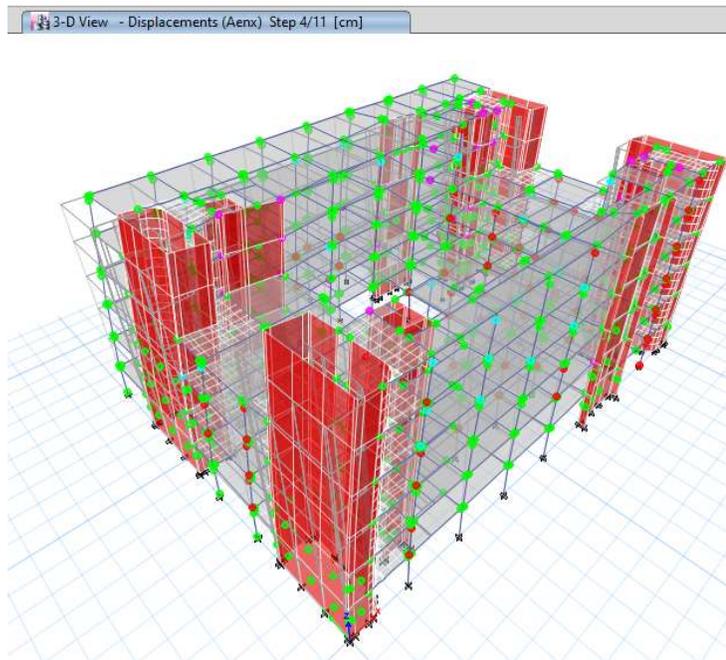


Figura 99. Degradación estructural en dirección transversal en para el sismo de diseño, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

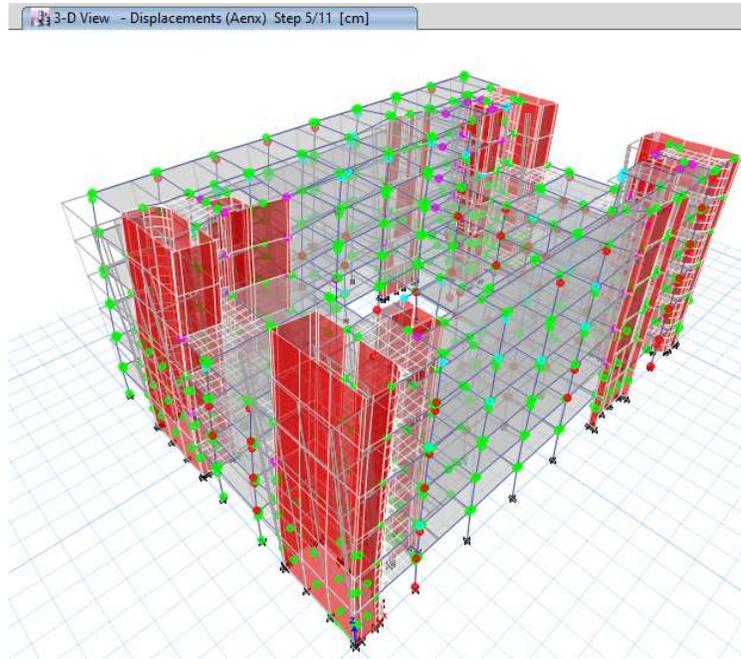


Figura 100. Degradación estructural en dirección transversal en para el sismo máximo creíble esperado, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 25. Chiclayo, Datos de la curva de capacidad en dirección longitudinal, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

TABLE: Base Shear vs Monitored Displacement		
Step	Monitored Displ	Base Force
	m	tonf
0	0.000604	0
1	0.00243	413.0517
2	0.053059	5331.5037
3	0.103849	8842.4846
4	0.105041	8910.9144
5	0.105091	8916.5116
6	0.113249	9413.0086
7	0.113299	9425.5907
8	0.113558	9445.0485
9	0.113598	9451.0939
10	0.168116	12493.3978

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 26. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de servicio, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

SISMO DE SERVICIO		
DERIVA, MÉTODO DE LOS COEFICIENTES, ASCE 41-13		
Altura total del edificio, H(cm)	2700	
Desplazamientos del punto de desempeño (cm)	6.3875	
Desplazamiento elástico, Dy (cm)	4.439	
Desplazamiento inelástico (cm)	0.9701	
Demanda de la ductilidad,	1.4388	
Máxima deriva total, MTD	0.0024	
Máxima deriva inelástica, MID	0.0004	
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MTD (Deriva total)		
Cortante de la base, Vi (TN)	2900.608	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi (TN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.02	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	0.02	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	0.08	Cumple
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MID (Deriva inelástica)		
Cortante en la base, Vi (kN)	383.669	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi(kN)	2483.724	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.015	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	1	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	1	Cumple

Fuente: elaborada por autor.

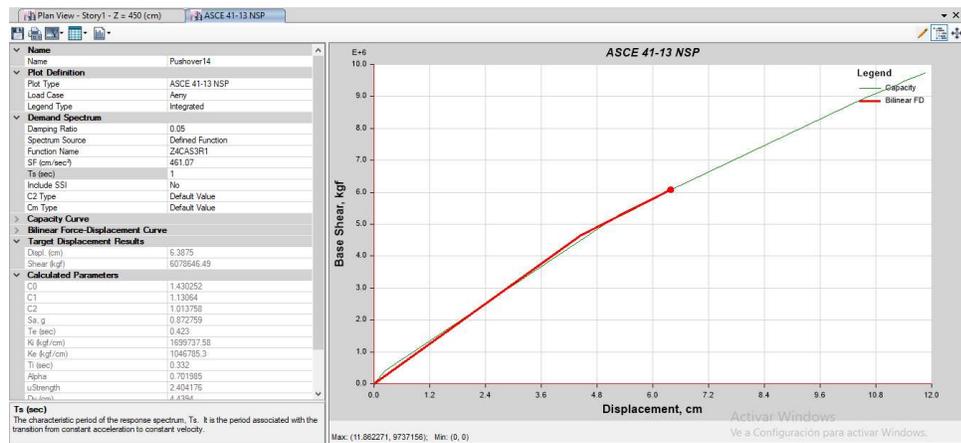


Figura 101. Curva de capacidad SS, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 27. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo de diseño, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

SISMO DE DISEÑO		
DERIVA, MÉTODO DE LOS COEFICIENTES, ASCE 41-13		
Altura total del edificio, H(cm)	2700	
Desplazamientos del punto de desempeño (cm)	16.7593	
Desplazamiento elástico, Dy (cm)	5.2592	
Desplazamiento inelástico (cm)	5.0855	
Demanda de la ductilidad,	3.1867	
Máxima deriva total, MTD	0.0062	
Máxima deriva inelástica, MID	0.0019	
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MTD (Deriva total)		
Cortante de la base, Vi (TN)	2900.608	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi (TN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.02	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	0.02	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	0.08	Cumple
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MID (Deriva inelástica)		
Cortante en la base, Vi (kN)	2900.608	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi(kN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.015	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	1	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	1	Cumple

Fuente: elaborada por autor.

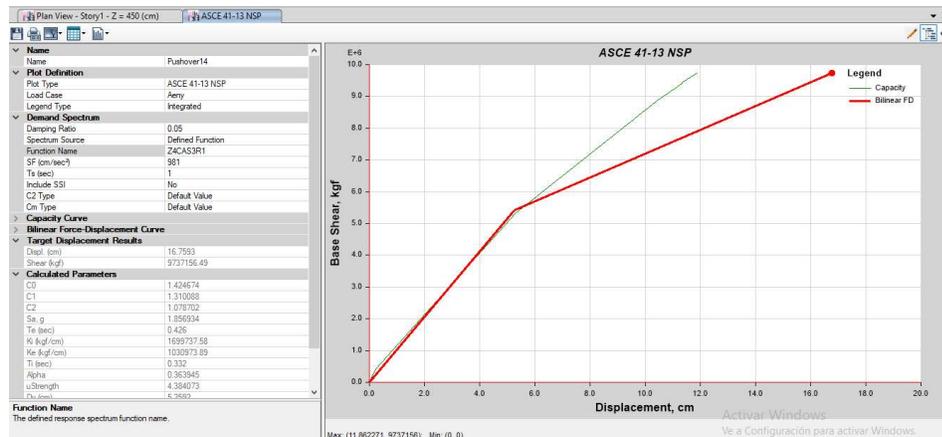


Figura 102. Curva de capacidad SD, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 28. Chiclayo, Control de aceptación para un sismo máximo creíble esperado, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

SISMO MÁXIMO CREÍBLE ESPERADO		
DERIVA, MÉTODO DE LOS COEFICIENTES, ASCE 41-13		
Altura total del edificio, H(cm)	2700	
Desplazamientos del punto de desempeño (cm)	26.2455	
Desplazamiento elástico, Dy (cm)	5.2592	
Desplazamiento inelástico (cm)	9.8679	
Demanda de la ductilidad,	4.9904	
Máxima deriva total, MTD	0.0097	
Máxima deriva inelástica, MID	0.0037	
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MTD (Deriva total)		
Cortante de la base, Vi (TN)	2900.608	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi (TN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.01	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.02	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	0.02	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	0.08	Cumple
CONTROL DE ACEPTACIÓN SEGÚN FEMA 440 PARA MID (Deriva inelástica)		
Cortante en la base, Vi (kN)	2900.608	CONTROL
Peso sísmico del edificio, Pi(kN)	12485.053	
Ocupación Inmediata, (IO)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite inferior (DCLI)	0.005	Cumple
Daño controlado. Límite superior (DCLS)	0.015	Cumple
Seguridad de Vida, (IS)	1	Cumple
Estabilidad estructural, (SS)	1	Cumple

Fuente: elaborada por los autores.

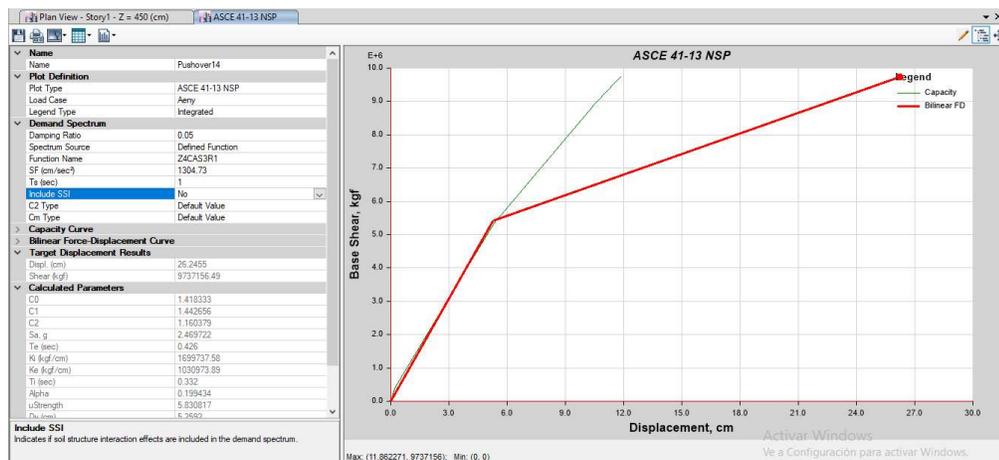


Figura 103. Curva de capacidad SMCE, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

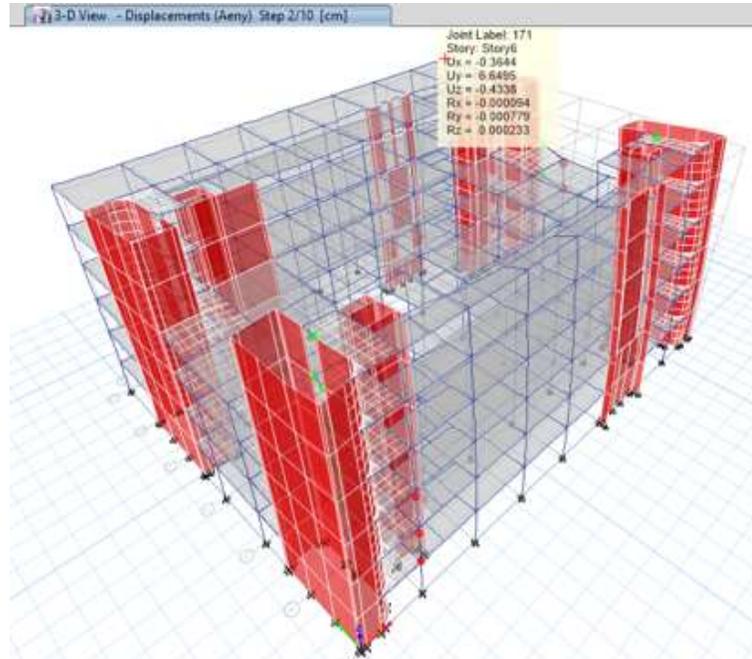


Figura 104. Degradación estructural en dirección longitudinal en para el sismo de servicio, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

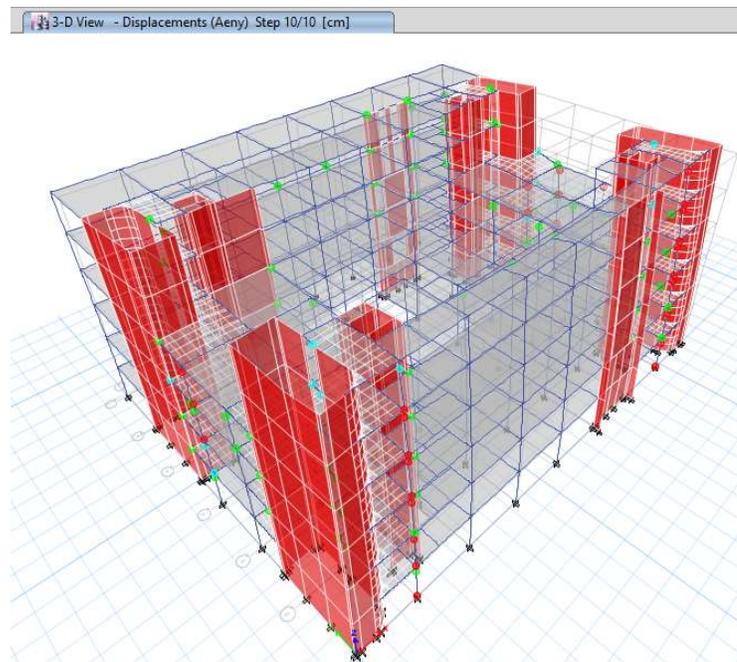


Figura 105. Degradación estructural en dirección longitudinal en para el sismo de diseño, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

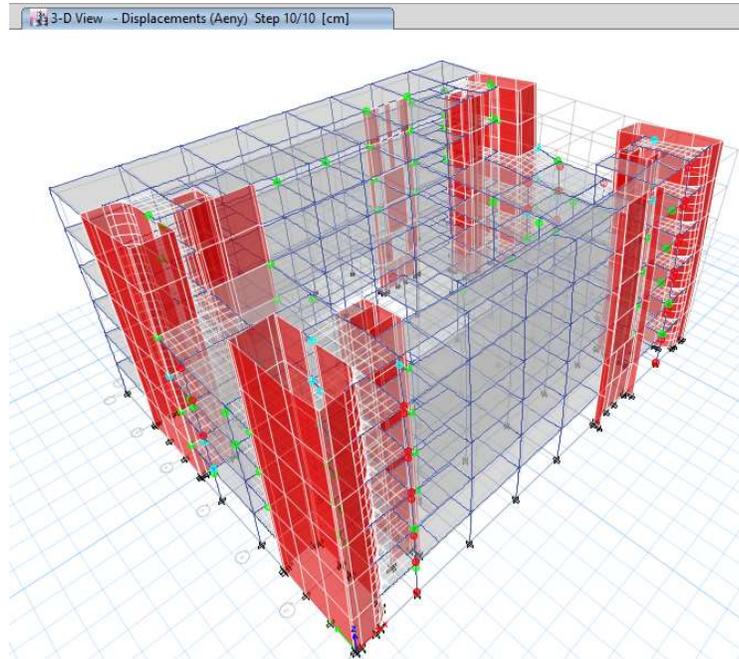


Figura 106. Degradación estructural en dirección longitudinal en para el Sismo máximo creíble esperado, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Según los datos obtenidos, se puede apreciar una degradación no aceptable según los requisitos mínimos establecidos por el código FEMA 440, para la dirección transversal, esta respuesta inelástica nos permite comprender el desempeño estructural del sistema en evaluación, teniendo en cuenta que este método no considere los efectos espectrales del terreno ante un evento sísmico real.

Por otro lado, se aprecia una respuesta favorable para la dirección longitudinal, teniendo presente el cambio de rigidez que presenta el sistema estructural a partir del quinto nivel.

De lo definido anteriormente se puede definir que el método no lineal estático, presenta mejores respuestas para estructuras regulares en planta y en altura

f) Rigidez del sistema en su máxima respuesta lineal:

La rigidez lateral del sistema se obtiene de la curva de capacidad cortante en la base contra el desplazamiento máximo en azotea, obtenido de un sistema de fuerzas laterales, este método permite determinar la rigidez del sistema en su máxima deformación lineal.

- Dirección xx

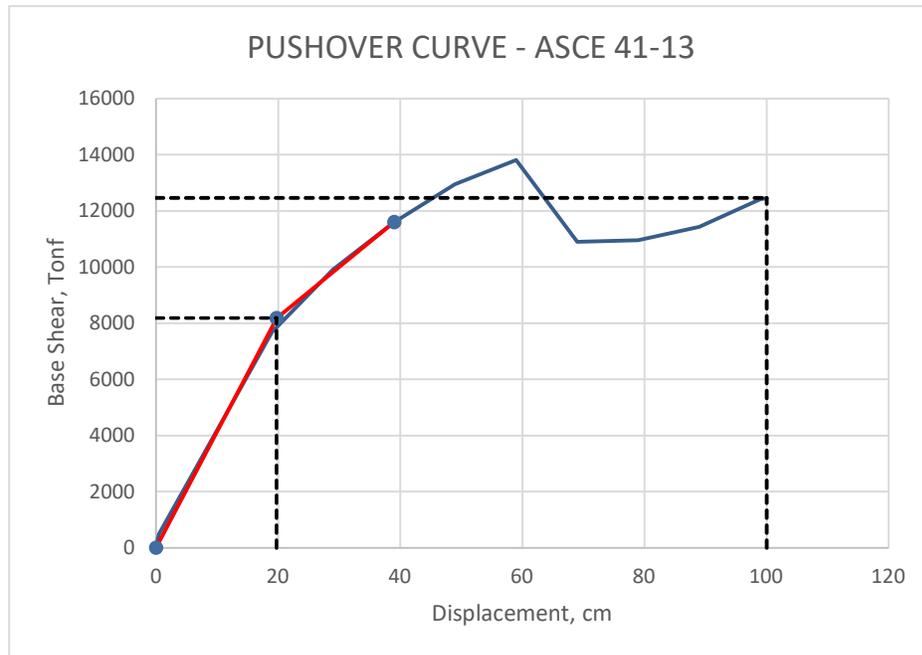


Figura 107. Curva de Capacidad en dirección xx, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 29. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

w (Tn)=	12485.0525
VBL (Tn)=	8183.39
ΔL (cm)	19.75
VBNL (Tn)=	12458.01
ΔNL (cm)	100.0305
K=	124.54
K0=	414.37

Fuente: elaborada por autor.

- Dirección yy

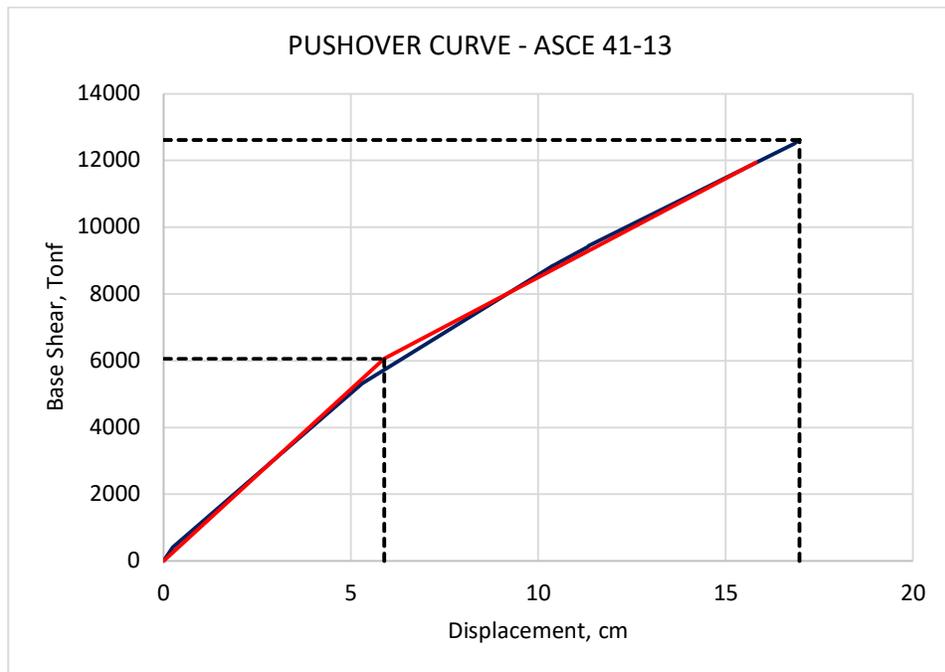


Figura 108. Curva de Capacidad en dirección yy, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Tabla 30. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

w (Tn)=	12485.0525
VBL (Tn)=	6060.66
ΔL (cm)	5.89
VBNL (Tn)=	12618.33
ΔNL (cm)	16.9797
K=	743.14
K0=	1028.31

Fuente: elaborada por autor.

II. Análisis Dinámico por Incrementos (ADI).

Del análisis IDA se logra identificar el desempeño histerético del sistema estructural el cual demuestra la respuesta inelástica, la capacidad de disipación de energía y la máxima deformación del sistema estructural. Las funciones sísmicas aplicadas para este análisis pertenecen a los registros de aceleración de los sismos que dieron origen a la Norma Peruana E030. Para cada caso se realizaron veinte simulaciones, para poder generar el comportamiento no lineal en los sistemas simulados se tuvo que utilizar un factor de amplificación para los acelerogramas. De esta manera se obtuvieron curvas que relacionan al cortante basal con el desplazamiento de azotea. A partir de estas y del valor máximo del desplazamiento es posible obtener el valor de la rigidez secante para cada intensidad evaluada.

Registros Sísmicos

Se identifican las componentes horizontales de cada registro sísmico que se han adquirido de la Costa peruana.

Tabla 31. Chiclayo, Registros sísmicos obtenidos en la Costa del Perú, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

COD.	FECHA	DENOMINACION	COMPONENTE	DATA	PGA	PGA(g)	M	OBS.
7035	17/10/1966	N82W (LIMA)	HORIZONTAL	3283	-180.59	0.18	7.5	NTE 0.30
7036	17/10/1966	NO8E (LIMA)	HORIZONTAL	3282	-269.34	0.27	7.5	NTE 0.30
7038	31/05/1970	HUARAZ	HORIZONTAL	2259	-104.82	0.11	7.7	NTE 0.30
7039	31/05/1970	HUARAZ	HORIZONTAL	2259	-97.75	0.10	7.7	NTE 0.30
7050	03/10/1974	1421 GCT NO8E (LIMA)	HORIZONTAL	4899	178.95	0.18	7.5	NTE 0.30
7051	03/10/1974	1421 GCT N82W (LIMA)	HORIZONTAL	4899	-192.49	0.20	7.5	NTE 0.30

Fuente: elaborada por autor.

Casos de cargas Dinámicos No Lineales.

- **Caso de carga Tiempo Historia no lineal para obtener el sismo dinámico incremental:**

Se define un caso Tiempo historia para cada registro sísmico, cada uno de ellos se escalaron mediante el uso de factores de amplificación (FA) hasta lograr la falla estructural.

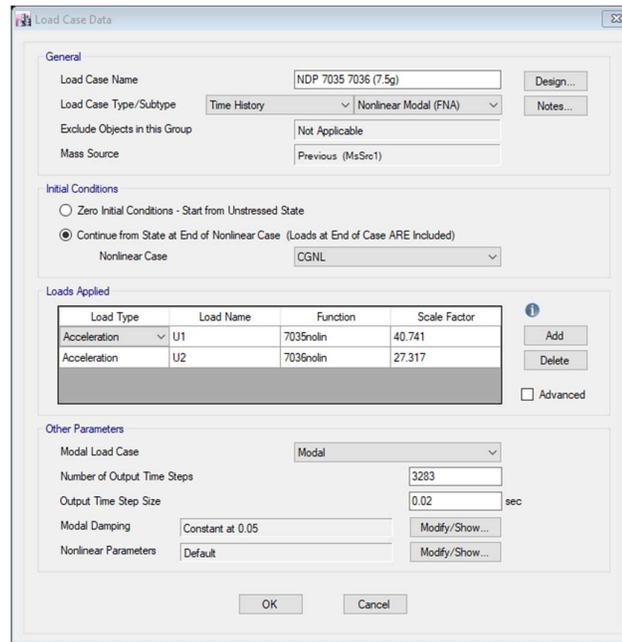


Figura 109. Sismo incremental dinámico en dirección X, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

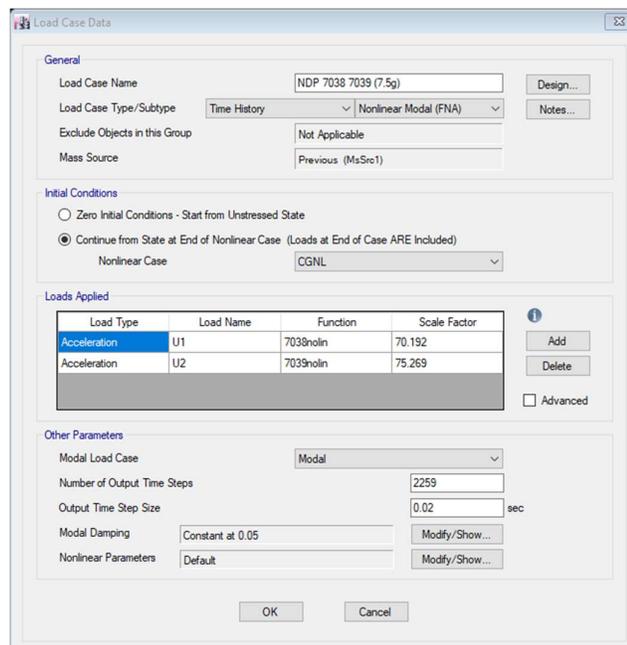


Figura 110. Sismo incremental dinámico en dirección Y, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

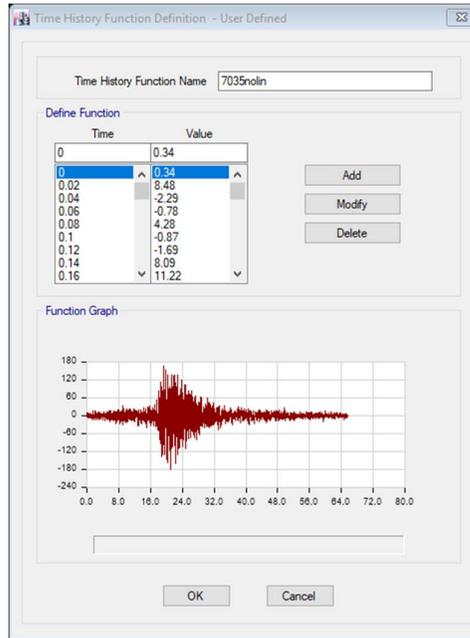


Figura 111. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 17 de octubre de 1966 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

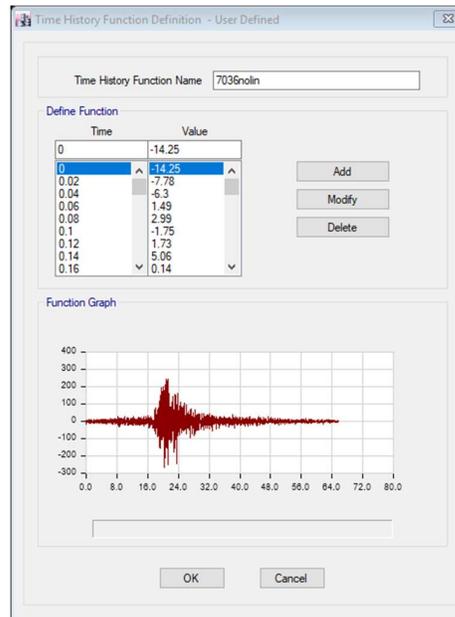


Figura 112. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 17 de octubre de 1966 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

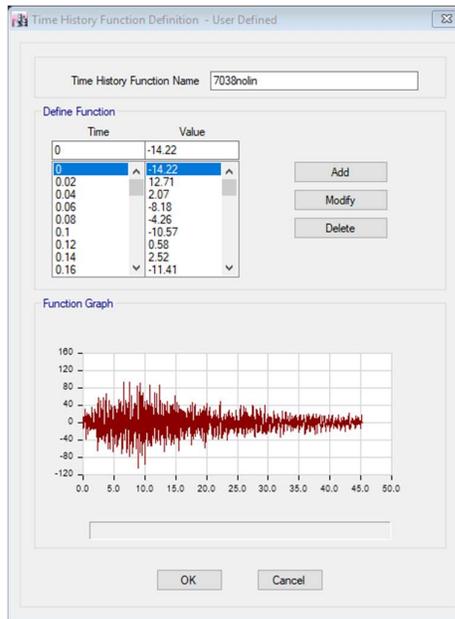


Figura 113. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 31 de mayo de 1970 (Huaraz), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

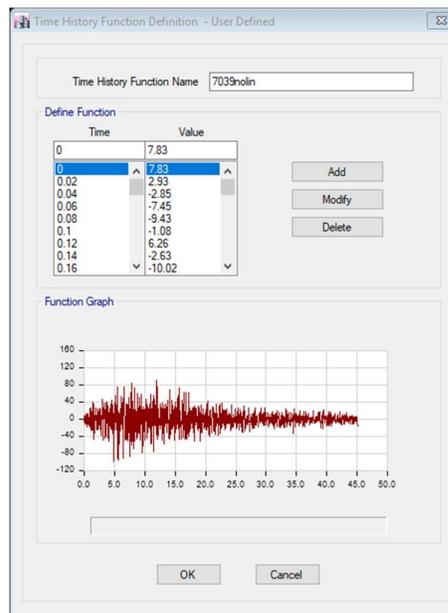


Figura 114. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 31 de mayo de 1970 (Huaraz), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

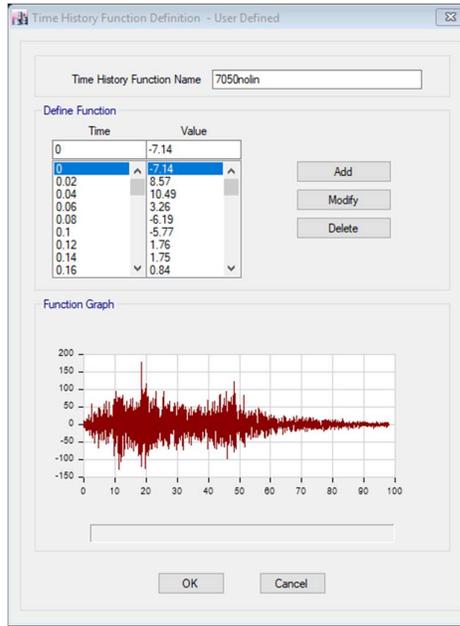


Figura 115. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 03 de octubre de 1974 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

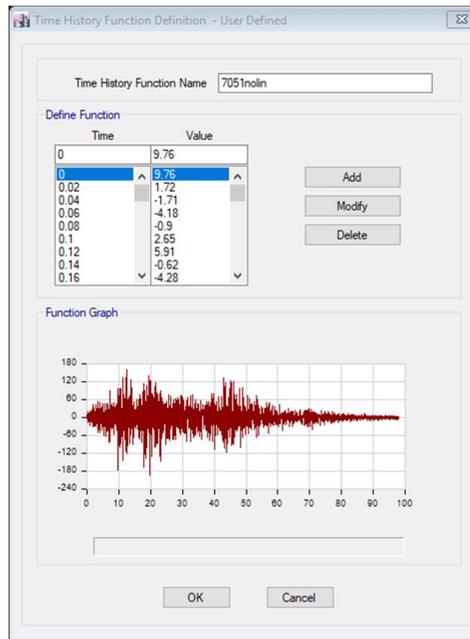


Figura 116. Registro de aceleración del sismo ocurrido el 03 de octubre de 1974 (Lima), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

– **Definición de Rótulas por Fibras**

Las rótulas plásticas serán consideradas dentro de los componentes estructurales.

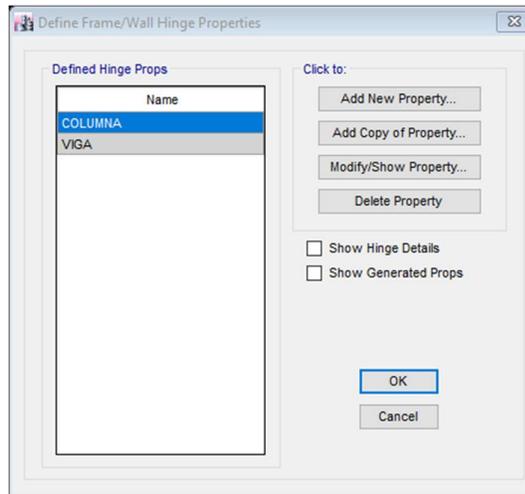


Figura 117. Definición de rótulas plásticas por fibras, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

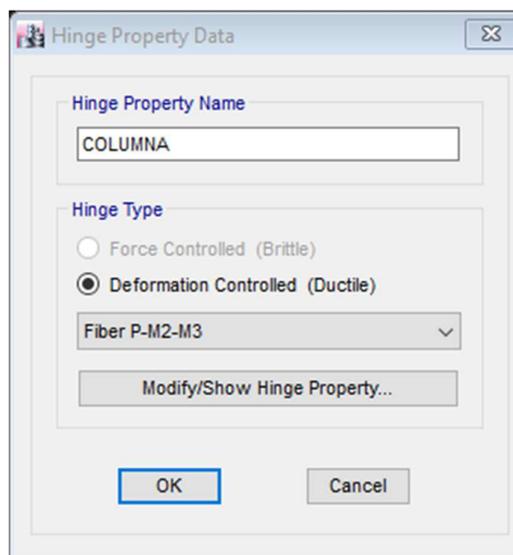


Figura 118. Rótula plástica por fibra para columnas, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

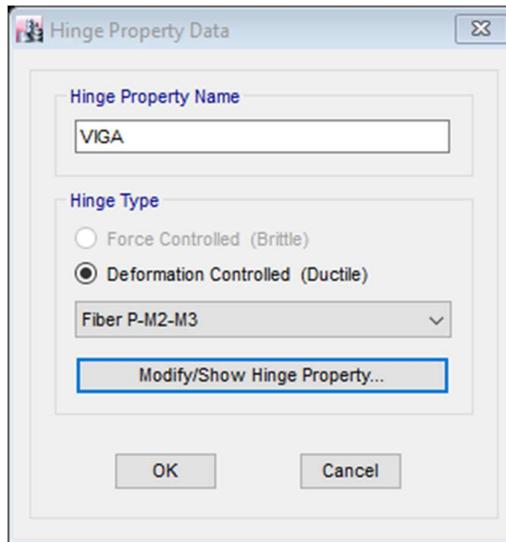


Figura 119. Rótula plástica por fibra para vigas, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

Aplicación de Rotulas plásticas en los elementos Frame:

En esta sección se define el control de deformación, por lo cual se le asignara a cada elemento una rotula plástica en la zona critica de disipación de energía.



Figura 120. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 1-1, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

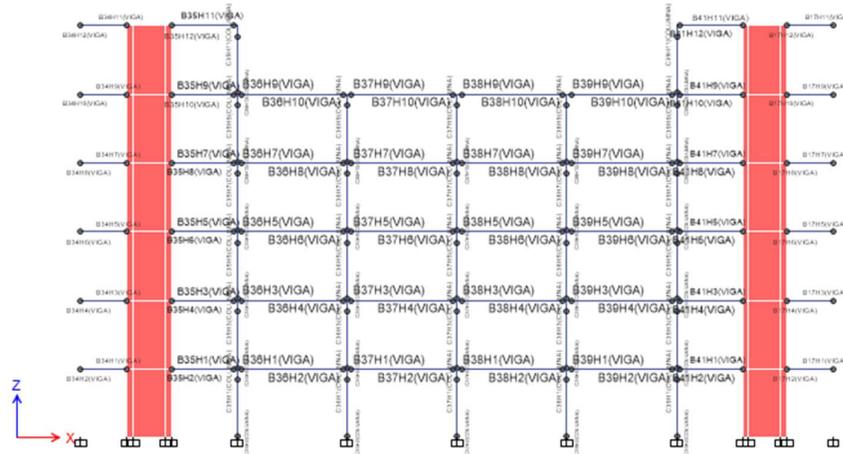


Figura 121. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 2-2, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

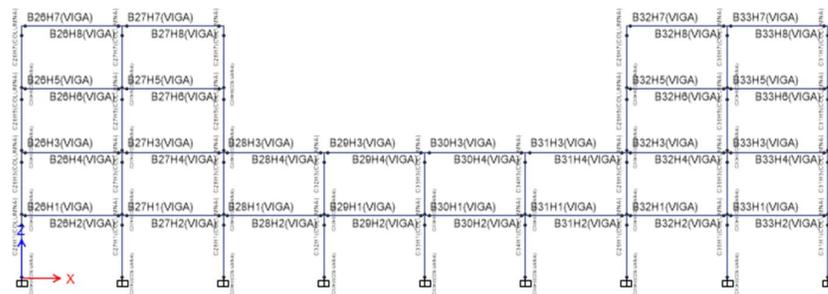


Figura 122. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 3-3, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

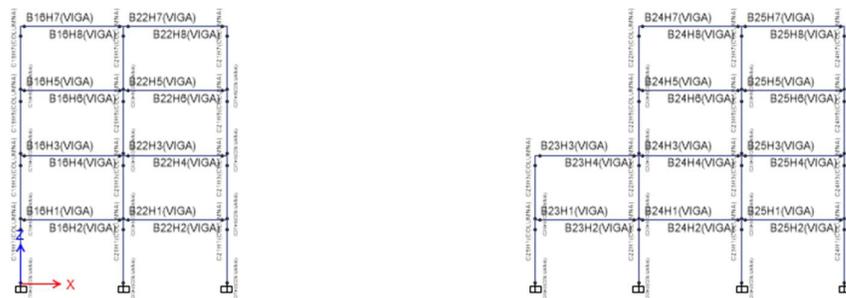


Figura 123. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 4-4, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

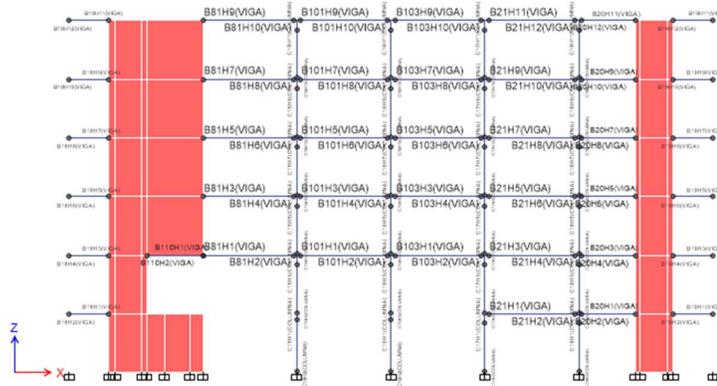


Figura 124. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 5-5, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

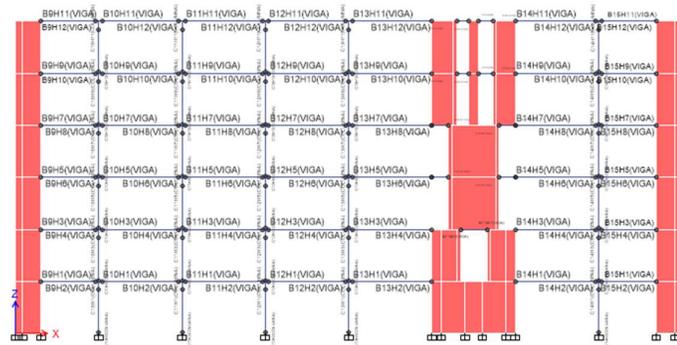


Figura 125. Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 6-6, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

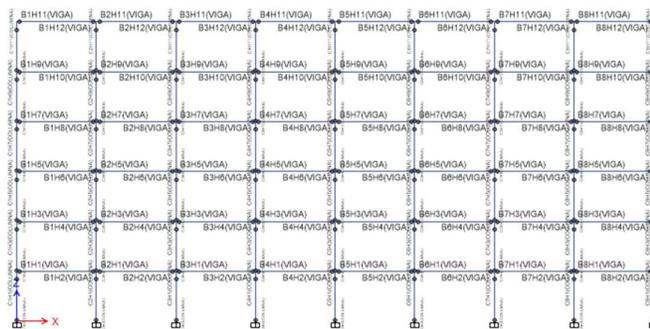


Figura 126 Rótulas plásticas en componentes línea sección xx, eje 7-7, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

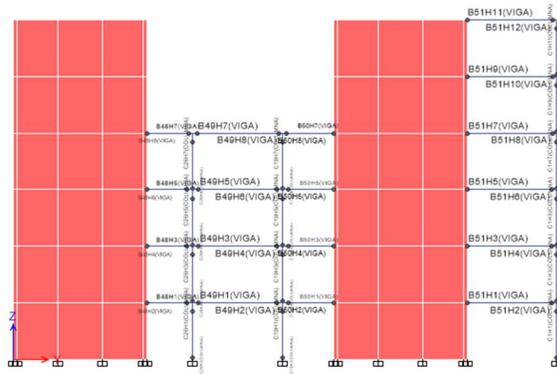


Figura 127. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje A-A, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

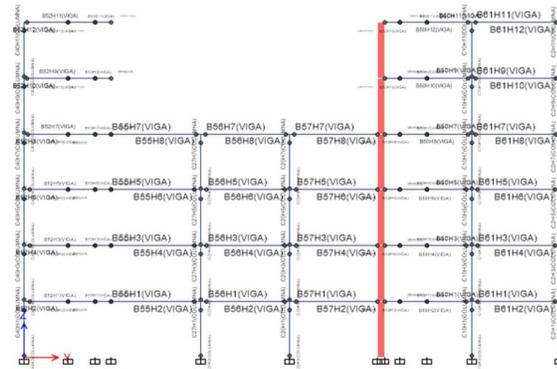


Figura 128. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje B-B, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

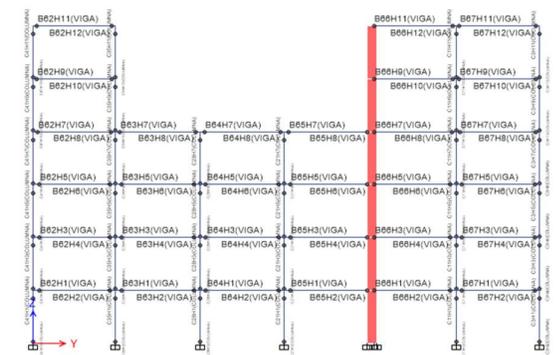


Figura 129. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje C-C, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

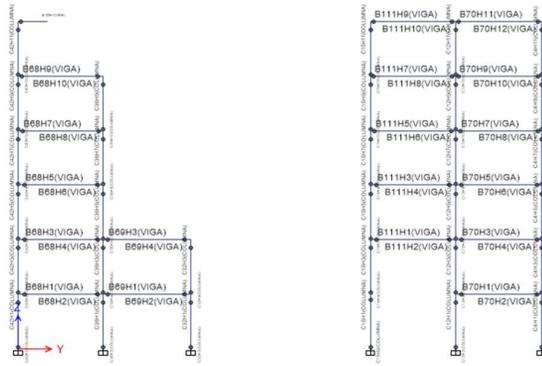


Figura 130. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje D-D, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

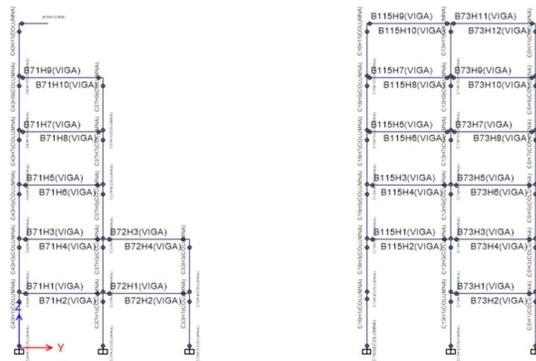


Figura 131. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje E-E, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

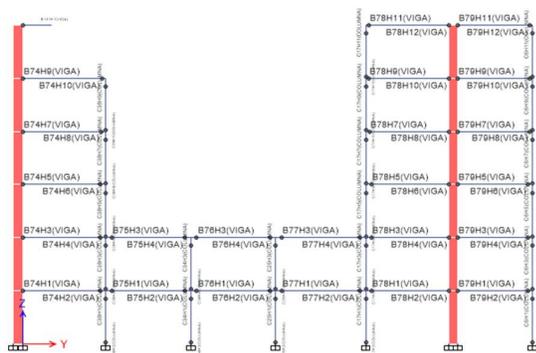


Figura 132. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje F-F, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

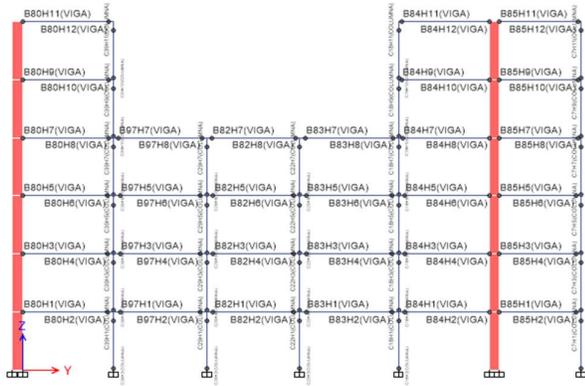


Figura 133. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje G-G, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

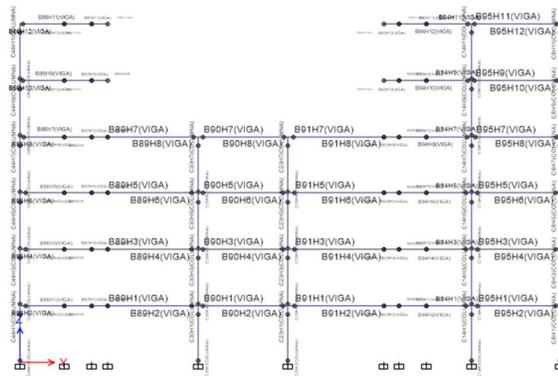


Figura 134. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje H-H, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

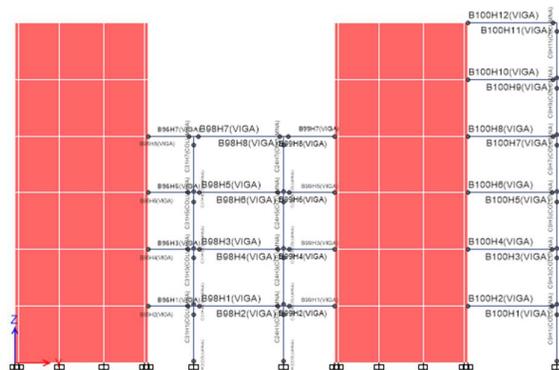


Figura 135. Rótulas plásticas en componentes línea sección yy, eje I-I, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

– **Resultados:**

a) Desplazamientos monitoreados en la Azotea:

Tabla 32. Chiclayo, Desplazamientos del ultimo nivel registradas por cada Intensidad sísmica, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

DESPLAZAMIENTOS DE AZOTEA						
	7035 - 7036		7038 - 7039		7050 - 7051	
	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	7.55	5.93	5.69	6.19	6.26	4.92
1.00	16.46	11.87	13.27	12.52	12.89	11.09
1.50	25.90	17.76	21.69	17.88	19.67	16.68
2.00	36.12	23.07	29.41	22.34	25.56	24.57
2.50	45.81	28.15	36.03	26.90	30.87	31.58
3.00	54.46	33.27	40.96	31.53	37.04	38.67
3.50	62.31	38.21	45.34	36.38	43.17	45.18
4.00	69.05	43.03	50.67	41.42	49.06	51.15
4.50	75.10	48.08	58.82	46.59	54.76	57.30
5.00	80.83	53.20	67.53	51.85	60.49	63.58
5.50	86.77	58.29	75.98	57.31	66.40	69.64
6.00	92.63	63.37	84.18	62.92	72.25	75.55
6.50	98.46	68.43	92.15	68.55	78.04	81.33
7.00	104.31	73.51	99.96	74.16	83.79	87.06
7.50	110.19	78.58	108.42	79.76	89.53	92.71
8.00	116.12	83.71	118.06	85.35	95.22	98.37
8.50	122.08	88.91	127.65	90.93	100.91	103.98
9.00	128.10	94.11	137.20	96.51	106.61	109.62
9.50	134.17	99.34	147.13	102.08	112.31	115.26
10.00	140.29	104.57	148.99	107.64	118.25	120.93

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 33. Chiclayo, Derivas del ultimo nivel registradas por cada intensidad sísmica, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

DERIVAS DE ULTIMO AZOTEA						
	7035 - 7036		7038 - 7039		7050 - 7051	
	X	Y	X	Y	X	Y
0.00	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
0.50	0.00280	0.00219	0.00211	0.00229	0.00232	0.00182
1.00	0.00609	0.00440	0.00491	0.00464	0.00477	0.00411
1.50	0.00959	0.00658	0.00803	0.00662	0.00728	0.00618
2.00	0.01338	0.00855	0.01087	0.00824	0.00947	0.00910
2.50	0.01697	0.01043	0.01335	0.00996	0.01143	0.01170

3.00	0.02017	0.01231	0.01517	0.01168	0.01372	0.01432
3.50	0.02308	0.01415	0.01679	0.01347	0.01599	0.01673
4.00	0.02557	0.01594	0.01877	0.01534	0.01817	0.01894
4.50	0.02782	0.01781	0.02179	0.01726	0.02028	0.02122
5.00	0.02994	0.01970	0.02501	0.01920	0.02240	0.02355
5.50	0.03214	0.02159	0.02814	0.02123	0.02459	0.02579
6.00	0.03431	0.02347	0.03118	0.02330	0.02676	0.02798
6.50	0.03647	0.02534	0.03413	0.02539	0.02890	0.03012
7.00	0.03863	0.02722	0.03702	0.02747	0.03104	0.03224
7.50	0.04081	0.02910	0.04015	0.02954	0.03316	0.03434
8.00	0.04301	0.03100	0.04373	0.03161	0.03527	0.03643
8.50	0.04521	0.03293	0.04728	0.03368	0.03737	0.03851
9.00	0.04745	0.03486	0.05081	0.03575	0.03948	0.04060
9.50	0.04969	0.03679	0.05449	0.03781	0.04160	0.04269
10.00	0.05196	0.03873	0.05815	0.03987	0.04380	0.04479

Fuente: elaborada por autor.

b) Media Geométrica + 2DS de las derivas máximas:

Tabla 34. Chiclayo, Valores de la Media Geométrica más dos desviaciones estándar de las máximas deformaciones en dirección XX, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

MEDIA GEOMETRICA	DISPERSION	0.84	0.95
		M+1DS	M+2SD
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0024	0.1437	0.0028	0.0032
0.0052	0.1334	0.0060	0.0068
0.0082	0.1395	0.0095	0.0109
0.0111	0.1740	0.0132	0.0158
0.0137	0.1989	0.0168	0.0204
0.0161	0.1999	0.0197	0.0241
0.0184	0.1992	0.0224	0.0274
0.0206	0.1887	0.0249	0.0300
0.0231	0.1656	0.0272	0.0321
0.0256	0.1463	0.0296	0.0343
0.0281	0.1338	0.0321	0.0368
0.0306	0.1253	0.0347	0.0393
0.0330	0.1197	0.0372	0.0419
0.0354	0.1162	0.0398	0.0447
0.0379	0.1155	0.0425	0.0477
0.0405	0.1196	0.0456	0.0514
0.0431	0.1248	0.0488	0.0553

0.0457	0.1304	0.0520	0.0593
0.0483	0.1373	0.0554	0.0636
0.0501	0.1199	0.0565	0.0636

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 35. Chiclayo, Valores de la Media Geométrica más dos desviaciones estándar de las máximas deformaciones en dirección XX, en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

MEDIA GEOMETRICA	DISPERSION	0.84	0.95
		M+1DS	M+2SD
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0021	0.1215	0.0024	0.0027
0.0044	0.0610	0.0047	0.0049
0.0065	0.0384	0.0067	0.0070
0.0086	0.0482	0.0091	0.0095
0.0107	0.0828	0.0116	0.0126
0.0127	0.1059	0.0141	0.0157
0.0147	0.1136	0.0165	0.0185
0.0167	0.1124	0.0187	0.0209
0.0187	0.1114	0.0209	0.0233
0.0207	0.1111	0.0232	0.0259
0.0228	0.1080	0.0254	0.0283
0.0248	0.1036	0.0275	0.0305
0.0269	0.0992	0.0297	0.0328
0.0289	0.0953	0.0318	0.0350
0.0309	0.0915	0.0339	0.0371
0.0329	0.0881	0.0360	0.0393
0.0350	0.0847	0.0380	0.0414
0.0370	0.0818	0.0401	0.0436
0.0390	0.0792	0.0422	0.0457
0.0410	0.0769	0.0443	0.0479

Fuente: elaborada por autor.

c) Curvas Incrementales IDA

Representan los estados límites de daño, después de que la estructura fue sometida a una serie de análisis Tiempo-Historia, en cada intensidad sísmica mediante las curvas incrementales IDA.

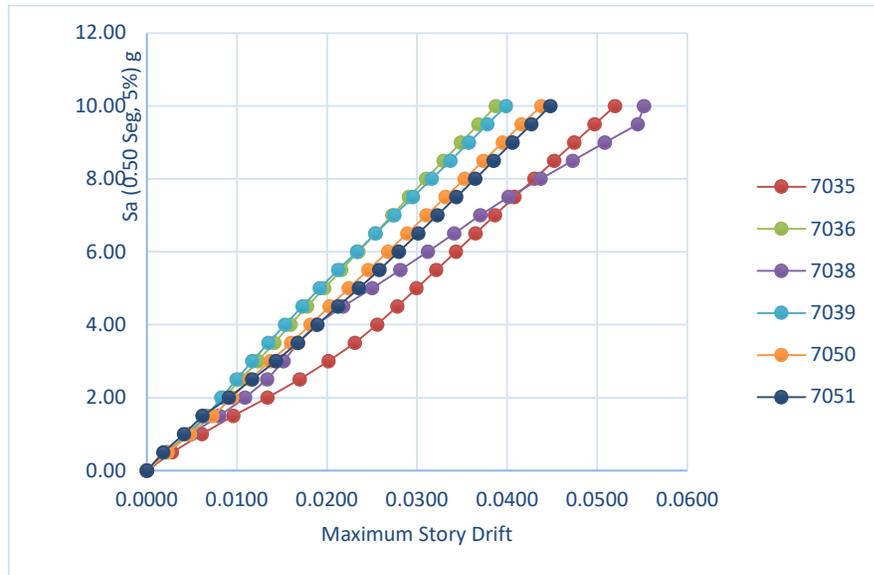


Figura 136. Curvas Incrementales IDA, Hospital Regional de Lambayeque.
 Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

a) Curvas de Capacidad

Las siguientes figuras representan la capacidad media a colapso que tiene la estructura

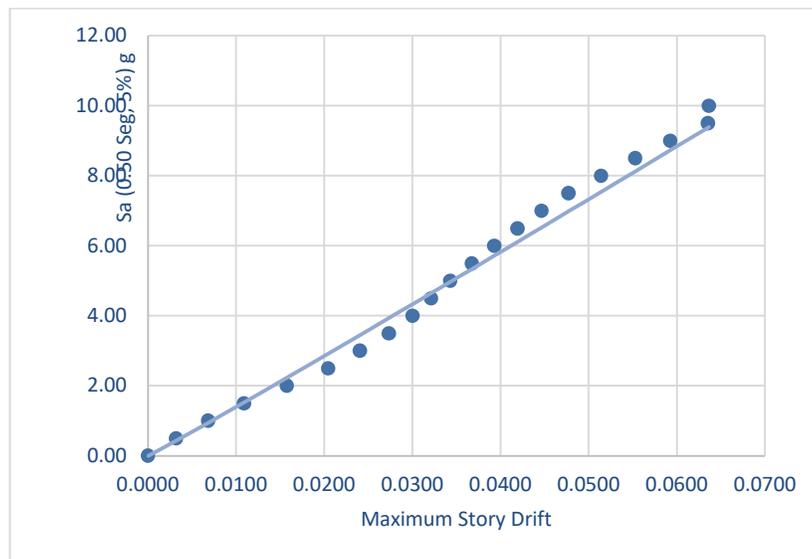


Figura 137. Curvas de Capacidad Dirección xx, Media Geométrica + 2DS Colapso $S_{ct}=1.5g$, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

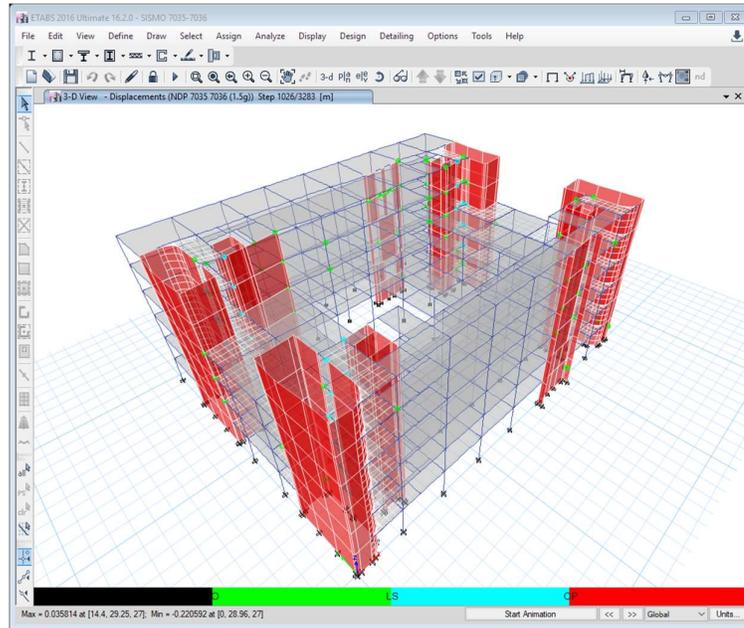


Figura 138. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 20.52 (IDA – 7035 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

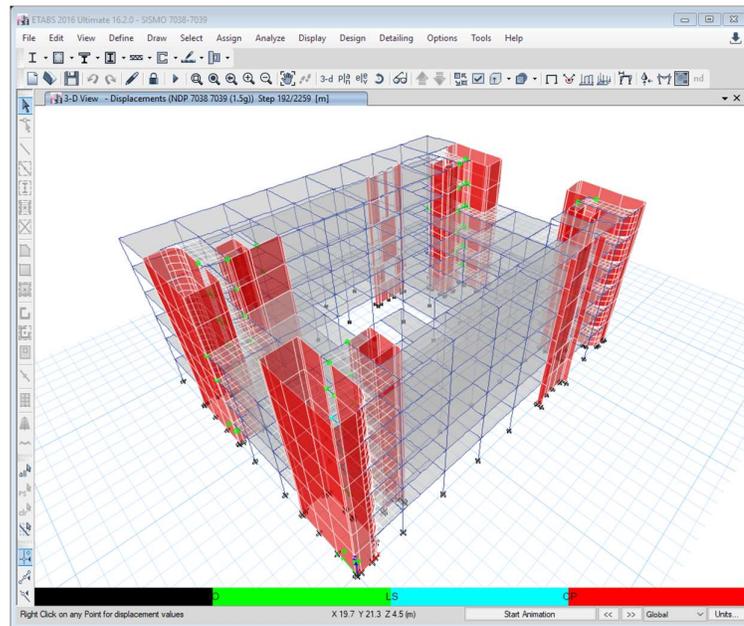


Figura 139. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 3.84 (IDA – 7038 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

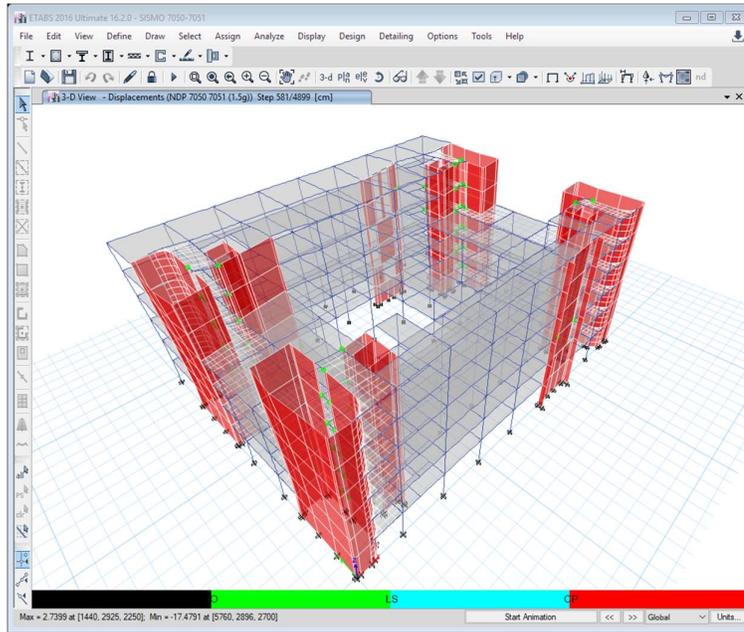


Figura 140. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 11.62 (IDA – 7050 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

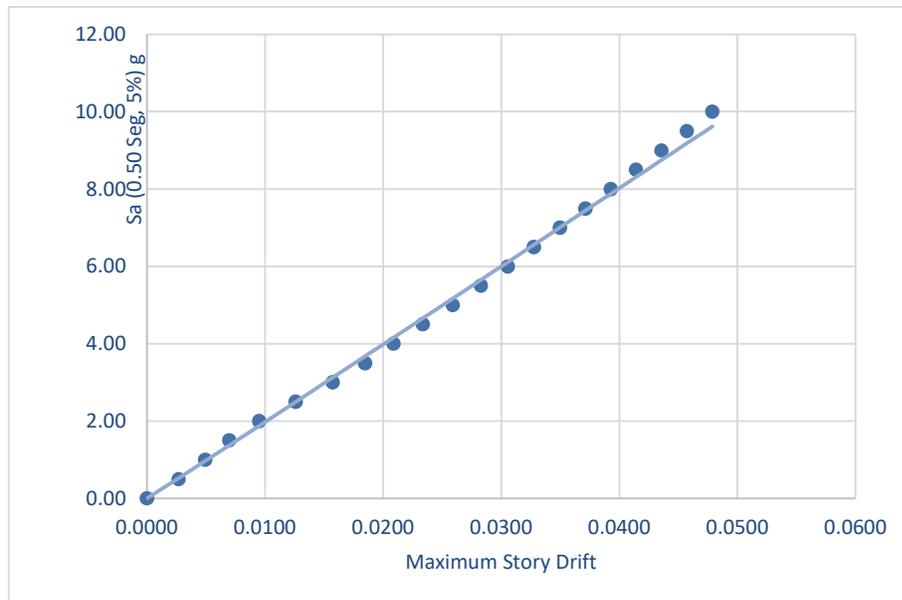


Figura 141. Curvas de Capacidad Dirección yy, Media Geométrica + 2DS Colapso $S_{ct}=1.9g$, Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

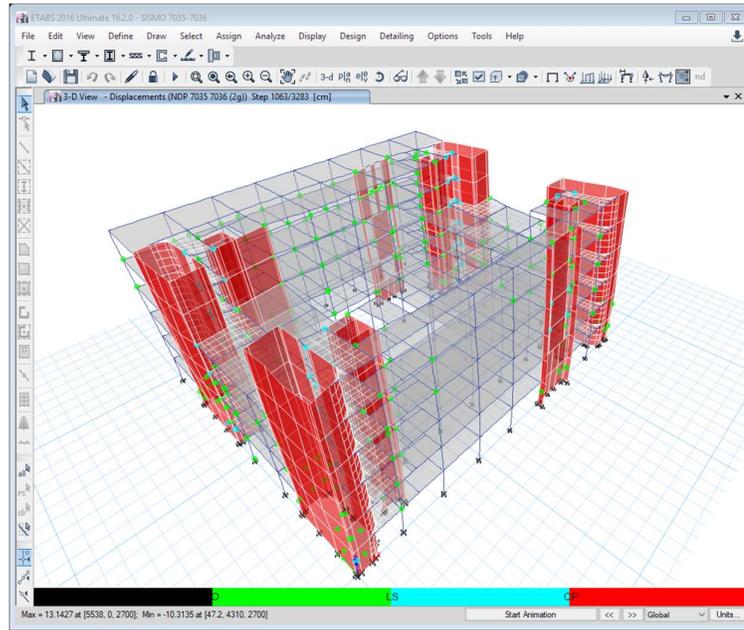


Figura 142. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 21.26 (IDA – 7036 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

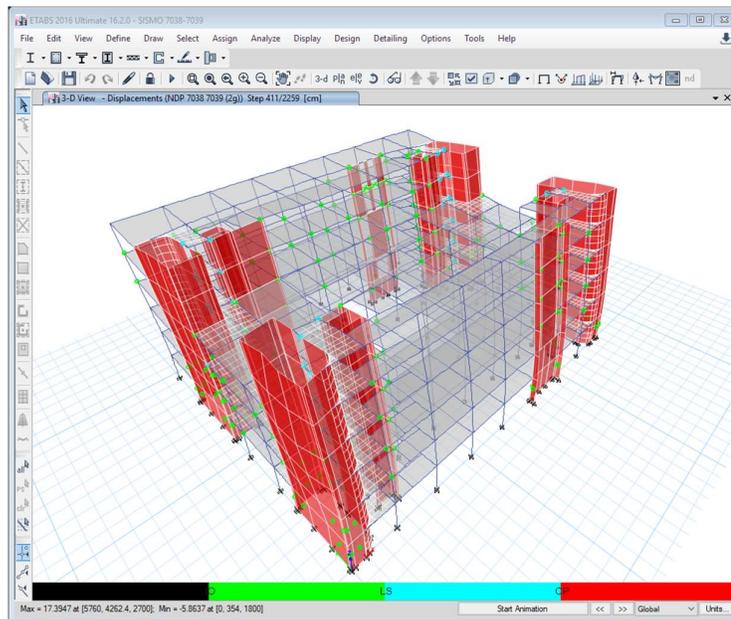


Figura 143. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 8.22 (IDA – 7039 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

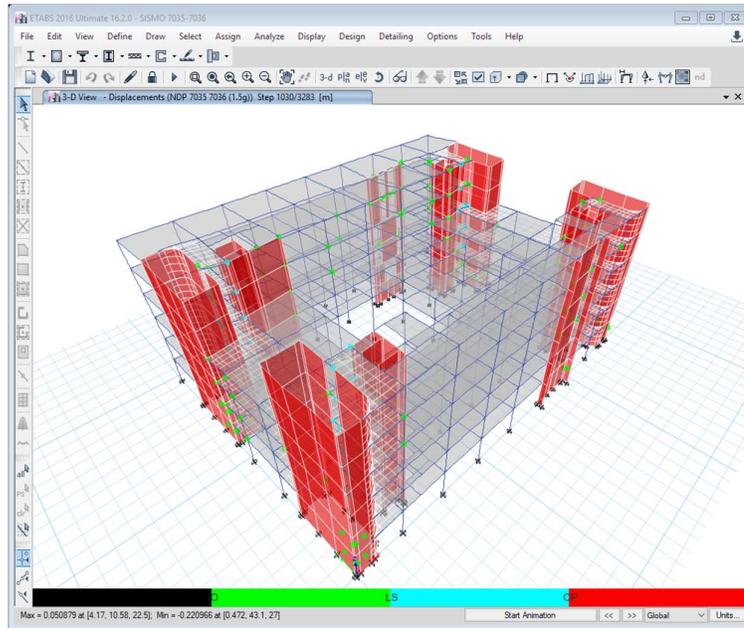


Figura 144. Degradación estructural en dirección longitudinal en el segundo 19.78 (IDA – 7051 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

III. Factores influyentes en las Funciones de Confiabilidad Sísmica.

Se representa la capacidad del sistema en función a la intensidad que produce el momento de falla en la estructura. La condición de supervivencia estructural, ante una intensidad definida, se obtiene si $IRRS < 0$, por otro lado, si se obtienen resultados superiores a la unidad, indica colapso del sistema.

$$I_{RRS} = \frac{(K_0 - K)}{K_0}$$

Tabla 36. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7035, 7038 y 7050), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

Índice de reducción de rigidez secante (IRRS)						
	K (7035)	K (7038)	K (7050)	IRRS (7035)	IRRS (7038)	IRRS (7050)
0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.50	273.0592	348.9744	313.3043	0.3410	0.1578	0.2439
1.00	264.4647	288.1522	280.1231	0.3618	0.3046	0.3240

1.50	270.2058	292.6972	311.3618	0.3479	0.2936	0.2486
2.00	274.7809	294.2337	316.3811	0.3369	0.2899	0.2365
2.50	282.3518	300.5163	333.1918	0.3186	0.2748	0.1959
3.00	289.1839	322.1513	341.6120	0.3021	0.2225	0.1756
3.50	293.5208	358.8089	349.7208	0.2916	0.1341	0.1560
4.00	298.3910	391.4216	356.6116	0.2799	0.0554	0.1394
4.50	303.7598	402.9896	362.3252	0.2669	0.0275	0.1256
5.00	310.8534	409.3494	366.0796	0.2498	0.0121	0.1165
5.50	316.3255	414.9361	367.9085	0.2366	0.0014	0.1121
6.00	321.7080	419.3996	368.9528	0.2236	0.0121	0.1096
6.50	330.7742	417.4564	376.1110	0.2017	0.0075	0.0923
7.00	332.5425	425.5605	374.3443	0.1975	0.0270	0.0966
7.50	343.8865	425.0978	378.1712	0.1701	0.0259	0.0873
8.00	342.5250	388.7024	376.7607	0.1734	0.0619	0.0908
8.50	347.2127	345.0532	371.8789	0.1621	0.1673	0.1025
9.00	355.0504	347.7600	377.4433	0.1431	0.1607	0.0891
9.50	357.6343	338.9677	368.3447	0.1369	0.1820	0.1111
10.00	353.2231	356.7117	386.4647	0.1476	0.1391	0.0673

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 37. Chiclayo, Índice de reducción de rigidez secante del análisis dinámico incremental – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

Índice de reducción de rigidez secante (IRRS)						
	K (7036)	K (7039)	K (7051)	IRRS (7036)	IRRS (7039)	IRRS (7051)
0.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.50	563.5266	591.3973	611.1392	0.4520	0.4249	0.4057
1.00	526.8225	575.1758	592.4554	0.4877	0.4407	0.4239
1.50	510.8295	584.7744	595.2578	0.5032	0.4313	0.4211
2.00	531.9386	620.3093	601.3387	0.4827	0.3968	0.4152
2.50	550.9216	630.3632	632.4391	0.4642	0.3870	0.3850
3.00	576.0473	636.7379	641.7808	0.4398	0.3808	0.3759
3.50	597.1039	640.8186	648.4199	0.4193	0.3768	0.3694
4.00	615.3497	643.9694	653.8338	0.4016	0.3738	0.3642
4.50	631.6717	646.8229	661.1124	0.3857	0.3710	0.3571
5.00	646.7304	648.8635	667.5699	0.3711	0.3690	0.3508
5.50	659.7246	652.3887	673.7052	0.3584	0.3656	0.3448
6.00	671.1318	656.1983	679.3473	0.3473	0.3619	0.3394
6.50	677.4570	670.1090	680.2216	0.3412	0.3483	0.3385
7.00	689.7143	663.4513	688.8695	0.3293	0.3548	0.3301
7.50	692.7306	667.1739	692.9830	0.3263	0.3512	0.3261
8.00	703.0744	628.9747	684.7654	0.3163	0.3883	0.3341
8.50	707.5035	671.5316	675.5697	0.3120	0.3470	0.3430
9.00	700.8833	674.7284	681.1381	0.3184	0.3438	0.3376
9.50	701.0751	684.4567	688.1783	0.3182	0.3344	0.3308
10.00	691.0128	687.2767	690.1317	0.3280	0.3316	0.3289

Fuente: elaborada por autor.

IV. Índice de confiabilidad β de Cornell

Tabla 38. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

	mS	mR	sS	sR	β
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	2002.10	4609.03	52.15	672.55	3.865
1.00	3916.63	8381.96	381.47	1053.87	3.984
1.50	6479.50	11046.13	453.64	968.00	4.272
2.00	8856.21	13161.15	942.39	1258.12	2.739
2.50	11294.45	15118.53	1399.05	1177.37	2.091
3.00	13803.28	17767.01	1652.68	1209.63	1.935
3.50	16500.29	20105.29	1614.53	1398.62	1.688
4.00	19264.00	22871.38	1619.12	1927.66	1.433
4.50	22056.57	25688.63	2023.38	2894.61	1.028
5.00	24868.94	28443.35	2752.39	4038.44	0.731
5.50	27651.15	31176.98	3562.58	5379.00	0.546
6.00	30381.86	33943.64	4377.64	6649.35	0.447
6.50	33254.83	36982.64	4623.88	7465.67	0.425
7.00	35904.22	40014.87	5736.47	8407.06	0.404
7.50	38958.01	43304.75	6231.58	9330.52	0.387
8.00	40306.09	46594.12	5049.35	10048.63	0.559
8.50	41224.93	50104.07	3387.50	10536.92	0.802
9.00	44365.16	53605.65	3837.17	11089.97	0.787
9.50	46260.09	57149.76	4465.45	11689.69	0.870
10.00	49372.40	60657.32	3725.31	12258.30	0.881

Fuente: elaborada por autor.

Tabla 39. Chiclayo, Índice de Confiabilidad β de Cornell – (Registros sísmicos 7036,7039 y 7051), en el año 2019 del Hospital Regional de Lambayeque.

	mS	mR	sS	sR	β
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000
0.50	3325.76	5396.89	325.82	401.27	4.007
1.00	6663.62	7605.91	484.24	1128.02	0.768
1.50	9802.40	8323.78	697.48	1661.73	-0.820
2.00	13594.84	10388.82	1265.94	1727.80	-1.497
2.50	17382.62	12044.43	2278.75	1374.45	-2.006
3.00	21214.86	12997.36	3037.16	886.58	-2.597
3.50	24978.77	13760.11	3605.78	697.38	-3.055
4.00	28692.56	14714.74	3965.70	771.76	-3.460
4.50	32608.73	15916.75	4404.47	1357.34	-3.622
5.00	36625.15	17115.75	4876.92	1803.89	-3.752
5.50	40708.01	18352.80	5221.89	2182.32	-3.950

6.00	44834.41	19535.58	5470.94	2606.50	-4.175
6.50	49021.51	20852.14	5301.67	2964.86	-4.637
7.00	53086.30	22233.55	5836.69	3247.55	-4.619
7.50	57093.60	23559.23	6047.81	3542.84	-4.784
8.00	59704.52	25131.40	6904.41	3658.52	-4.425
8.50	64618.53	26780.94	4858.02	3847.99	-6.105
9.00	68451.48	28338.88	5285.04	3962.68	-6.072
9.50	72809.72	29938.78	5523.17	4255.01	-6.149
10.00	76412.22	31584.28	6027.94	4345.06	-6.033

Fuente: elaborada por el autor.

V. Curvas de demanda sísmica del análisis dinámico incremental.

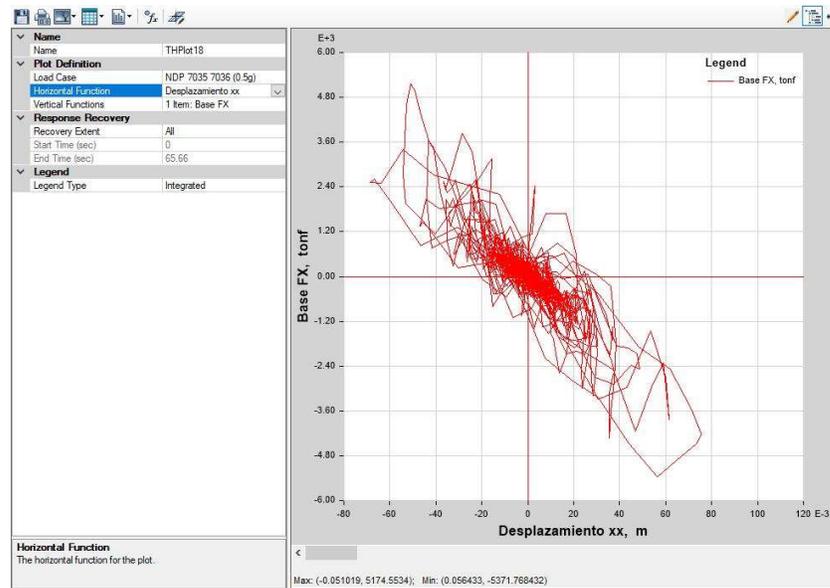


Figura 145. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

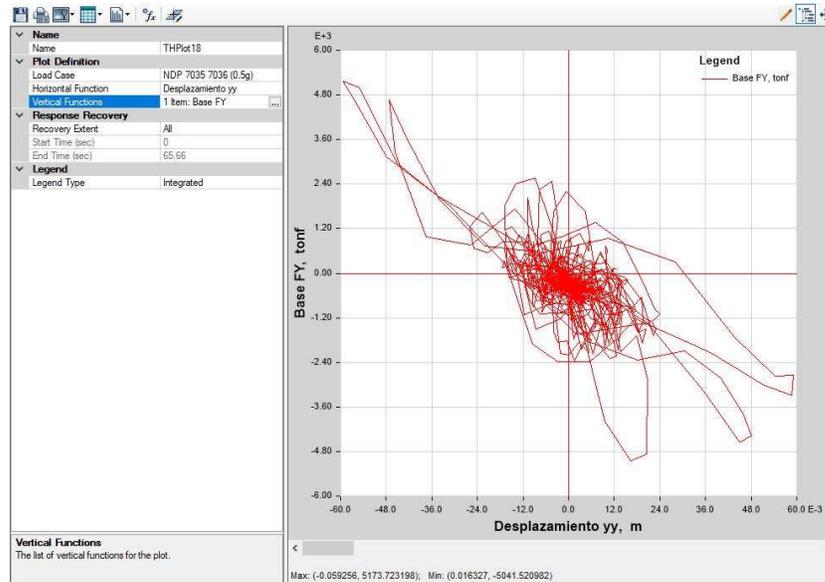


Figura 146. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

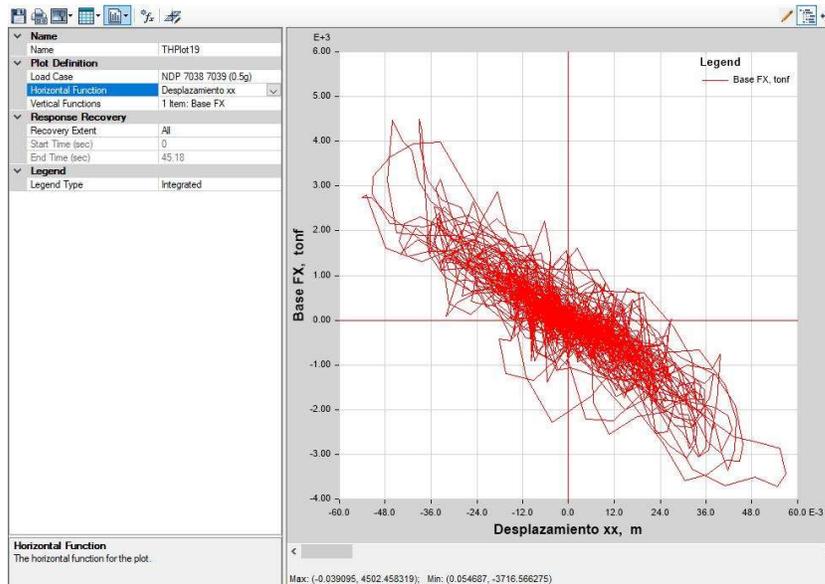


Figura 147. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

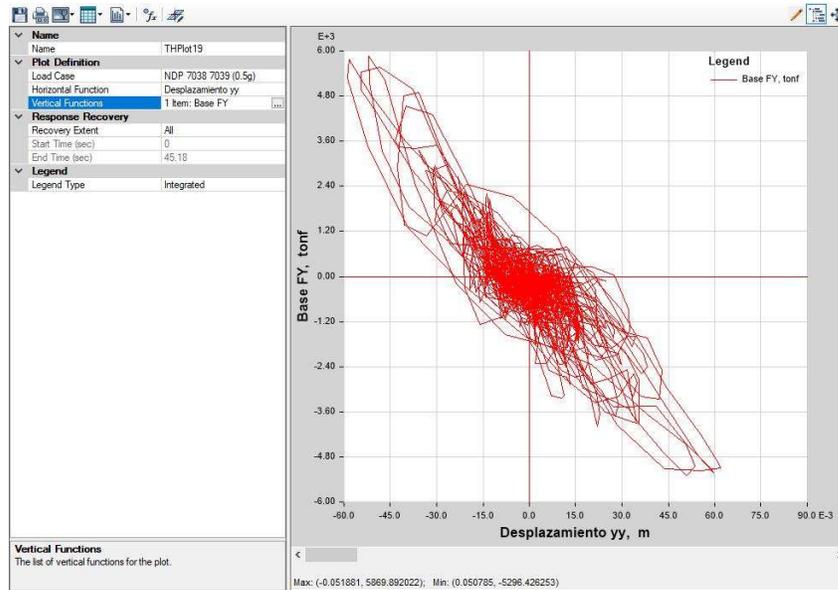


Figura 148 Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

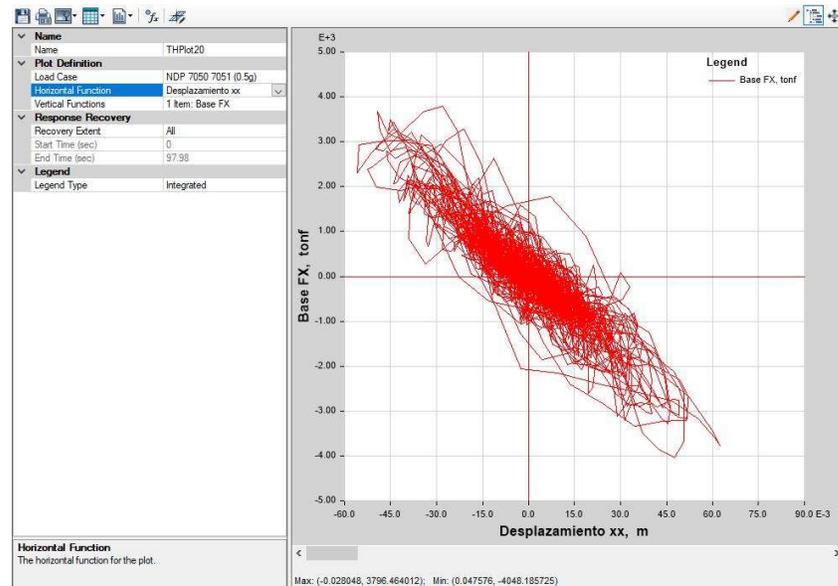


Figura 149. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

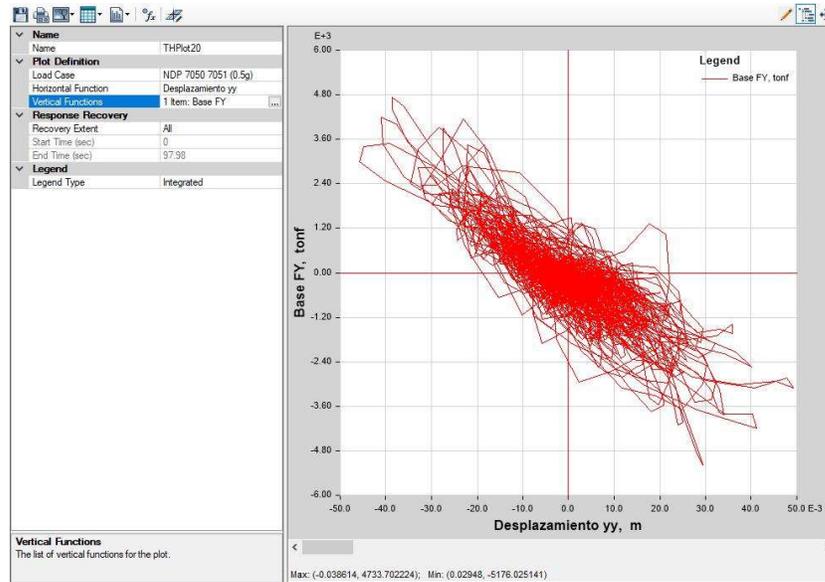


Figura 150. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

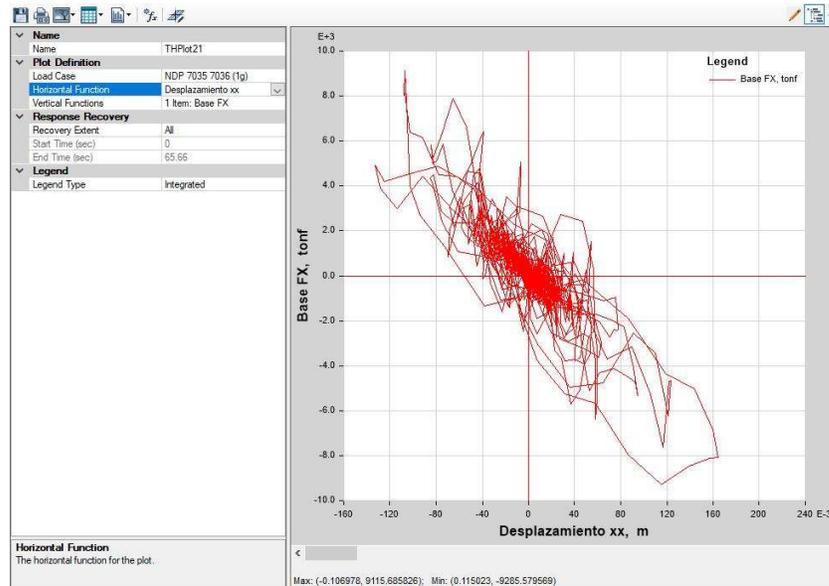


Figura 151. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

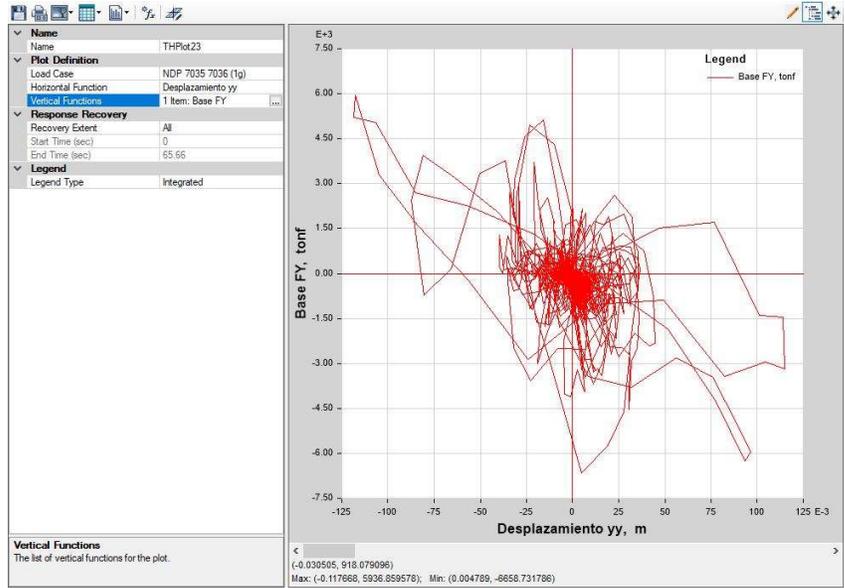


Figura 152. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

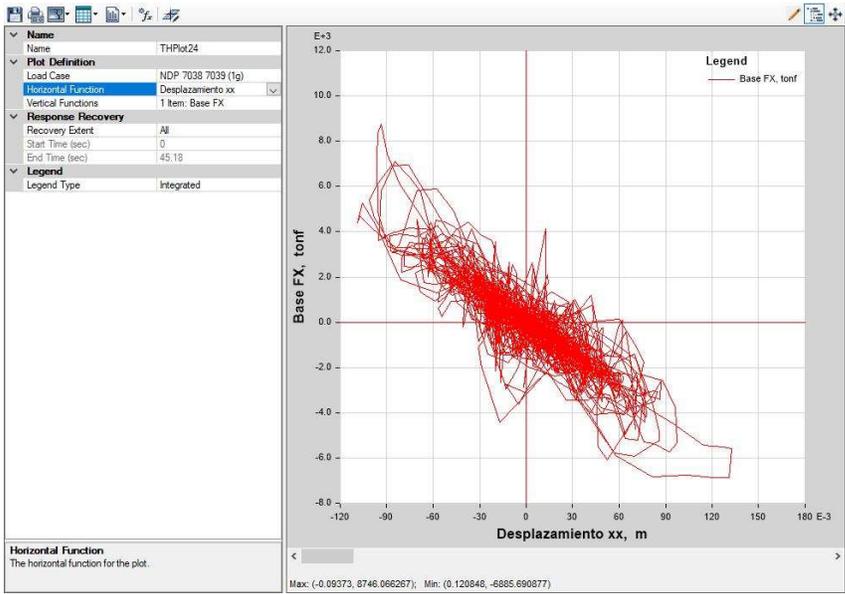


Figura 153. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

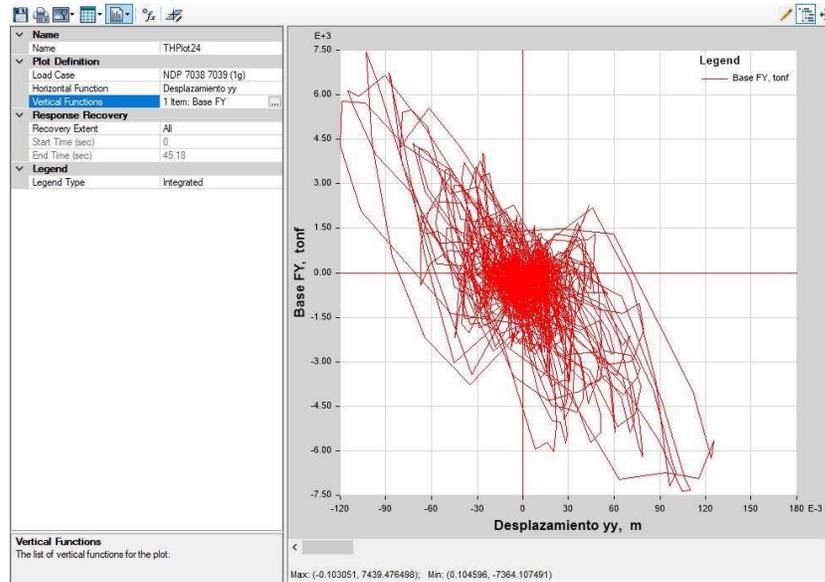


Figura 154. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

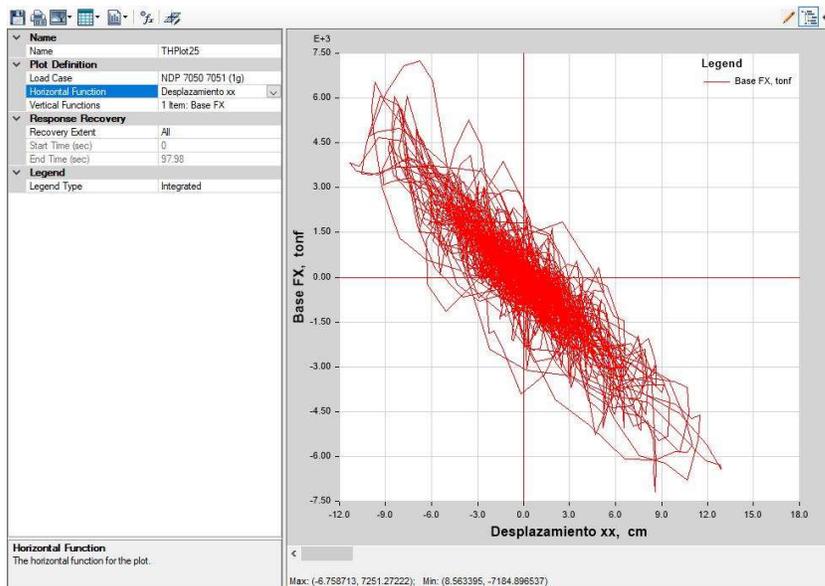


Figura 155. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

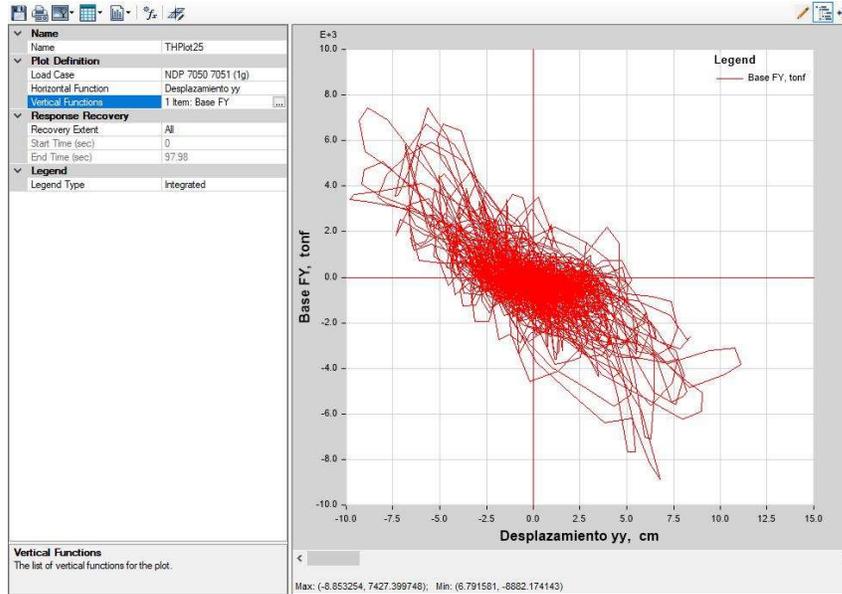


Figura 156. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

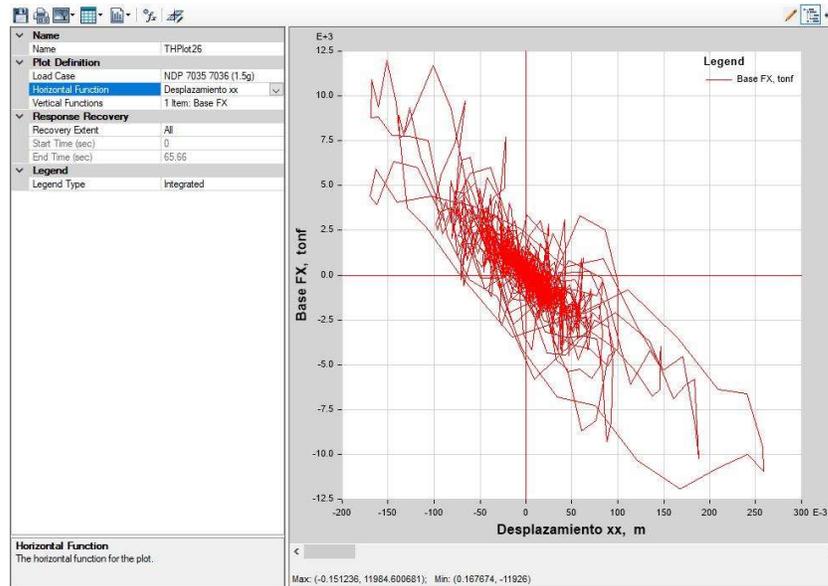


Figura 157. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

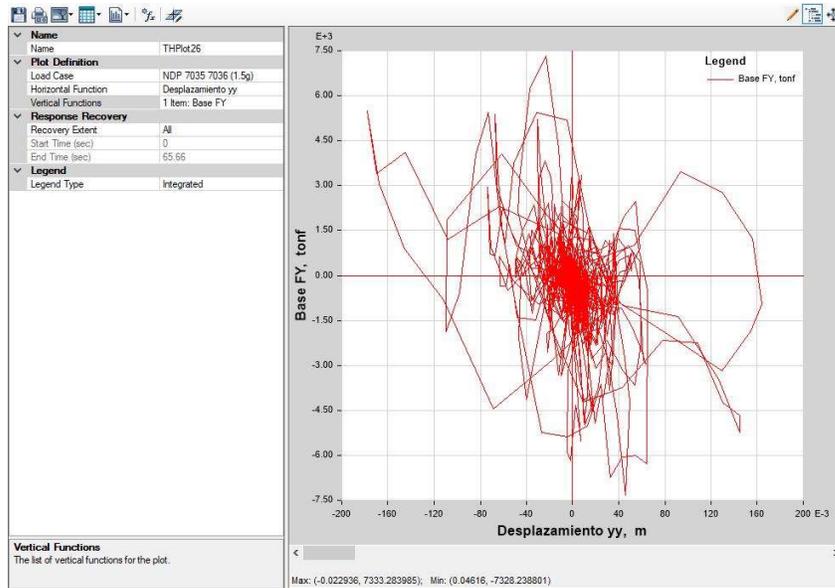


Figura 158. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

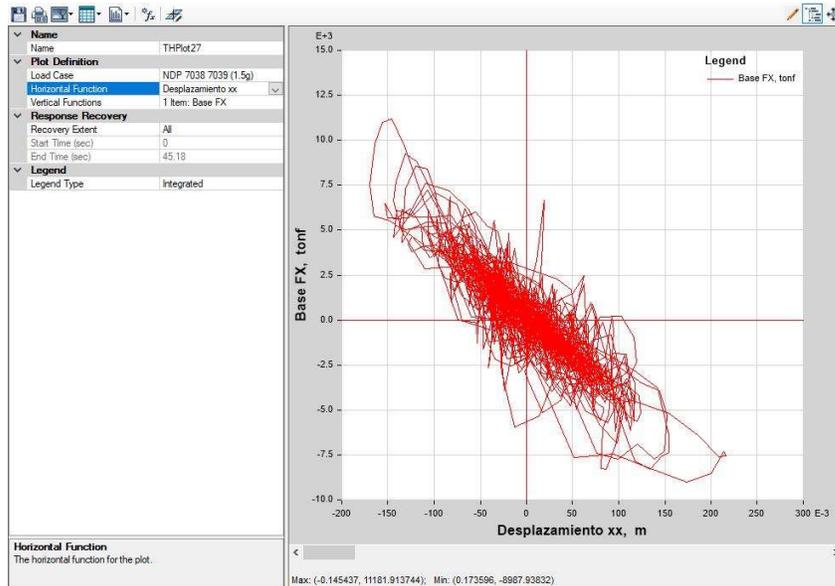


Figura 159. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

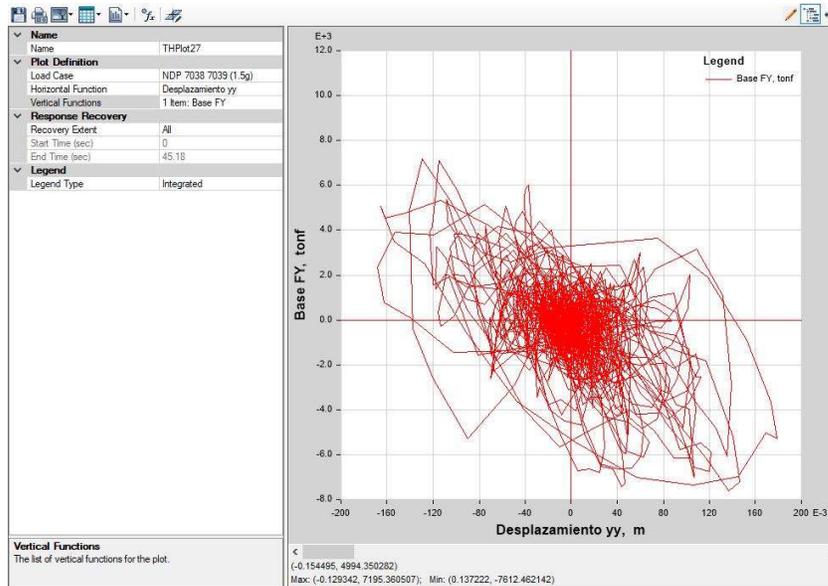


Figura 160. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

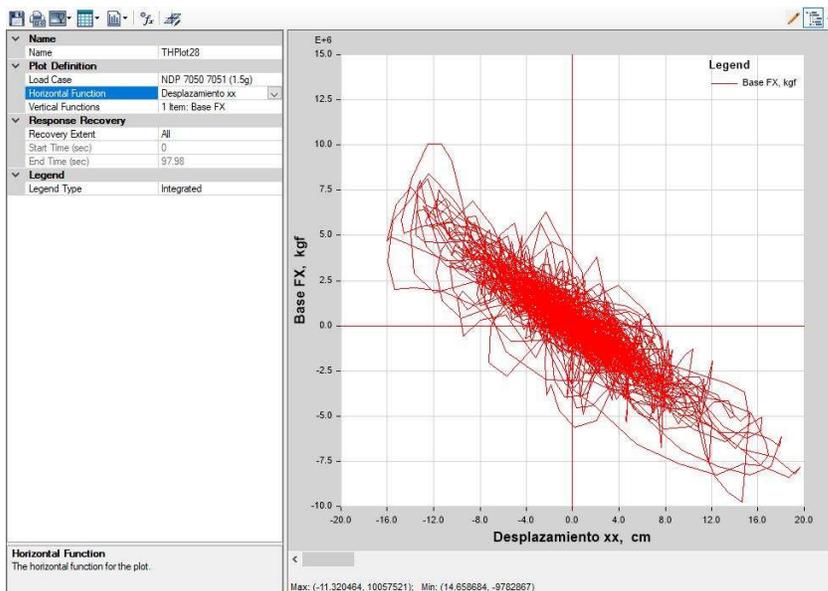


Figura 161. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

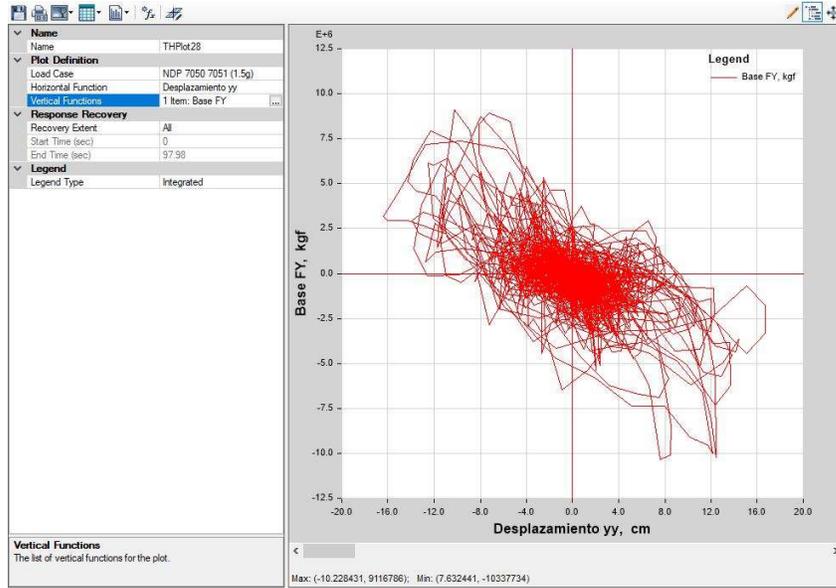


Figura 162. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

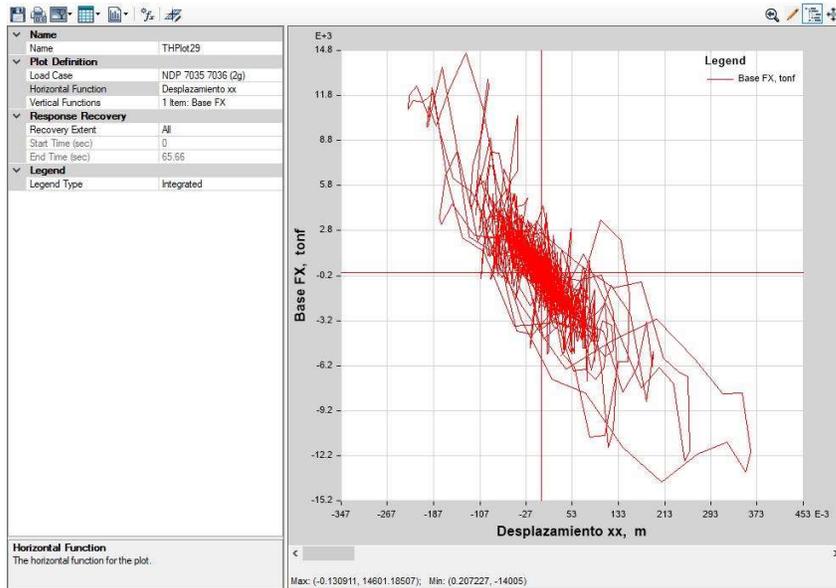


Figura 163. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

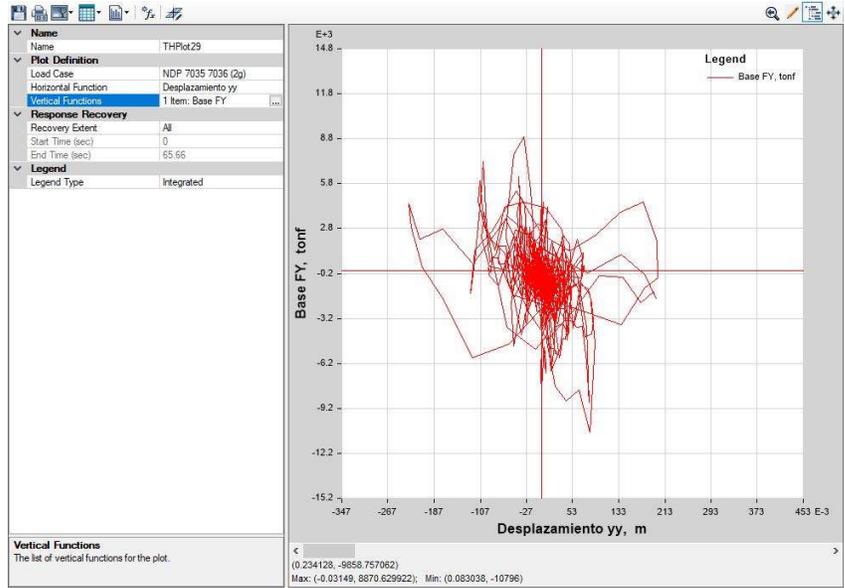


Figura 164. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

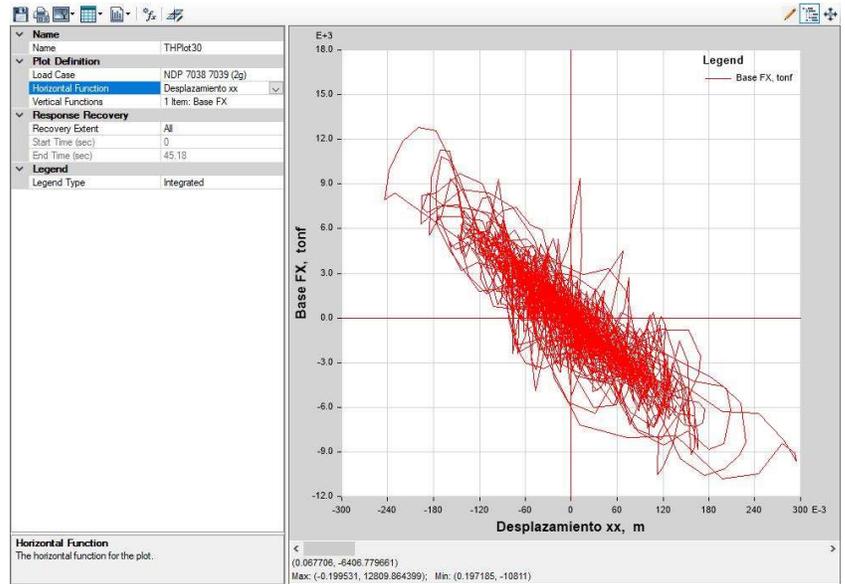


Figura 165. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

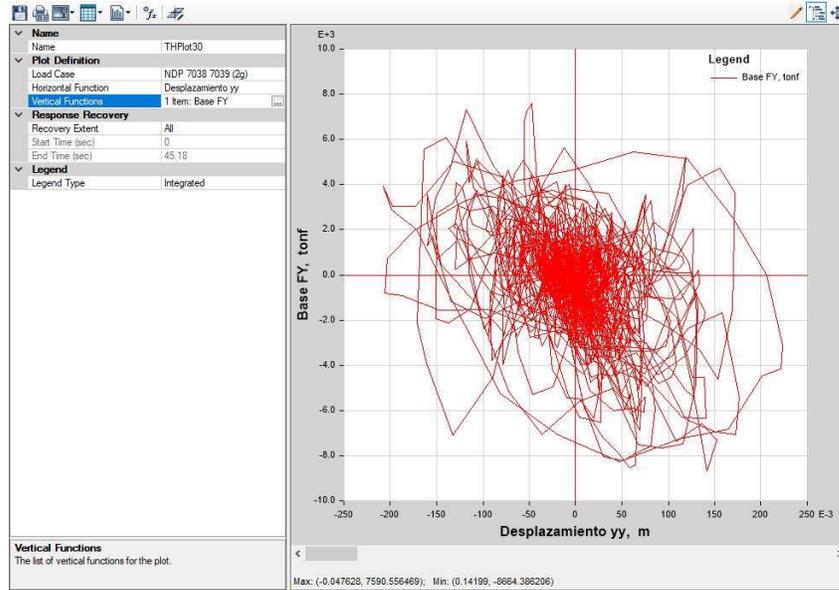


Figura 166. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

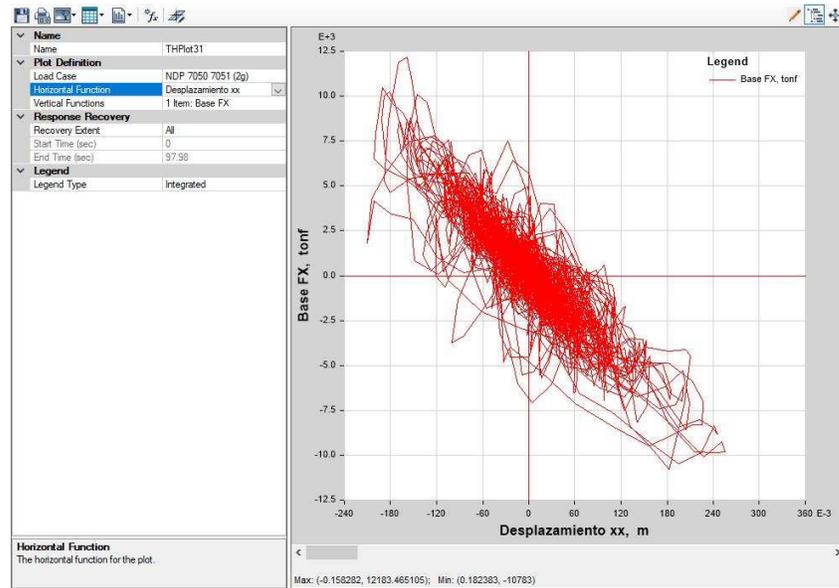


Figura 167. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

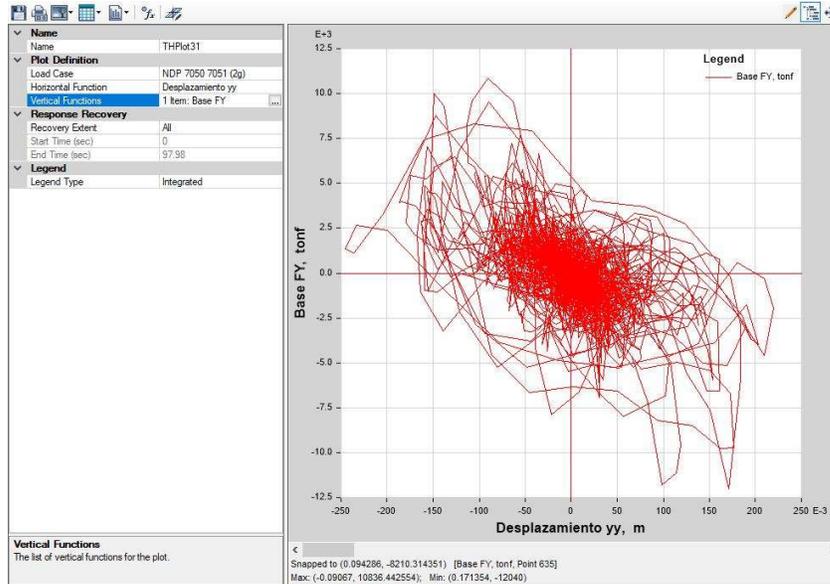


Figura 168. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

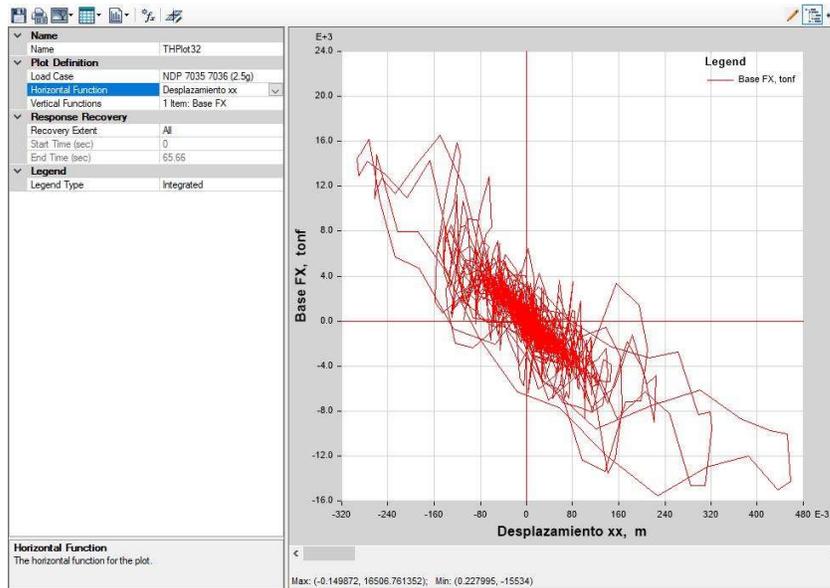


Figura 169. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

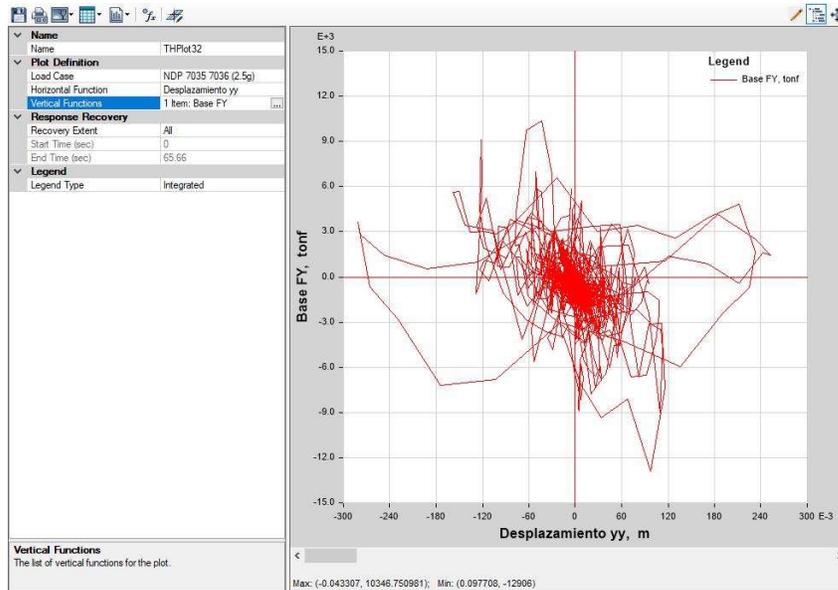


Figura 170. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

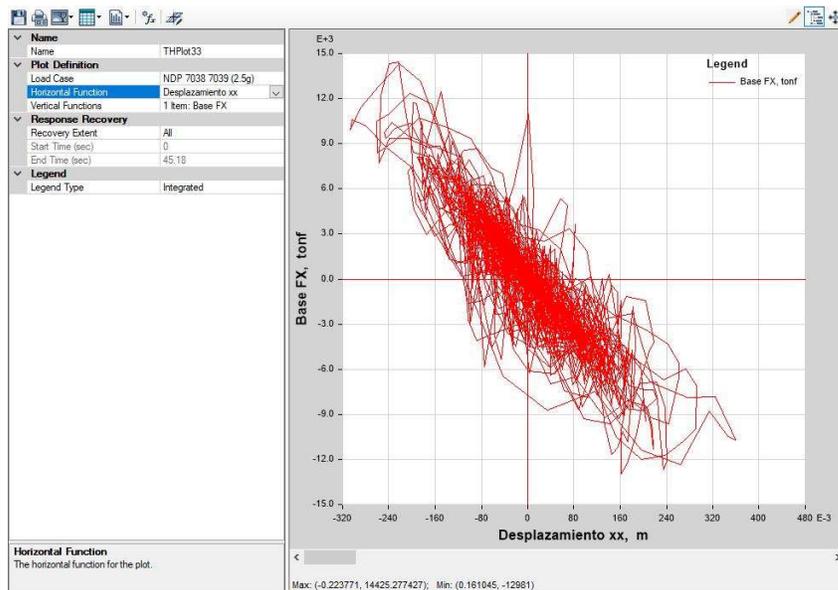


Figura 171. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

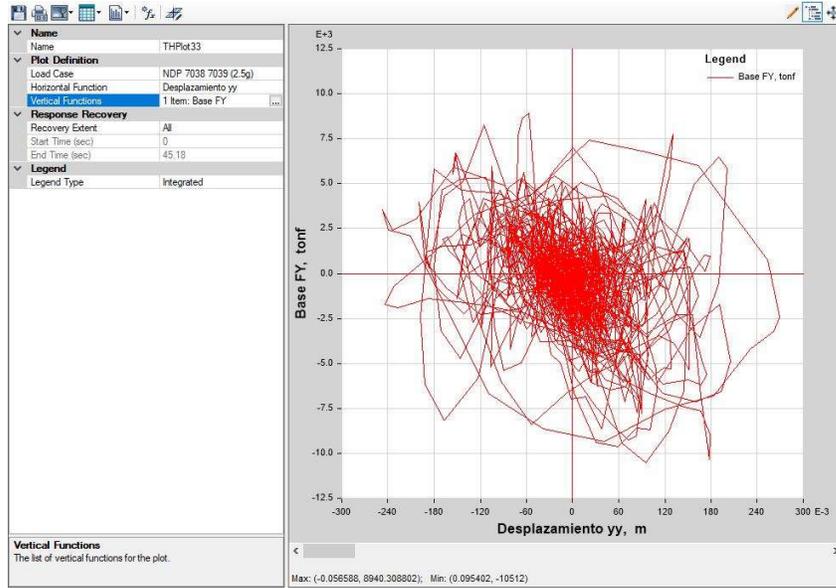


Figura 172. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

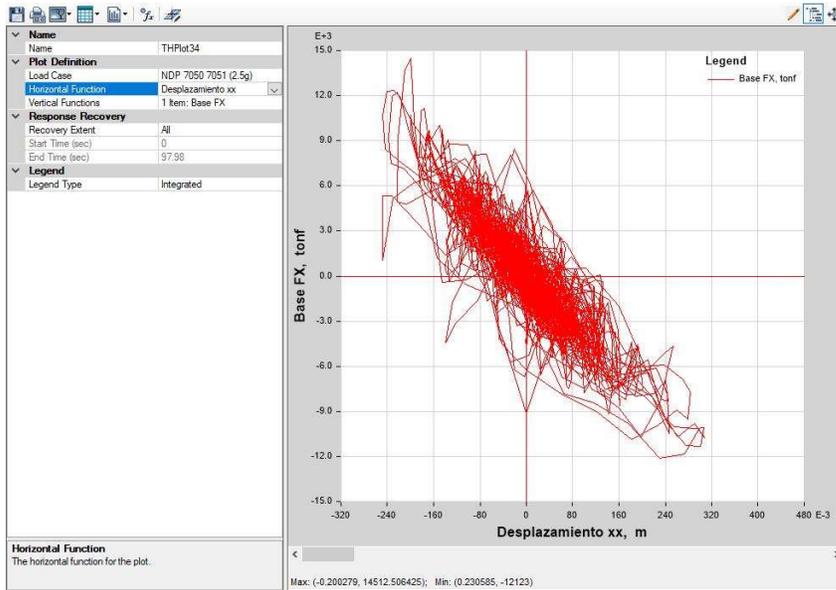


Figura 173. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

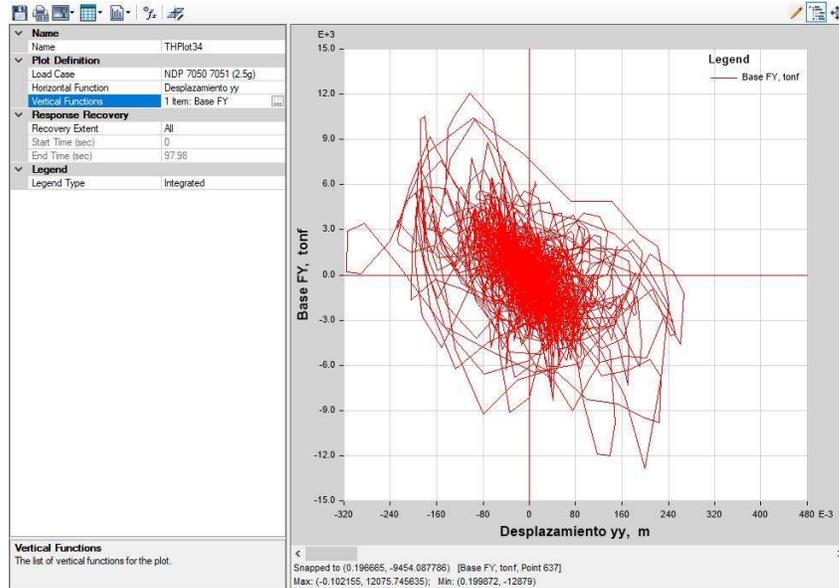


Figura 174. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

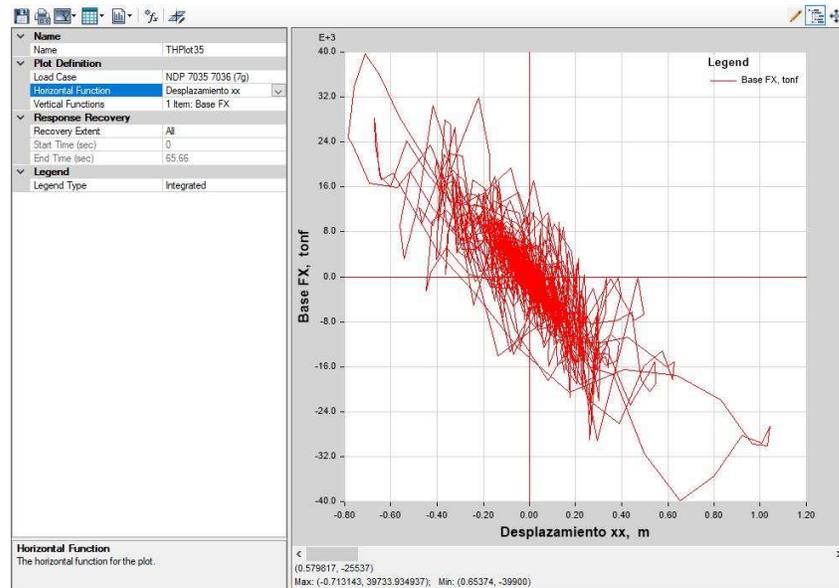


Figura 175. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

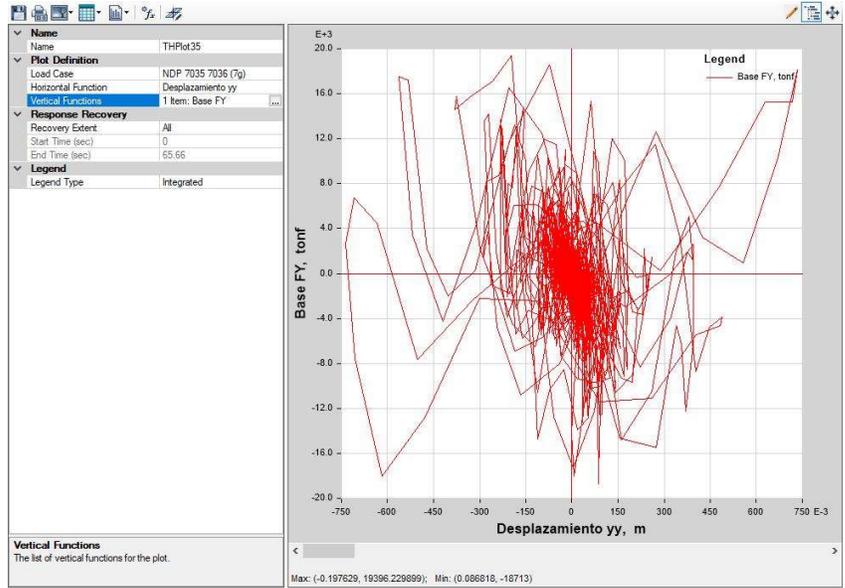


Figura 176. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

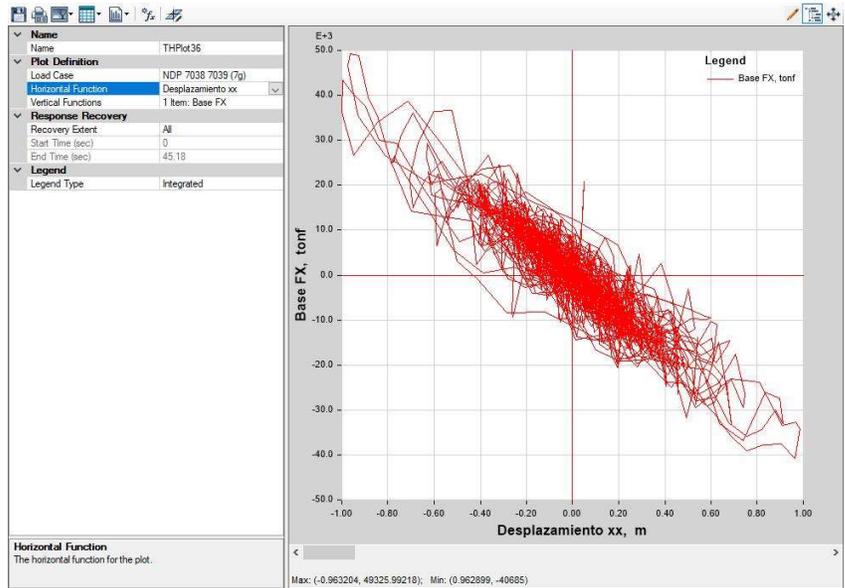


Figura 177. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

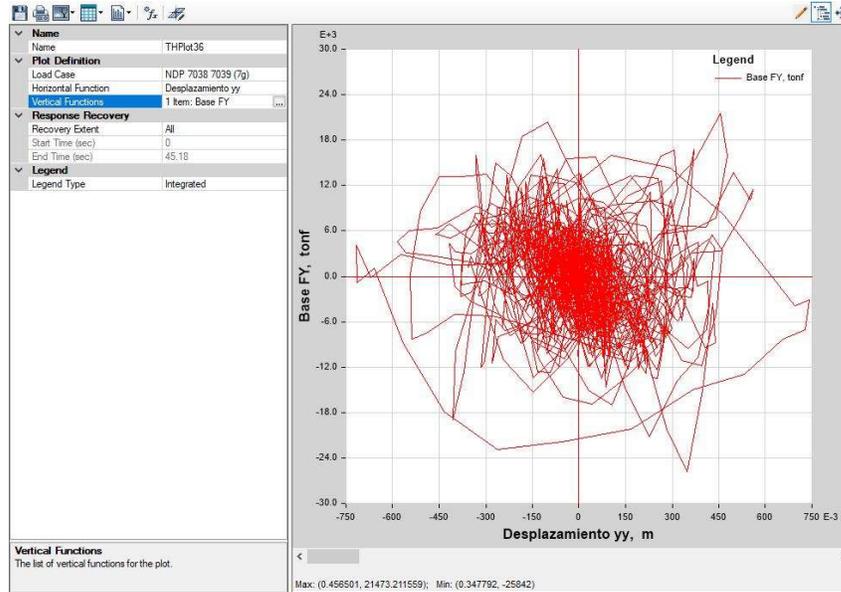


Figura 178. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

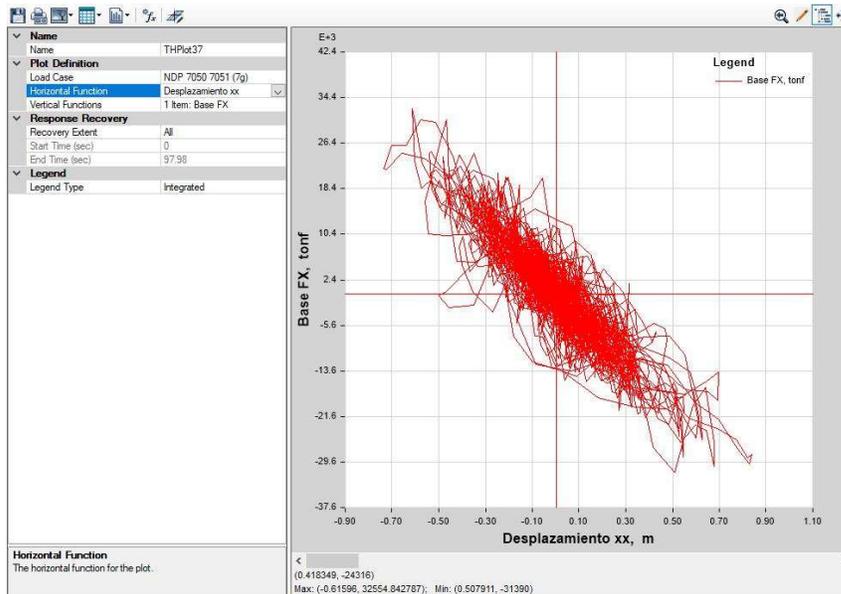


Figura 179. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

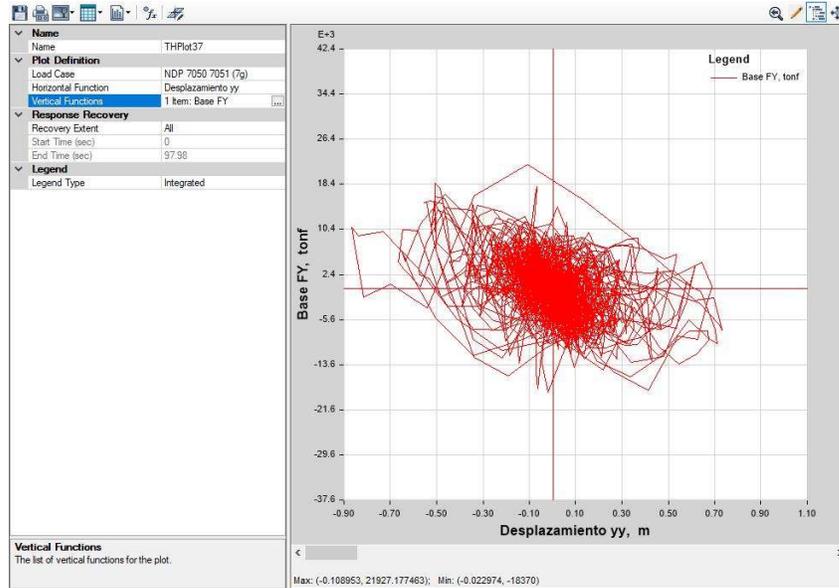


Figura 180. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7051 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

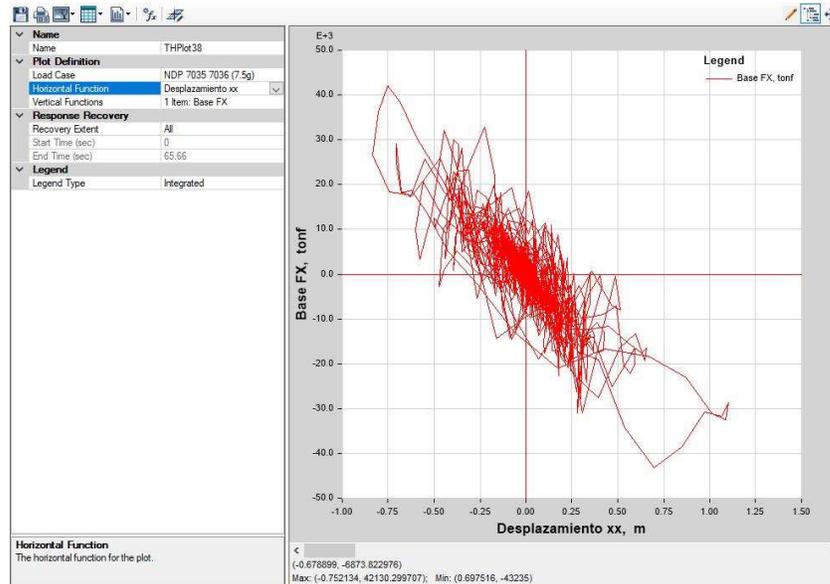


Figura 181. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7035 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

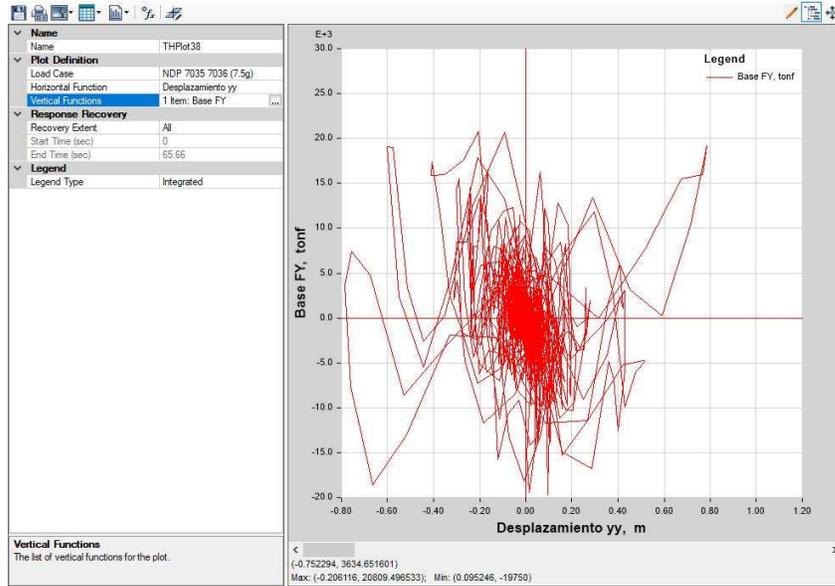


Figura 182. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7036 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

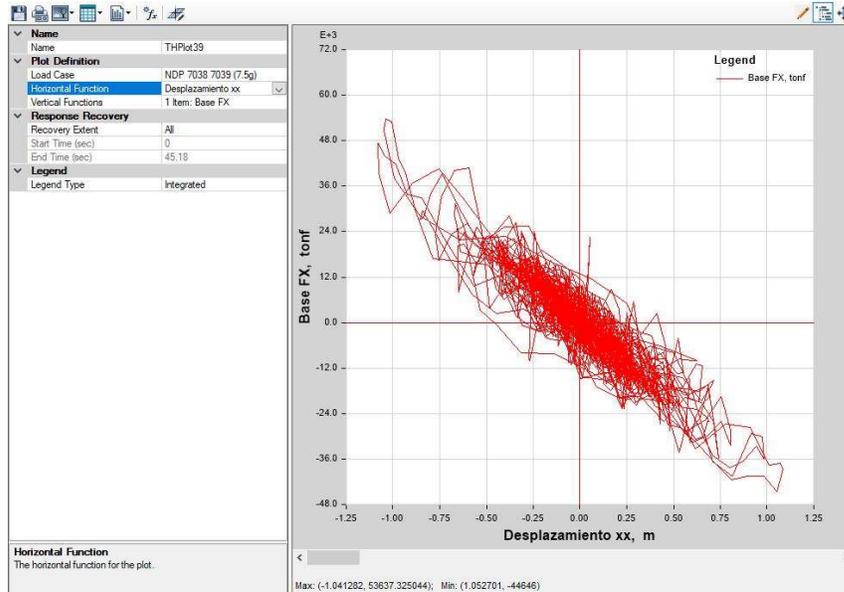


Figura 183. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7038 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

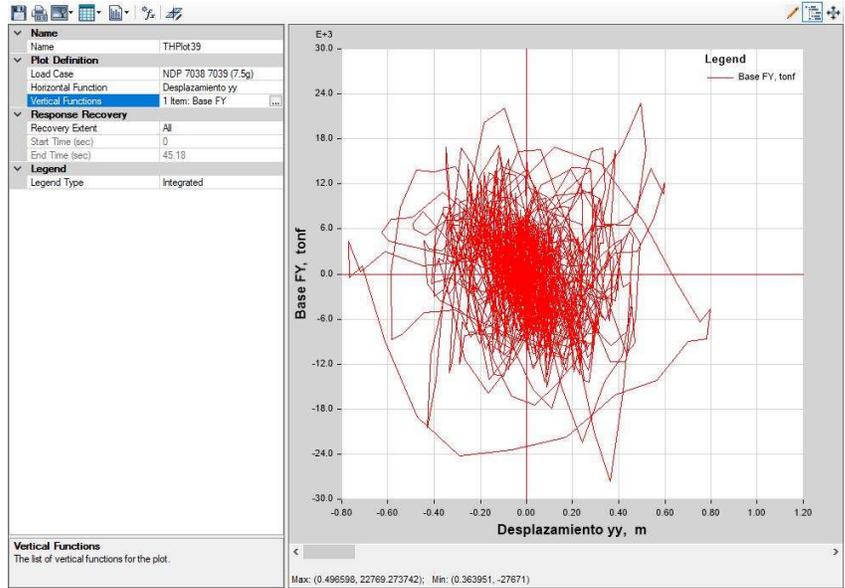


Figura 184. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7039 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

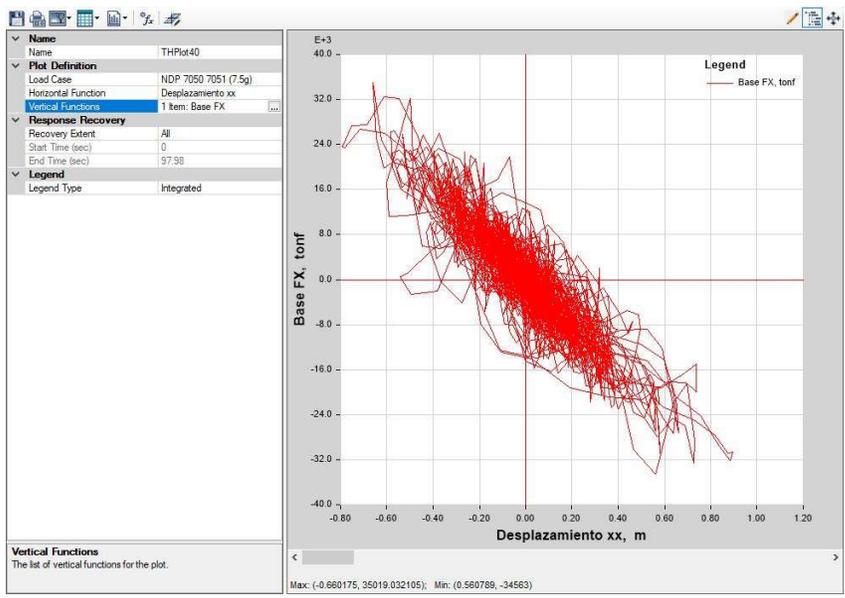


Figura 185. Curva de demanda sísmica (IDA – sismo 7050 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

VI. Desplazamientos máximos obtenidos por el análisis dinámico incremental.

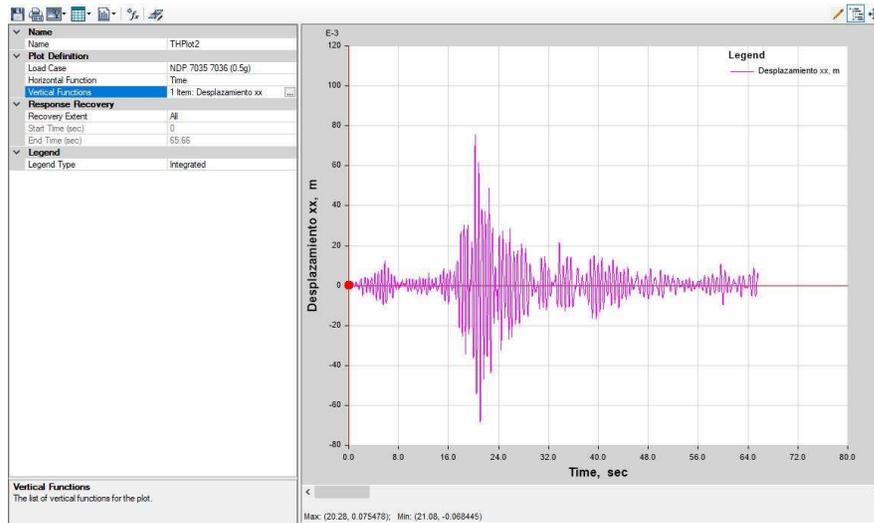


Figura 187. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7035 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

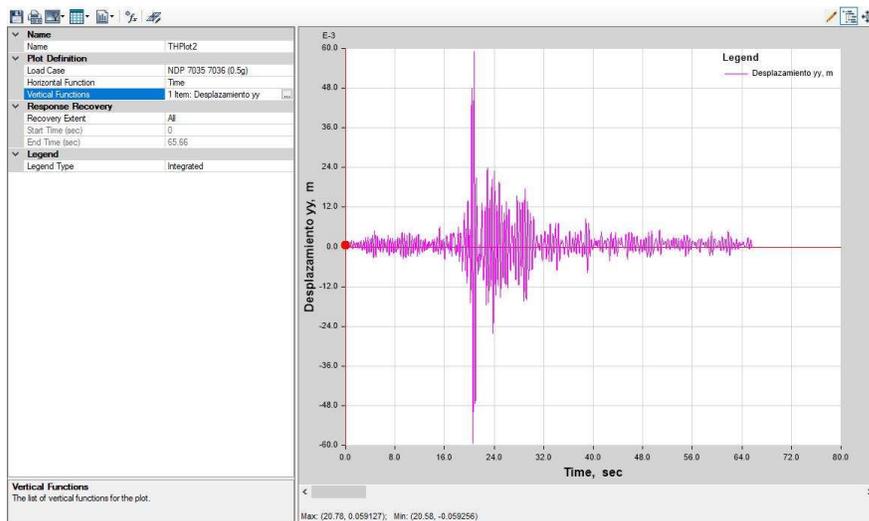


Figura 188. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7036 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

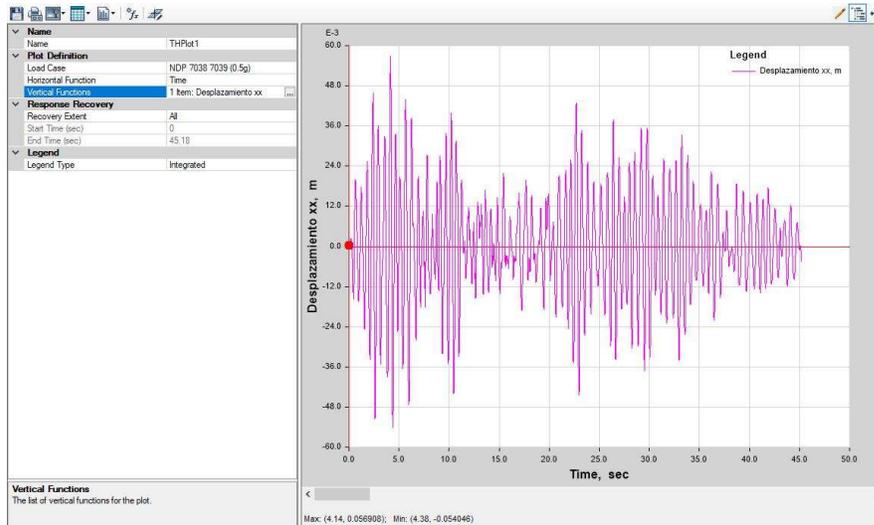


Figura 189. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7038 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

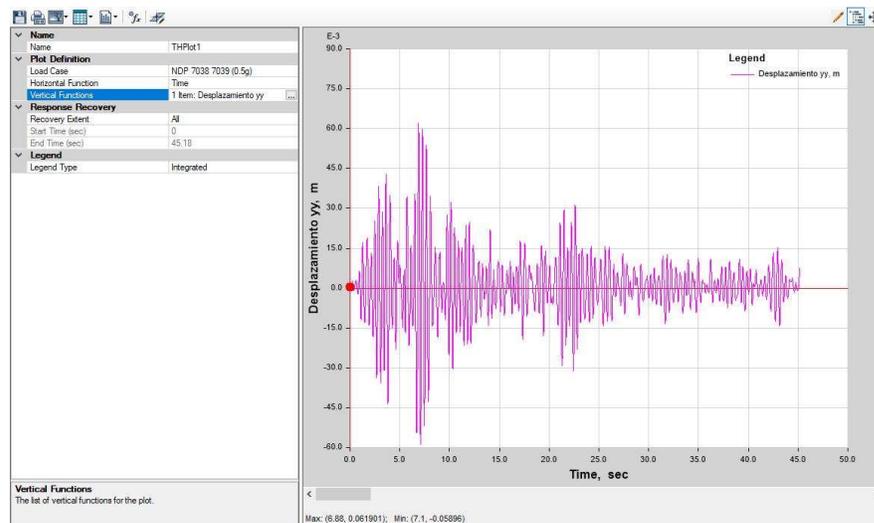


Figura 190. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7039 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

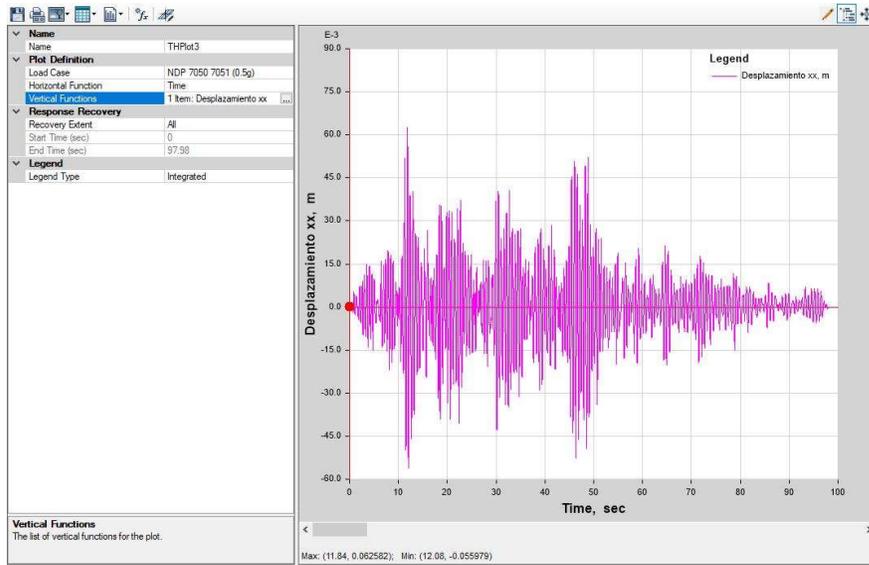


Figura 191. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7050 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

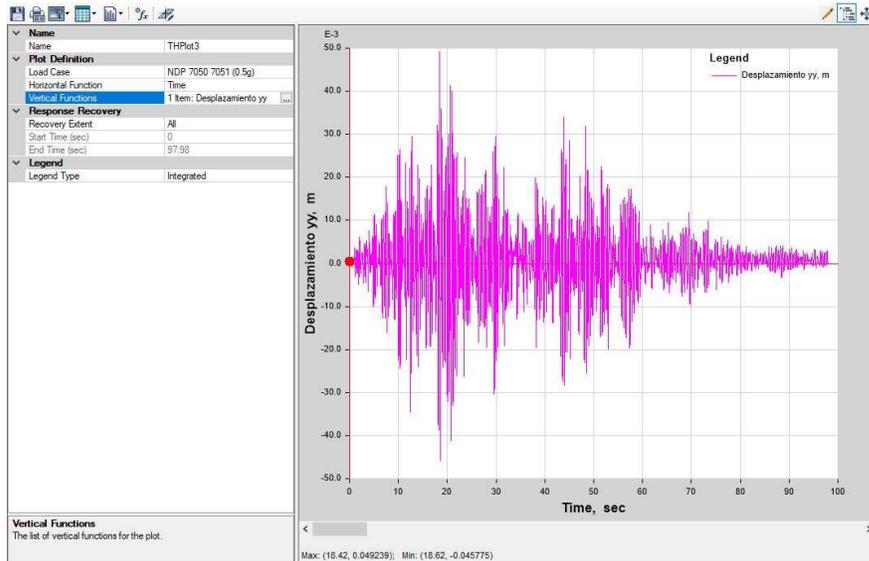


Figura 192. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7051 – 0.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

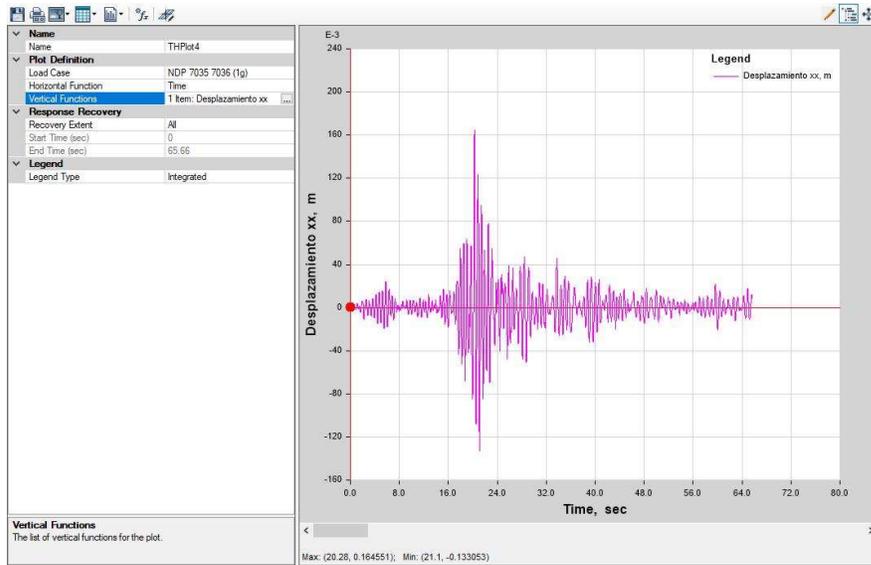


Figura 193. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7035 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

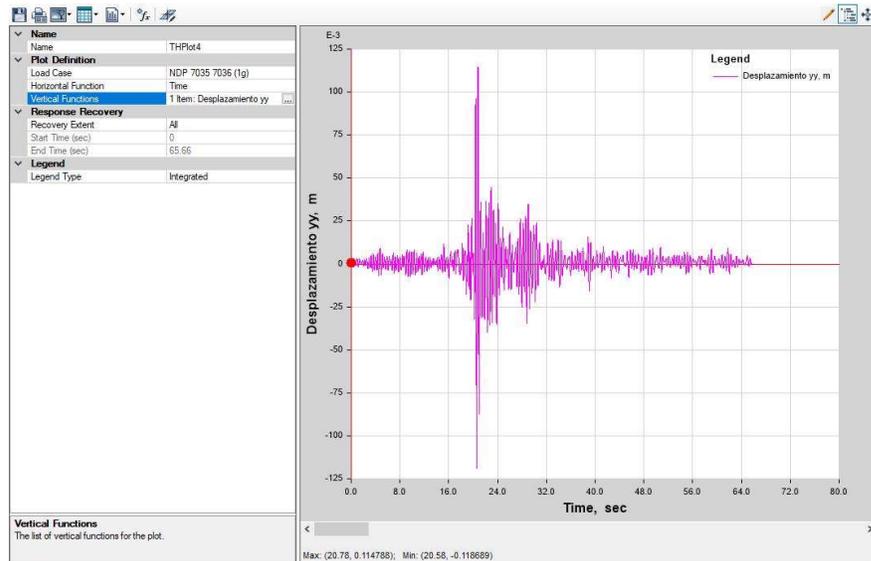


Figura 194. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7036 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

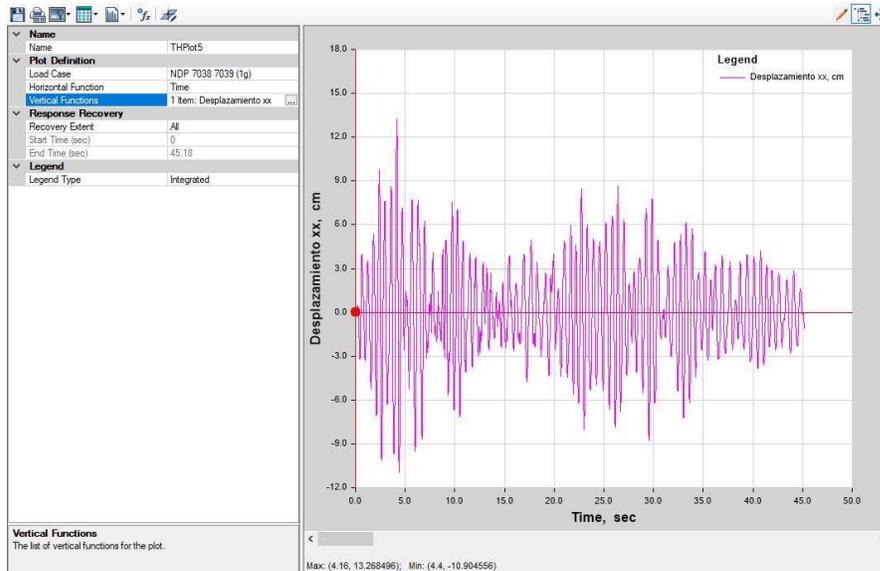


Figura 195. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7038 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

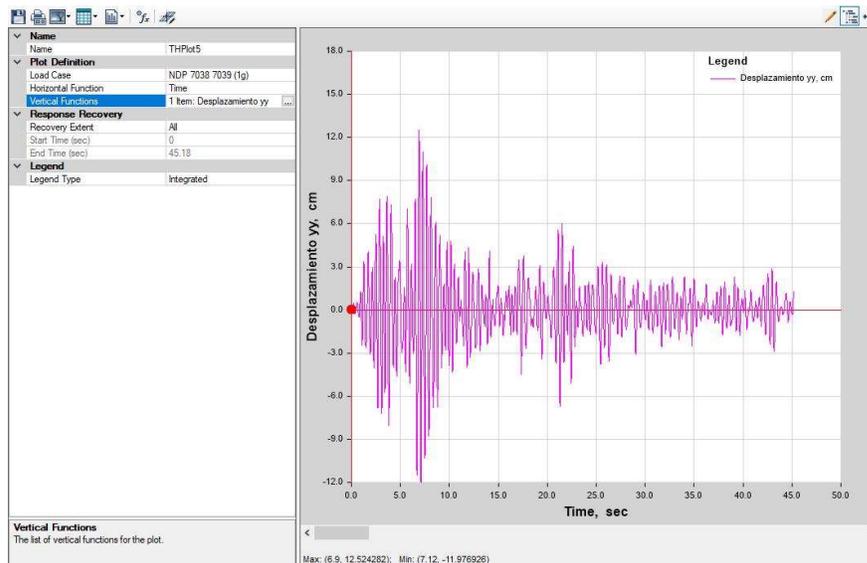


Figura 196. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7039 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

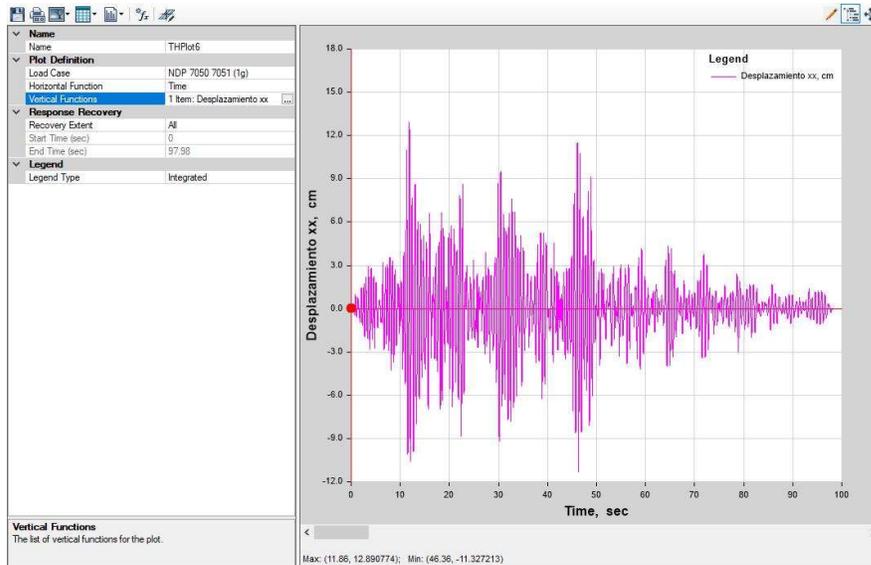


Figura 197. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7050 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

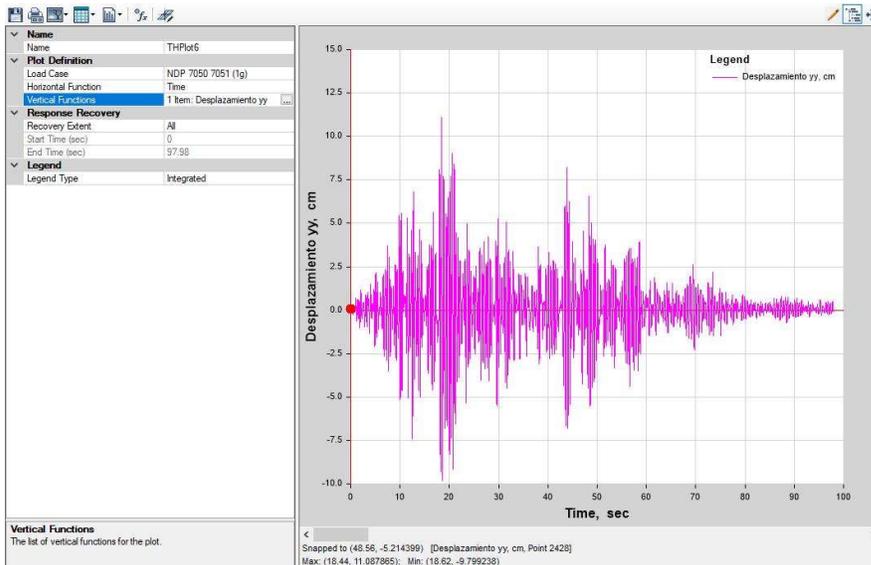


Figura 198. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7051 – 1g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

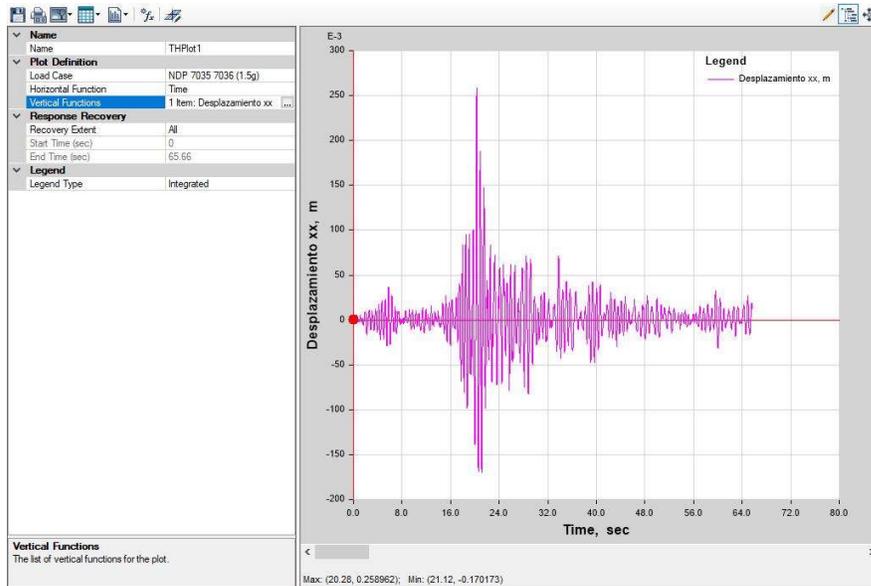


Figura 199. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7035 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

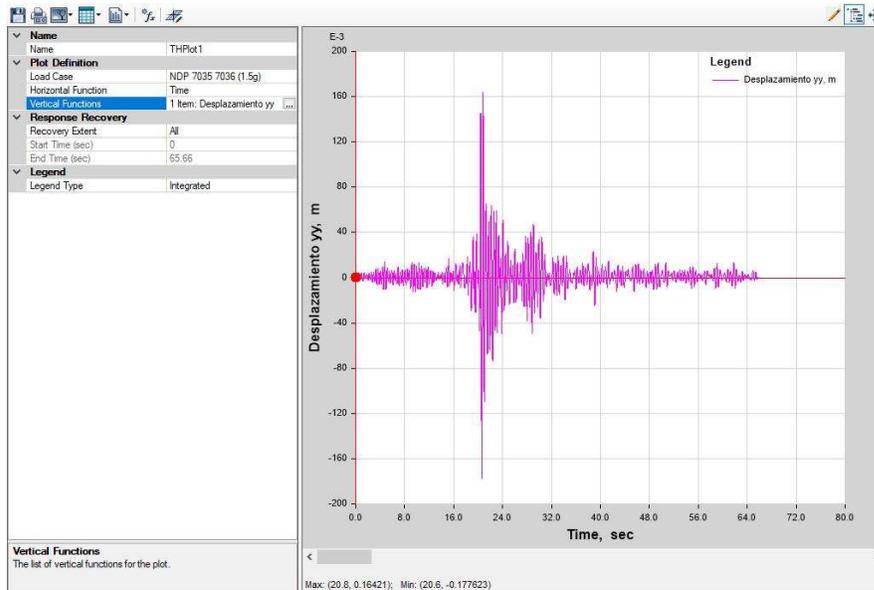


Figura 200. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7036 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

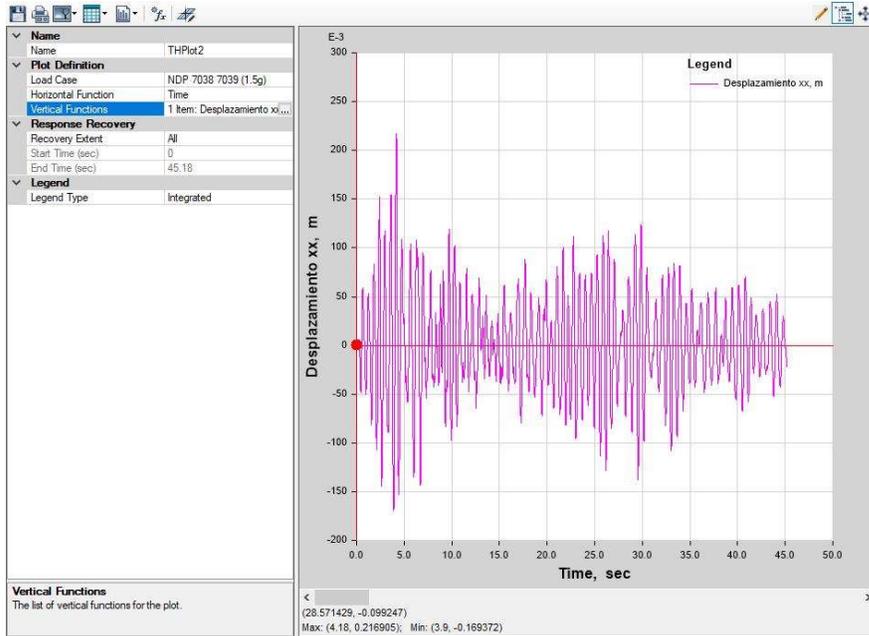


Figura 201. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7038 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

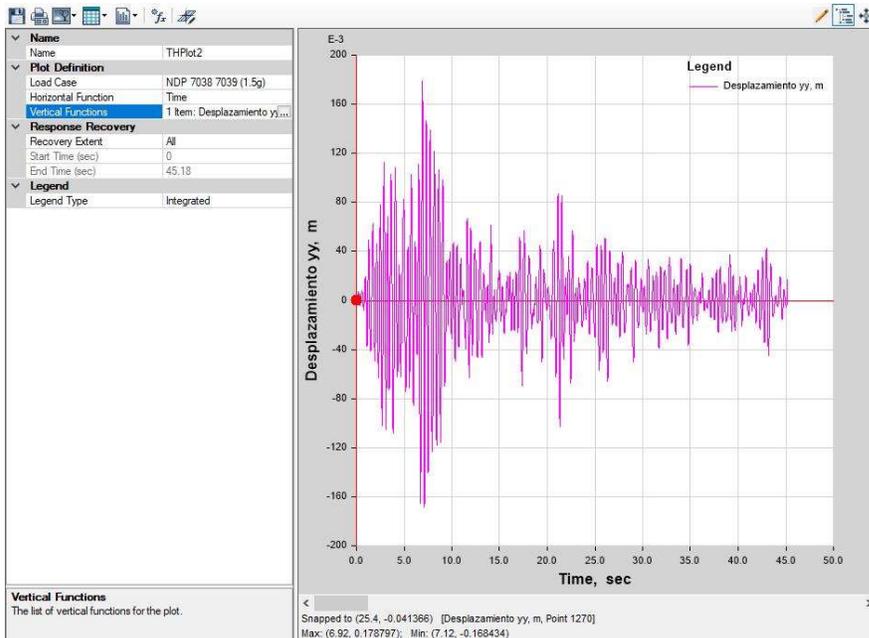


Figura 202. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7039 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

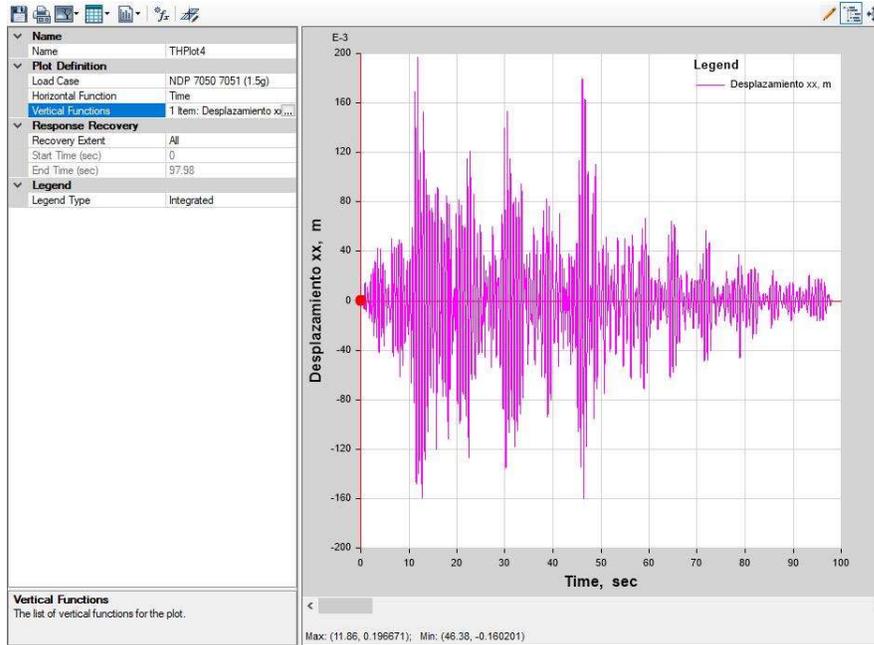


Figura 203. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7050 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

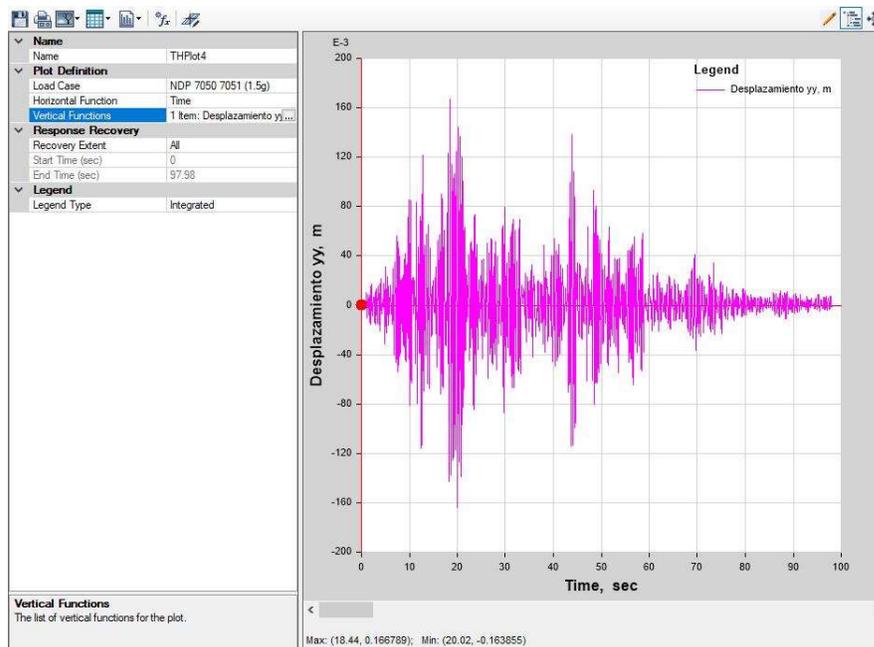


Figura 204. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7051 – 1.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

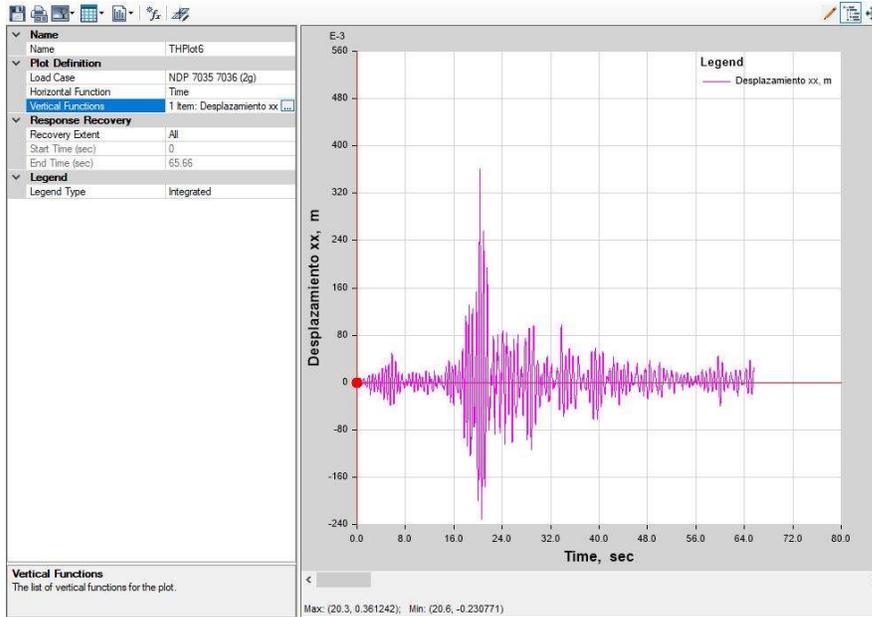


Figura 205. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7035 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

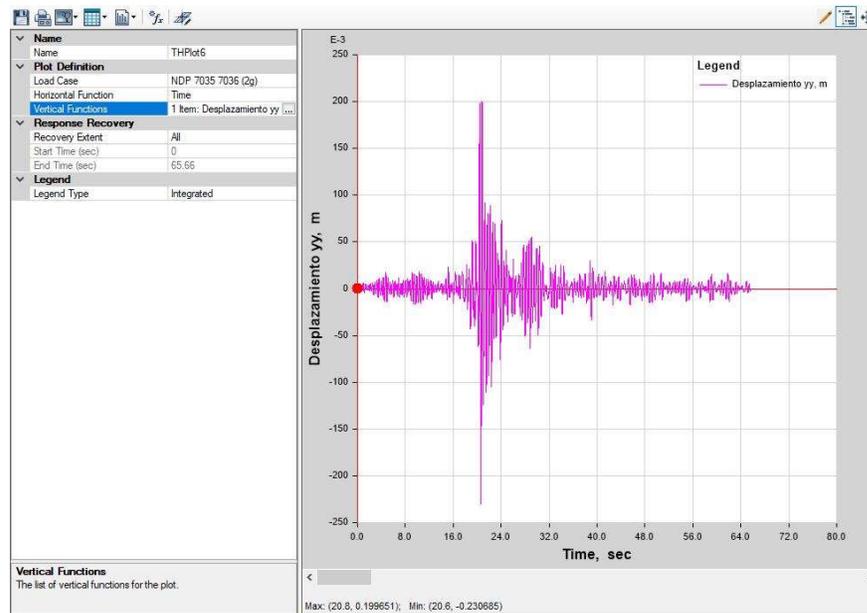


Figura 206. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7036 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

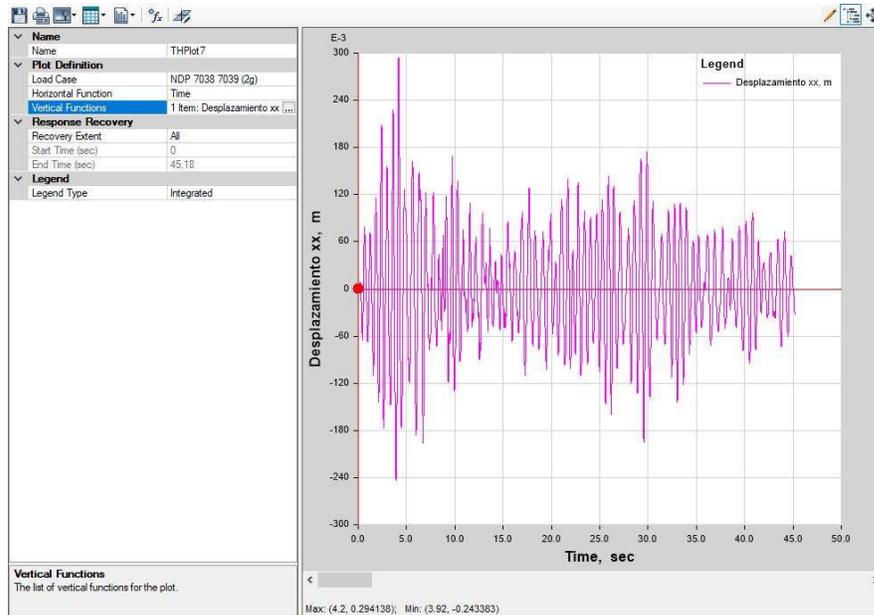


Figura 207. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7038 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

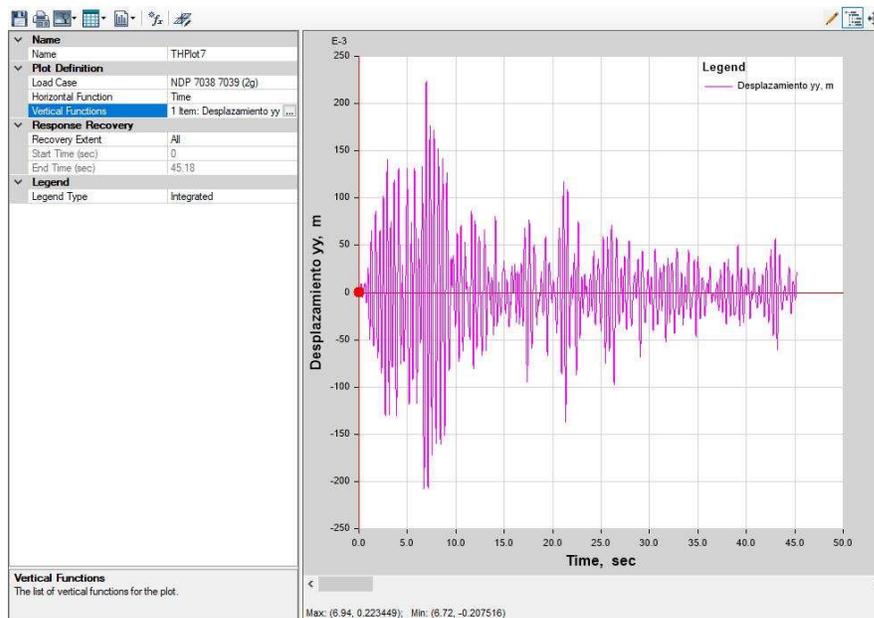


Figura 208. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7039 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

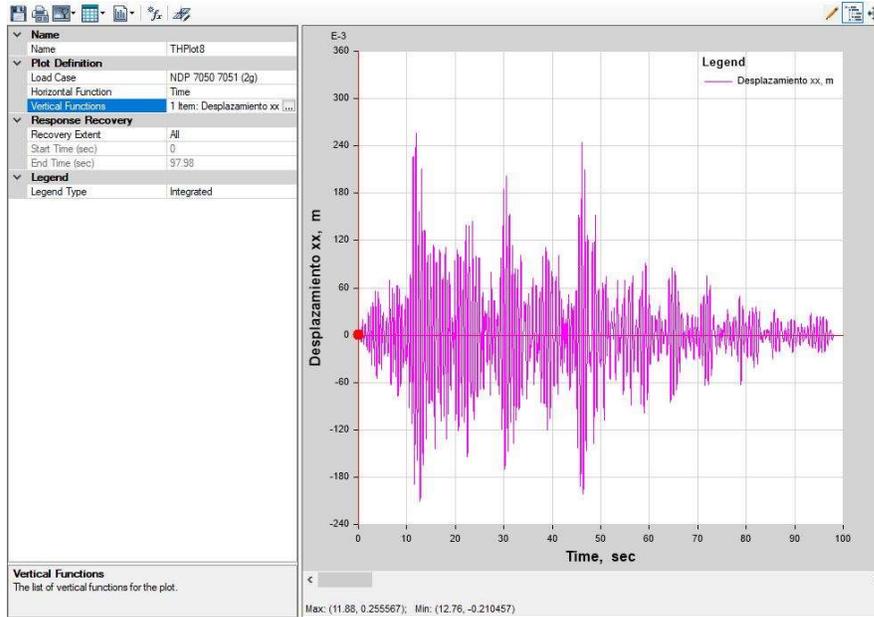


Figura 209. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7050 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

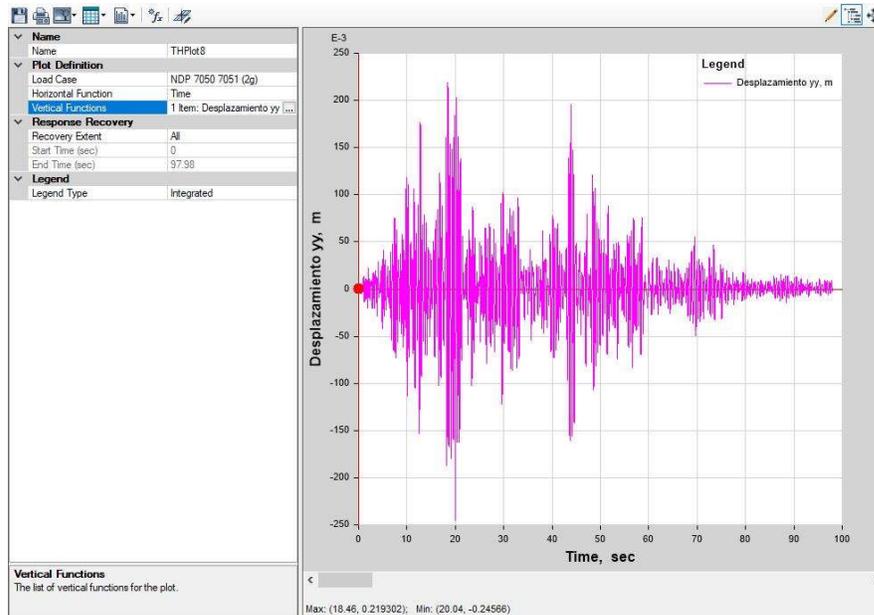


Figura 210. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7051 – 2g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

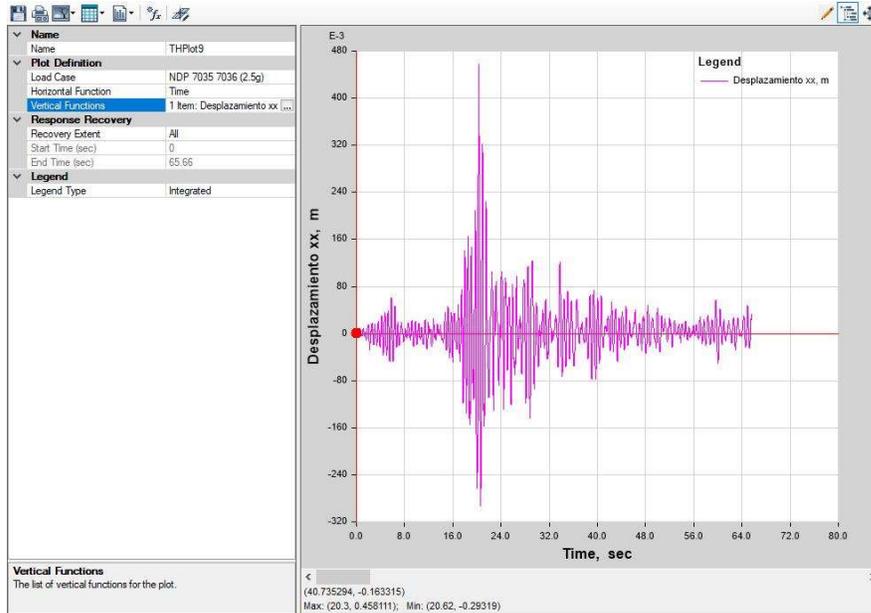


Figura 211. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7035 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

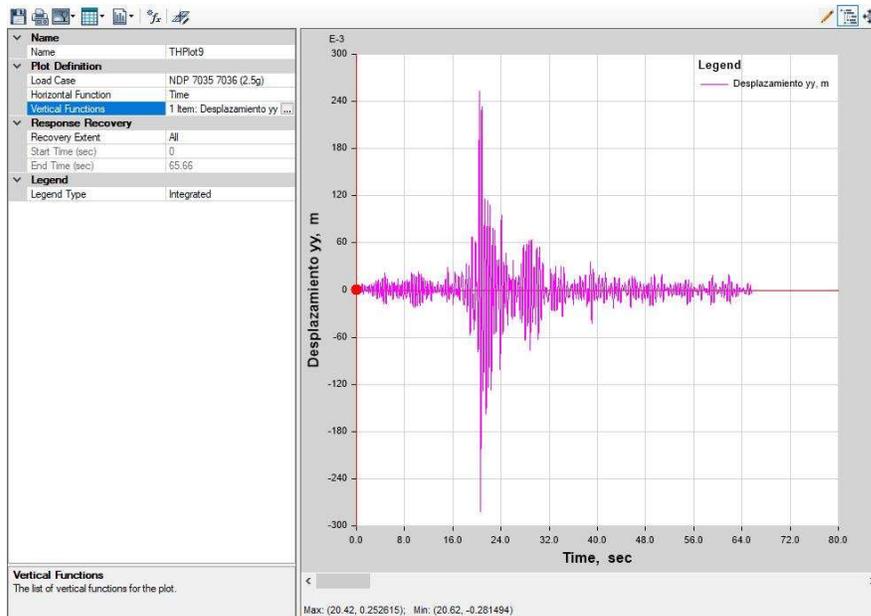


Figura 212. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7036 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

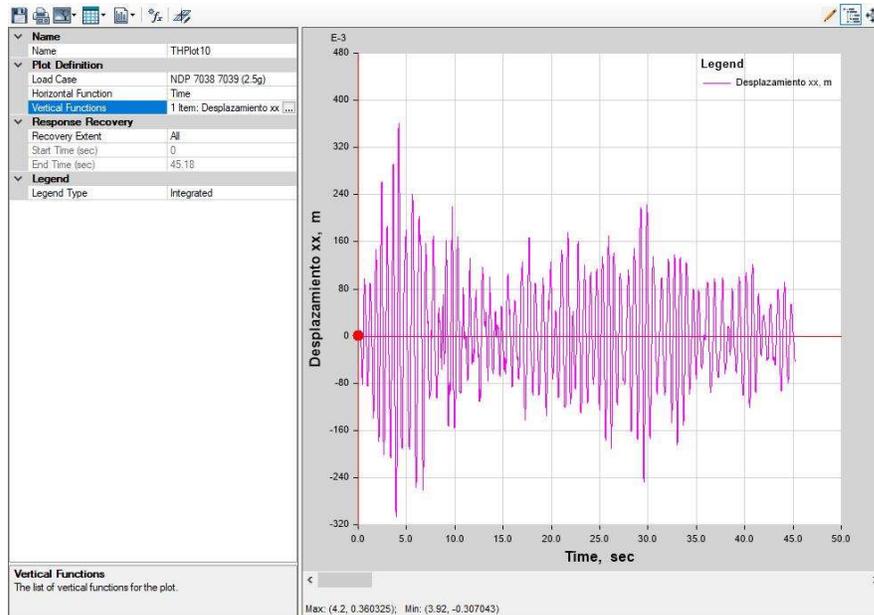


Figura 213. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7038 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

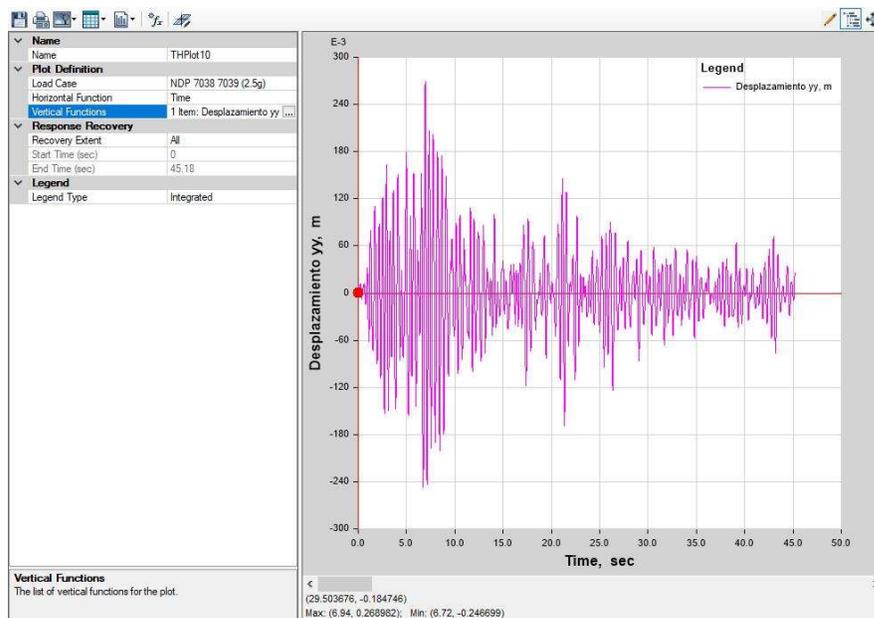


Figura 214. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7039 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

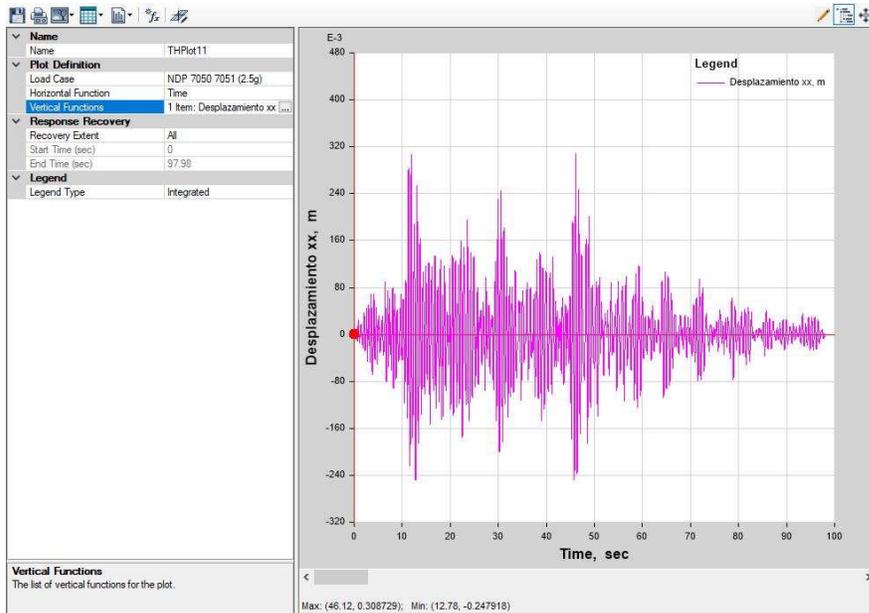


Figura 215. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7050 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

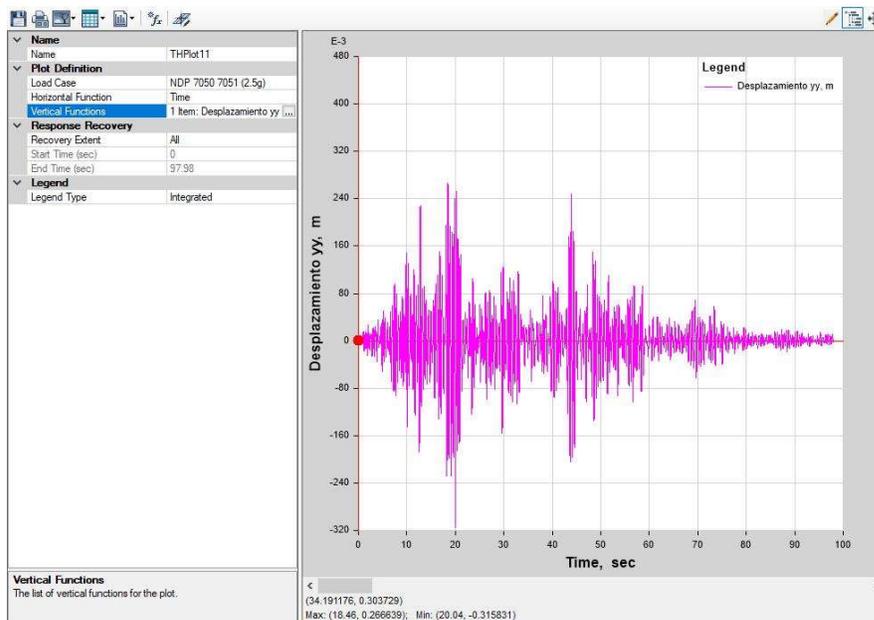


Figura 216. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7051 – 2.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

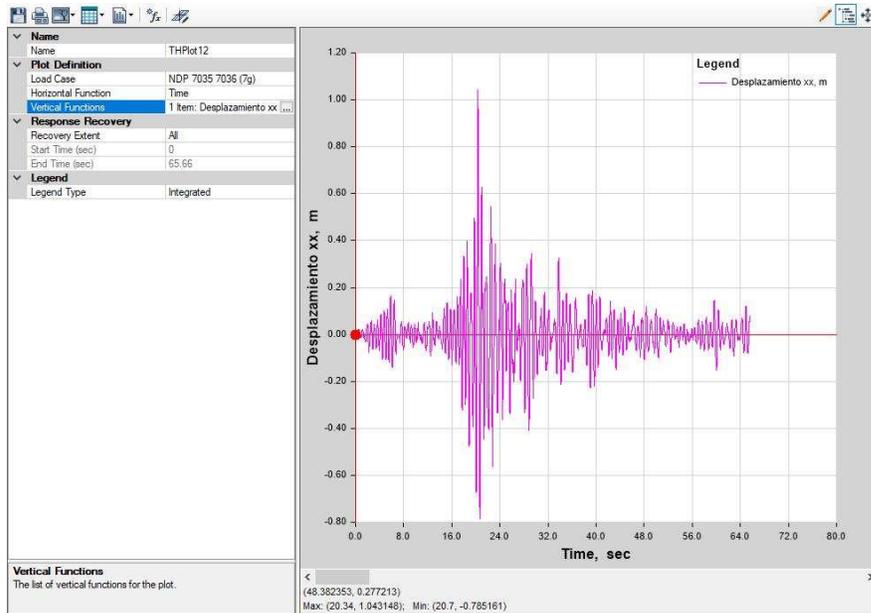


Figura 217. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7035 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

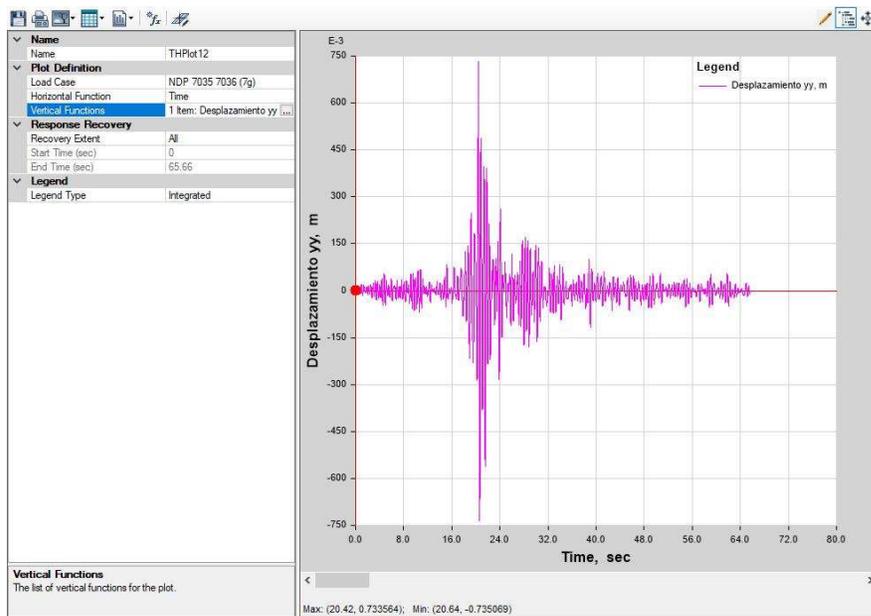


Figura 218. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7036 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

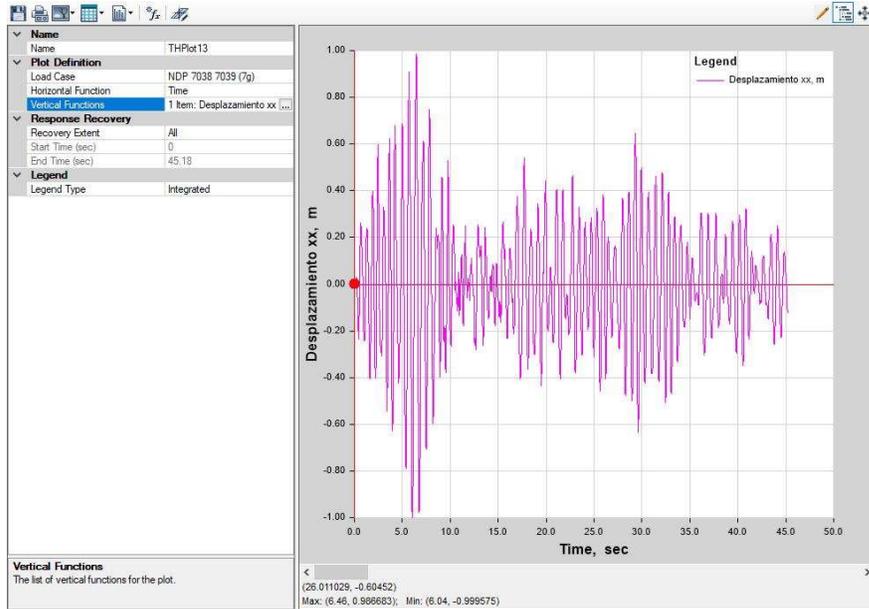


Figura 219. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7038 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

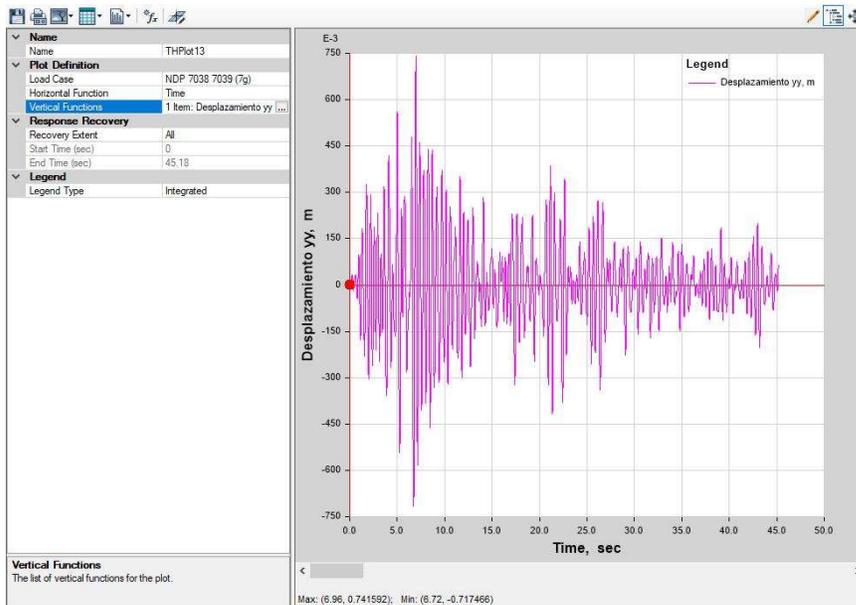


Figura 220. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7039 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

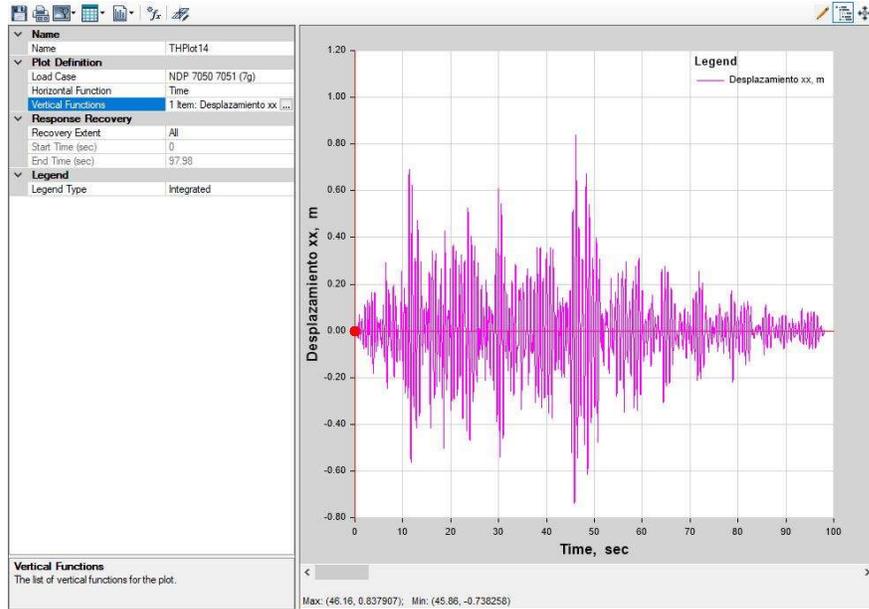


Figura 221. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7050 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

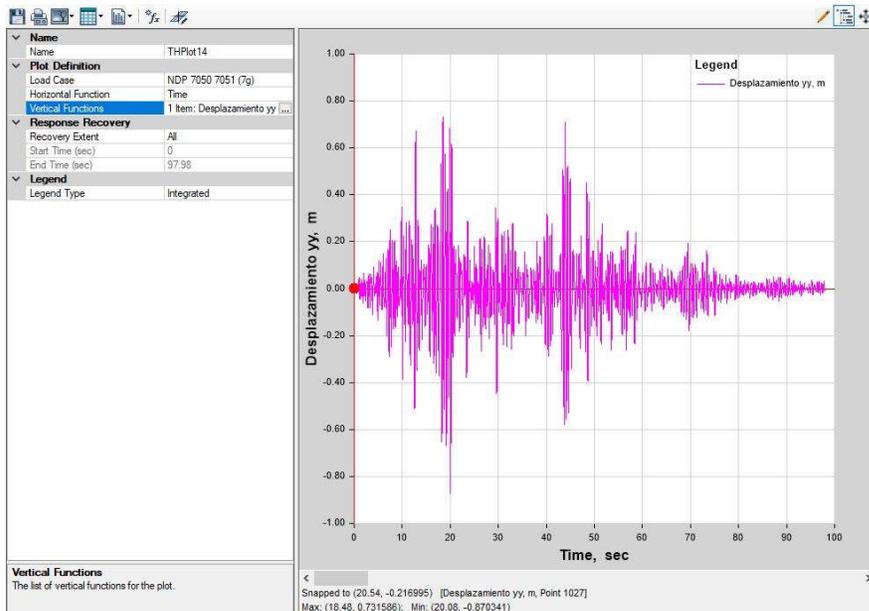


Figura 222. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7051 – 7g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

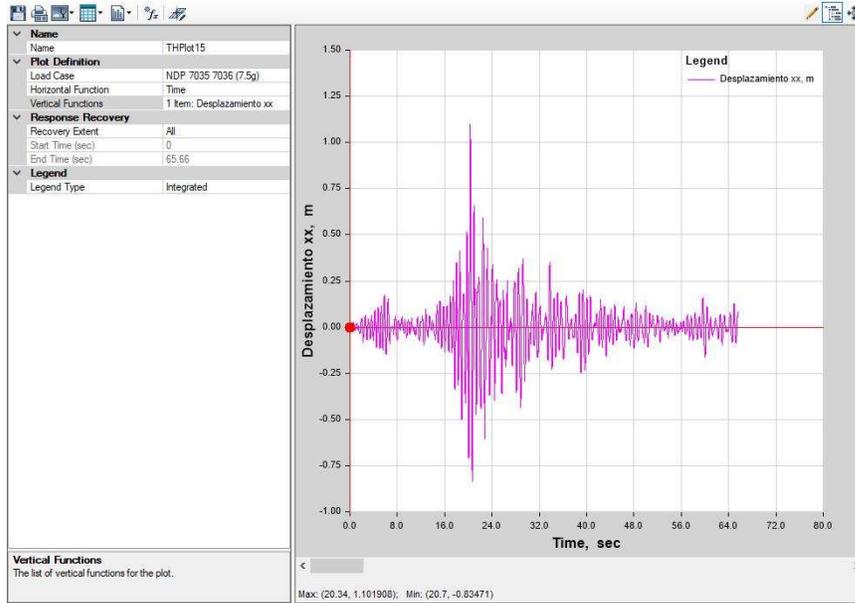


Figura 223. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7035 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

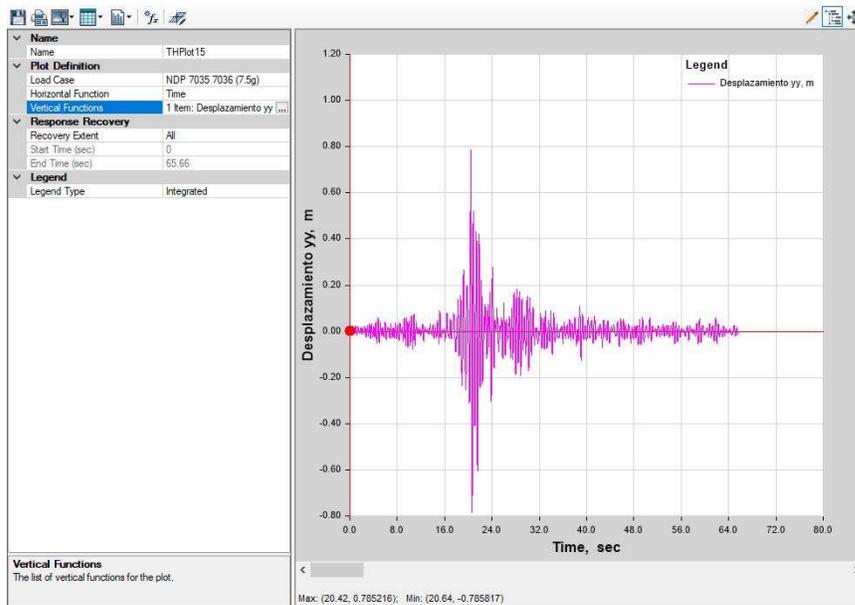


Figura 224. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7036 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

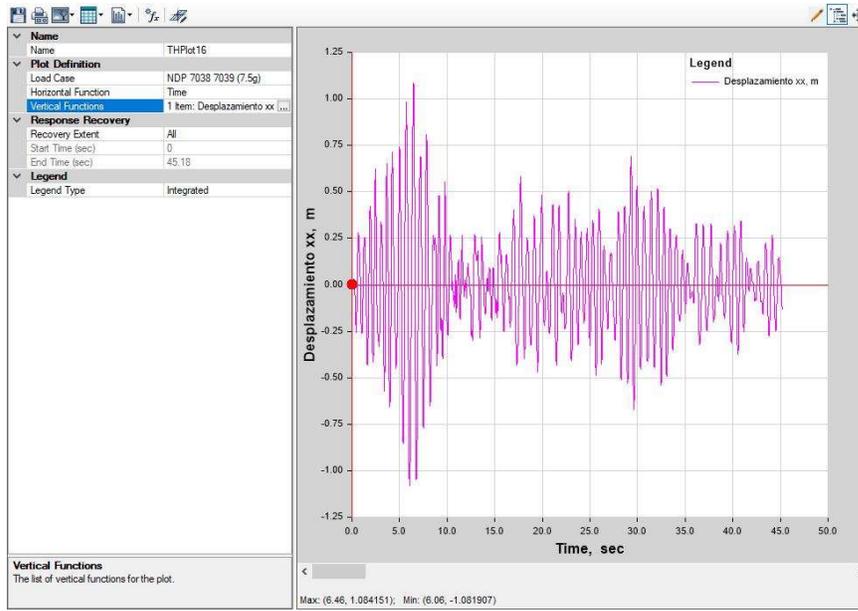


Figura 225. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7038 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

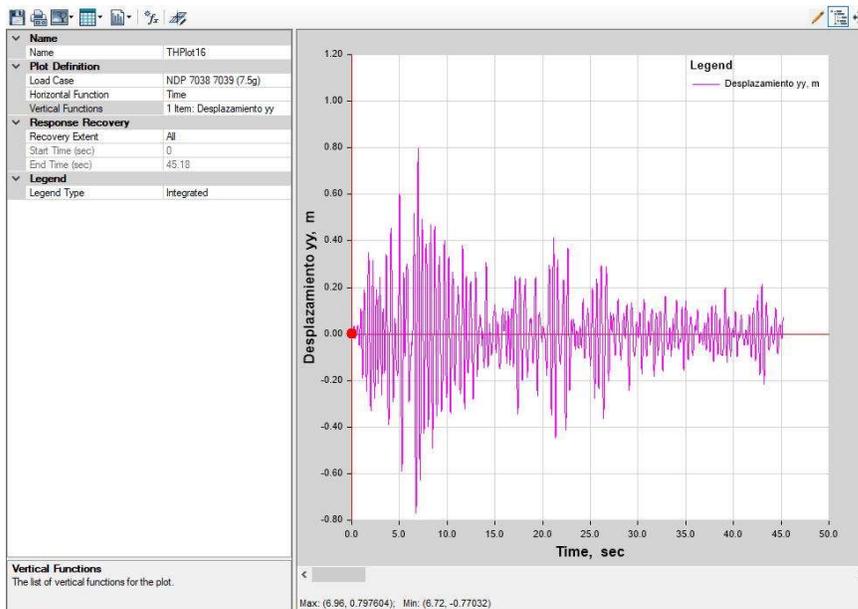


Figura 226. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7039 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

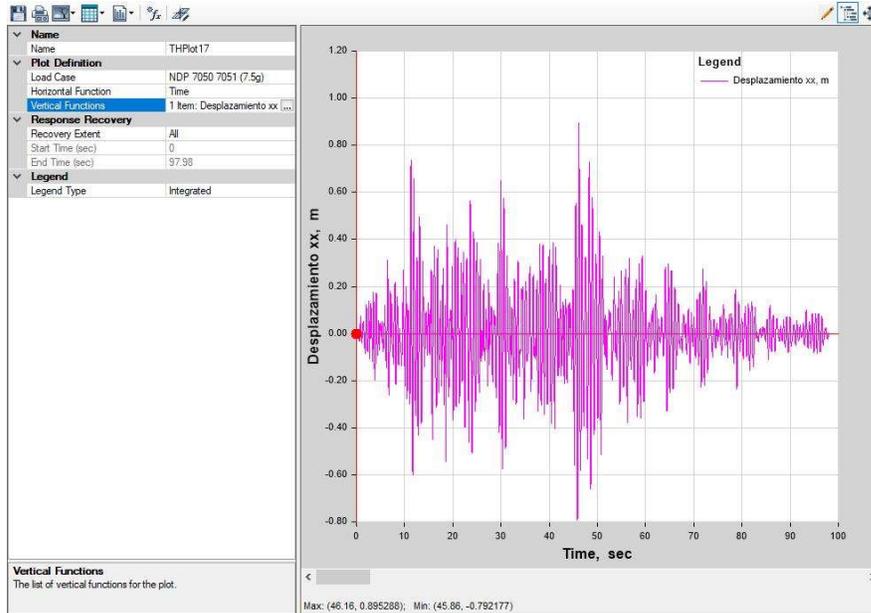


Figura 227. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7050 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.

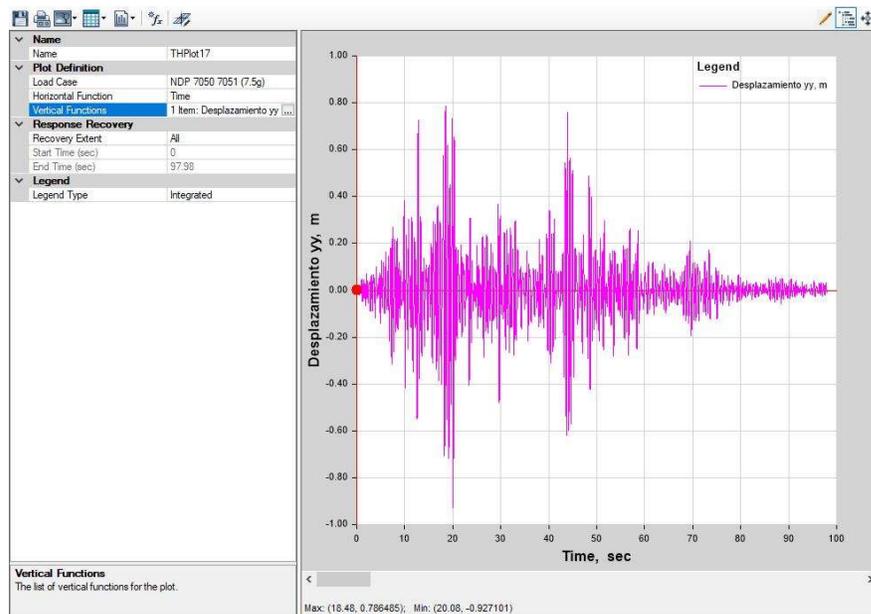


Figura 228. Deformación del ultimo nivel (IDA – sismo 7051 – 7.5g), Hospital Regional de Lambayeque.

Fuente: elaboración propia según programa estructural ETABS 2016.