

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

“VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD I-4 TORIBIO CASANOVA - CAJAMARCA”

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: INGENIERÍA CIVIL

Presentada por:

DENNIS EDINSSON ASENJO ALARCÓN

Asesor:

Dr. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ

Cajamarca, Perú

2025



Universidad
Nacional de
Cajamarca
"Norte de la Universidad Peruana"



CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Dennis Edinsson Asenjo Alarcón
DNI: 47854118
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería. Programa de Maestría en Ciencias. Mención: Ingeniería Civil
2. Asesor: Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez
3. Grado académico o título profesional
☐ Bachiller ☐ Título profesional ☐ Segunda especialidad
☒ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del establecimiento de salud I-4 Toribio Casanova - Cajamarca"
6. Fecha de evaluación: **04/03/2025**
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (OURIGINAL) (*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: **16%**
9. Código Documento: **1:3173152383**
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: **26/05/2025**

Firma y/o Sello
Emisor Constancia


Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez
DNI: 47854118

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT 2024 © by
DENNIS EDINSSON ASENJO ALARCON
Todos los derechos reservados



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD
Escuela de Posgrado
CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS

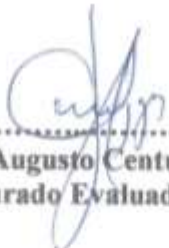
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

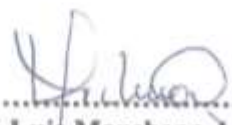
Siendo las 10:00 horas, del día 16 de Abril de dos mil veinticinco, reunidos en el Aula 1Q-206 de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **DR. MAURO AUGUSTO CENTURIÓN VARGAS, M. CS. JOSÉ LUIS MARCHENA ARAUJO, M. CS. RONALD JESÚS SALAS BERROSPI**, y en calidad de Asesor el **DR. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestrías y Doctorados de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se inició la Sustentación de la Tesis titulada **"VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD I-4 TORIBIO CASANOVA - CAJAMARCA"**, presentada por el bachiller en Ingeniería Civil **DENNIS EDINSSON ASENJO ALARCÓN**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó APROBAR con la calificación de 17 (DIECISIETE) la mencionada Tesis; en tal virtud, el bachiller en Ingeniería Civil, **DENNIS EDINSSON ASENJO ALARCÓN**, se encuentra apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de **INGENIERÍA**, con mención en **INGENIERÍA CIVIL**.

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.


.....
Dr. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez
Asesor


.....
Dr. Mauro Augusto Centurión Vargas
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. José Luis Marchena Araujo
Jurado Evaluador


.....
M. Cs. Ronald Jesús Salas Berrospi
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Dios, supremo dador de vida y sabiduría, por ser mi guía constante, mi refugio en la adversidad y la fuente de toda luz en este camino de aprendizaje y realización.

A mis padres, con especial veneración a mi madre, inagotable manantial de amor, fortaleza y ternura, cuya fe inquebrantable en mí ha sido faro y sostén en cada etapa de este recorrido. Cada logro alcanzado es testimonio de su silenciosa entrega y de sus innumerables sacrificios.

A mis hermanos, y de manera particular al Dr. Ander Asenjo, por su presencia incondicional, por ser mi red de apoyo permanente y por compartir conmigo esta noble travesía de formación.

A mis entrañables amigos, por su aliento generoso, su paciencia en los días difíciles y el valor de su sincera compañía.

A mis maestros y mentores, cuya guía esclarecida y cuyos saberes han dejado una huella profunda en mi vida. De manera especial, al Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez, asesor de esta investigación, por su valiosa orientación, exigencia académica y ejemplo profesional.

A todos aquellos que, de una u otra forma, han contribuido a mi desarrollo, les agradezco sinceramente cada palabra, cada gesto y cada lección compartida. En particular, a la Dra. Amparo Porras, por su constante estímulo y apoyo.

Y, finalmente, a mi ser, por la perseverancia incansable y la voluntad serena que, aun en medio de la incertidumbre, jamás dejaron de impulsar mis pasos. A esa voz interior que resistió el desaliento y sostuvo mis sueños cuando flaqueaban las fuerzas, le rindo gratitud profunda: sin su silencioso aliento, este propósito no habría encontrado plenitud.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez, por su orientación experta, su generosa paciencia y su constante dedicación. Su aguda mirada académica y sus atinados consejos han sido pilares esenciales en el desarrollo de este trabajo, guiándome con sabiduría, exigencia y un compromiso admirable con la excelencia.

Agradezco profundamente a los docentes y al cuerpo académico del programa de Maestría, cuya entrega intelectual ha sabido conjugar inspiración y rigor. Cada sesión impartida ha sido no solo una fuente de conocimiento, sino también una invitación constante a la reflexión crítica y al crecimiento profesional.

A mi familia, les debo un reconocimiento entrañable por su respaldo incondicional, su fe silenciosa y su comprensión generosa en cada etapa de este proceso. Su apoyo emocional ha sido sostén y refugio en los momentos de mayor exigencia.

A mis compañeros de clase, agradezco la camaradería genuina, el fructífero intercambio de ideas y el mutuo aliento que supimos compartir. Ha sido un privilegio recorrer este trayecto académico en tan grata compañía.

Y a todos aquellos que, de una u otra forma, han contribuido a mi formación y desarrollo, les extiendo mi más profundo agradecimiento. Su influencia, aunque en ocasiones discreta, ha sido decisiva para la concreción de este logro.

"La ingeniería sísmica es la disciplina que convierte el caos en orden, protegiendo vidas y propiedades."

– Anil K. Chopra

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xvii
RESUMEN	xviii
ABSTRACT	xix
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.1.1. Contextualización.....	1
1.1.2. Descripción del Problema.....	5
1.1.3. Formulación del Problema.....	6
1.2. Justificación de la investigación.....	6
1.3. Delimitación de la Investigación.....	8
1.4. Limitaciones.....	8
1.5. Objetivos.....	9
1.5.1. Objetivo General.....	9
1.5.2. Objetivo Específicos.....	9
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1. Antecedentes de la investigación.....	10

2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	10
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.	15
2.1.3.	Antecedentes locales	17
2.2.	Marco Legal.	18
2.3.	Marco Conceptual.	19
2.3.1.	Sistemas estructurales.....	19
2.3.2.	Peligro o amenaza sísmica.	22
2.3.2	Vulnerabilidad sísmica.	23
2.3.3.	Vulnerabilidad sísmica estructural.	24
2.3.4.	Vulnerabilidad sísmica no estructural.	24
2.3.5.	Vulnerabilidad sísmica funcional.....	24
2.4.	Riesgo sísmico.	24
2.4.1.	Infraestructura de Salud.....	25
2.4.2.	Metodología HAZUS	28
2.5.	Definición de Términos Básicos.	30
CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....		33
3.1.	Hipótesis.	33
3.1.1.	Hipótesis de investigación.	33
3.2.	Variables.	33
3.2.1.	Variable categórica (dependiente).....	33
3.2.2.	Sub Variables. (independiente)	33

3.3.	Operacionalización/ categorización de los componentes de la hipótesis.	33
CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO		35
4.1.	Ubicación geográfica.....	35
4.2.	Métodos de Investigación.	36
4.2.1.	Población de estudio.....	36
4.2.2.	Muestra.	36
4.2.3.	Unidad de Análisis.	36
4.2.4.	Unidades de observación	36
4.2.5.	Técnicas e instrumentos de recopilación de información.....	37
4.2.6.	Técnicas para el procesamiento y análisis de la información	37
4.2.7.	Matriz de consistencia metodológica	38
4.3.	Procedimiento.	39
4.3.1.	Características del establecimiento de Salud.	39
4.3.1.1.	Infraestructura.	39
4.3.1.2.	Equipamiento.	42
4.3.2.	Características técnicas.....	44
4.3.2.1.	Componente estructural.....	44
4.3.2.2.	Componentes no estructurales.....	46
4.3.2.3.	Componentes funcionales.	49
4.3.2.3.1.	Instalaciones sanitarias	49
4.3.2.3.2.	Instalaciones eléctricas	52

4.3.2.3.3.	Instalaciones mecánicas.....	55
4.3.3.	Vulnerabilidad Sísmica Estructural.....	56
4.3.3.1.	Revisión del Expediente Técnico.....	56
4.3.3.2.	Propiedades de los materiales.	56
4.3.3.3.	Simulación de Montecarlo	56
4.3.3.4.	Modelado Estructural.	65
4.3.3.5.	Parámetros de análisis sísmico.....	66
4.3.3.6.	Acelerogramas reales.....	66
4.3.3.7.	Generación y tratamiento de acelerogramas sintéticos.....	69
4.3.3.7.1.	Corrección por línea base.	72
4.3.3.7.2.	Espectrocompatibilidad de acelerogramas sintéticos respecto al espectro de pseudoaceleración de la estructura.....	73
4.3.3.7.3.	Acortamiento de registros por el método de intensidad de Arias.	74
4.3.3.8.	Selección del parámetro índice de daño.	75
4.3.3.9.	Definición de los estados de daño y su correlación con el índice de daño...	75
4.3.3.10.	Análisis dinámico no lineal tiempo historia.....	80
4.3.3.11.	Vulnerabilidad Sísmica Estructural.....	80
4.3.4.	Vulnerabilidad Sísmica No Estructural.	83
4.3.5.	Vulnerabilidad Sísmica Funcional.	84
CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		86
5.1.	Presentación de Resultados.....	86
5.1.1.	Modelo estructural.....	86

5.1.1.1.	Características de los materiales.	86
5.1.1.2.	Modelado Estructural y Análisis Dinámico No Lineal Tiempo-Historia....	95
5.1.1.3.	Resultados del Análisis No Lineal Tiempo-Historia.....	101
5.2.	Análisis, interpretación y discusión de resultados.	136
5.2.1.	Vulnerabilidad sísmica estructural.	136
5.2.2.	Vulnerabilidad sísmica no estructural.	138
5.2.3.	Vulnerabilidad sísmica funcional.....	139
5.2.4.	Vulnerabilidad sísmica.	140
5.3.	Contrastación de la hipótesis.....	142
5.3.1.	Hipótesis de Investigación.	142
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		143
6.1.	CONCLUSIONES.....	143
6.2.	RECOMENDACIONES.....	145
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		146
ANEXOS		153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	34
Tabla 2. Criterio y tipo de investigación.	36
Tabla 3. Matriz de consistencia metodológica	38
Tabla 4. Ambientes bloque I.....	40
Tabla 5. Ambientes bloque II.	41
Tabla 6. Equipamiento Médico.....	42
Tabla 7. Matriz de simulación Montecarlo - concreto.	58
Tabla 8. Matriz de simulación Montecarlo - acero.	62
Tabla 9. Acelerogramas reales.....	66
Tabla 10. Tipología de sistema estructural - FEMA.....	76
Tabla 11. Tipos de edificios específicos del modelo de terremotos y tsunamis.....	77
Tabla 12. Parámetros de la curva de fragilidad estructural: nivel de diseño sísmico de código moderado.	79
Tabla 13. Parámetros de capacidad de creación de código: período (T_e), factores de respuesta del modo Pushover (α_1, α_2) y proporciones de sobrefuerza (γ, λ).....	81
Tabla 14. Constantes para la generación de curvas de fragilidad de acuerdo al estado de daño.	82
Tabla 15. Resistencia a la compresión del Concreto.....	86
Tabla 16. Datos iniciales de resistencia a compresión del concreto.	90
Tabla 17. Propiedades del acero.	91
Tabla 18. Datos iniciales del acero.	95
Tabla 19. Desplazamiento máximo por piso – Bloque I.....	101
Tabla 20. Derivas máximas en ambas direcciones – Bloque I.....	105
Tabla 21. Tabla de frecuencias - Derivas máximas en ambas direcciones – Bloque I.....	109

Tabla 22. Desplazamientos espectrales para el Bloque I.	110
Tabla 23. Valores de probabilidad para curvas de fragilidad para el Bloque I.	114
Tabla 24. Desplazamiento máximo por piso – Bloque II.....	118
Tabla 25. Derivas máximas de entrepiso - Bloque II.....	122
Tabla 26. Tabla de frecuencias derivas máximas - Bloque II	127
Tabla 27. Desplazamientos espectrales para el Bloque II.....	127
Tabla 28. Valores de probabilidad para curvas de fragilidad- Bloque II	131
Tabla 29. Derivas máximas – Bloque I.....	136
Tabla 30. Derivas máximas – Bloque II.....	137
Tabla 31. Seguridad estructural - ISH.....	137
Tabla 32. Seguridad no estructural – ISH	138
Tabla 33. Seguridad funcional – ISH.....	139
Tabla 34. Incidencia de grupo de aspectos en el resultado final.	141

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curvas de fragilidad generadas para pórtico de 2 pisos.	11
Figura 2. Construcción de curvas de fragilidad a nivel de construcción con herramientas inspiradas en la simulación molecular.	13
Figura 3. Esquema de una Curva de Capacidad y un Espectro de Demanda.	29
Figura 4. Esquema de curvas de fragilidad	30
Figura 5. Ubicación del centro de salud “Toribio Casanova”	35
Figura 6. Acelerograma del sismo Lagunas, Loreto; de fecha 26 de mayo del 2019 – MMI 8.	66
Figura 7. Espectro de respuesta de pseudoaceleración y espectro de amplitudes de Fourier del sismo Lagunas, Loreto; de fecha 26 de mayo del 2019 – MMI 8.	68
Figura 8. Funciones envolventes.....	70
Figura 9. Espectro de Pseudoaceleración del acelerograma base.	71
Figura 10. Vista previa a corrección por línea base.	72
Figura 11. Corrección por línea base.	73
Figura 12. Espectro de diseño para espectrocompatibilidad.	74
Figura 13. Modelado estructural en el software ETABs – Vista en planta.	96
Figura 14. Modelado estructural en el software ETABs – Vista 3D.	97
Figura 15. Definición de los materiales en el software ETABs.	98
Figura 16. Definición de la función tiempo-historia en el software ETABs.....	99
Figura 17. Ejecución de análisis en el software ETABs.	100
Figura 18. Derivas máximas Bloque I.....	109
Figura 19. Curvas de fragilidad - Bloque I.....	118
Figura 20. Gráfico de derivas máximas – Bloque II.....	127
Figura 21. Curvas de fragilidad – Bloque II.....	135

Figura 22. Índice de seguridad hospitalaria.....	140
Figura 23. Cuadro de placas y columnas. (Fuente: Expediente Técnico).....	169
Figura 24. Visita técnica al establecimiento de salud Toribio Casanova I-4 (Centro de salud municipal) – Cajamarca. Fecha: 17 – 06 - 2023	170
Figura 25. Sustentación de tesis “Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del establecimiento de salud I-4 Toribio Casanova - Cajamarca”, de izquierda a derecha M. Cs. Ronald Salas Berrospi, Dr. Mauro Centurión Vargas, Ing. Dennis Asenjo Alarcón, M. Cs. José Luis Marchena Araujo, Dr. Ing. Roberto Mosqueira Ramírez. Fecha: 16 – 04 – 2025.....	170

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Riesgo Sísmico	25
Ecuación 2. Magnitud Sísmica	32
Ecuación 3. Cálculo de tamaño de muestra para una población infinita.....	56
Ecuación 4. Cálculo de aceleración, Gasparini y Vanmark.	69
Ecuación 5. Cálculo de amplitud.	70
Ecuación 6. Área bajo la curva.	71
Ecuación 7. Energía total liberada durante un sismo.	74
Ecuación 8. Intensidad acumulada.....	74
Ecuación 9. Desplazamiento espectral.	80
Ecuación 10. Función de probabilidad.....	82
Ecuación 11. Módulo de elasticidad del Concreto.....	86
Ecuación 12. Desplazamiento espectral – Bloque I.....	136
Ecuación 13. Desplazamiento espectral – Bloque II.....	136
Ecuación 14. Función de probabilidad.....	142

RESUMEN

El presente estudio abordó la vulnerabilidad sísmica del Establecimiento de Salud I-4 "Toribio Casanova" en Cajamarca, considerando su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico y la alta actividad sísmica del Perú. A pesar de la evolución de la normativa sismorresistente, muchas edificaciones continúan siendo vulnerables, especialmente aquellas de infraestructura crítica (salud). Se definió la vulnerabilidad sísmica como la susceptibilidad de una estructura a sufrir daños ante un sismo, enfatizando la necesidad de evaluar edificaciones esenciales para garantizar su serviciabilidad durante y después de un evento telúrico. El estudio tuvo como objetivo determinar el grado de vulnerabilidad sísmica del establecimiento, analizando aspectos estructurales, no estructurales y funcionales. Se empleó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos, con análisis de curvas de fragilidad para estimar daños potenciales. Las derivas máximas fueron 0.005244 para el bloque I y 0.005897 para el bloque II, las cuales cumplen con los valores normativos. Existen deficiencias en equipamiento y protocolos de emergencia, lo que comprometía la seguridad del personal y pacientes. Además, la evaluación funcional mostró un bajo nivel de operatividad ante escenarios sísmicos. Las conclusiones resaltaron la necesidad de implementar medidas de mitigación y reforzamiento para mejorar la resiliencia sísmica del establecimiento. El resultado final de la evaluación de vulnerabilidad sísmica es de 57.175%, valor que está en el rango de vulnerabilidad sísmica alta. Se confirmó la hipótesis de que una parte significativa de la infraestructura podría experimentar daños leves, lo que subraya la importancia de adoptar acciones preventivas. Este estudio proporciona una base técnica para la toma de decisiones de las autoridades competentes, con el fin de garantizar la continuidad de los servicios de salud y reducir el riesgo de un desastre mayor.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, infraestructura de salud, índice de seguridad hospitalaria, curvas de fragilidad.

ABSTRACT

The present study examined the seismic vulnerability of the I-4 "Toribio Casanova" Health Facility in Cajamarca, taking into account its location in the Pacific Ring of Fire and the high seismic activity of Peru. Despite the evolution of earthquake-resistant regulations, many buildings remain vulnerable, particularly those of critical infrastructure (health). Seismic vulnerability was defined as the susceptibility of a structure to suffer damage during an earthquake, emphasizing the need to evaluate essential buildings to ensure their serviceability during and after a telluric event. The objective of the study was to assess the degree of seismic vulnerability of the facility by analyzing structural, non-structural, and functional aspects. A mixed-method approach was employed, combining both quantitative and qualitative methods, including the use of fragility curve analysis to estimate potential damage. The maximum inter-story drifts were 0.005244 for block I and 0.005897 for block II, both of which comply with the allowable limits established by current standards. However, deficiencies were identified in emergency equipment and protocols, compromising the safety of both staff and patients. Furthermore, the functional assessment revealed a low level of operability under seismic conditions. The conclusions emphasized the urgent need to implement mitigation and reinforcement measures to enhance the facility's seismic resilience. The final result of the seismic vulnerability assessment was 57.175%, placing the facility within the range of high seismic vulnerability. The hypothesis that a significant portion of the infrastructure could experience minor damage was confirmed, underscoring the importance of adopting preventive measures. This study provides a technical foundation for decision-making by the relevant authorities to ensure the continuity of health services and reduce the risk of a major disaster.

Keywords: Seismic vulnerability, health infrastructure, hospital safety index, fragility curves.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del problema.

1.1.1. Contextualización.

La vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la infraestructura de salud es una problemática crítica que afecta la capacidad de respuesta ante desastres naturales, comprometiendo la seguridad de pacientes, personal médico y la continuidad operativa de los servicios. En diversas regiones sísmicamente activas, como el Perú, gran parte de los hospitales y centros de salud han sido diseñados bajo normativas que no contemplaban los actuales estándares de ingeniería sismorresistente, lo que los expone a daños estructurales severos durante un terremoto (CENEPRED, 2020). Estudios previos han demostrado que, tras eventos sísmicos de gran magnitud, los establecimientos de salud han sufrido daños significativos, como ocurrió en el terremoto de Pisco en 2007, donde el colapso parcial o total de varios hospitales limitó drásticamente la capacidad de atención médica en un momento crítico, esto debido a los terremotos. (ERN, 2017)

Los terremotos son eventos naturales con un alto potencial destructivo, generando significativas pérdidas humanas y materiales. Si bien no pueden evitarse, la comunidad científica ha desarrollado estrategias para mitigar sus efectos mediante la sismología, la ingeniería sísmica y la implementación de medidas preventivas. A pesar de los avances en normativas y tecnologías, la vulnerabilidad de las edificaciones sigue siendo un problema latente, especialmente en países altamente sísmicos como el Perú. (Benito, 2013). Durante los años setenta, se logró un avance crucial con la elaboración del Mapa de Sismicidad Mundial, que permitió identificar el Cinturón de Fuego del Pacífico, donde se encuentra Perú, caracterizado por la liberación periódica de más del 80 % de la energía sísmica global. En este contexto, el país ha desarrollado normativas de diseño sismorresistente que

han evolucionado desde 1970, pero muchas edificaciones aún presentan deficiencias estructurales debido a estándares menos exigentes en su diseño original. (Tavera, 2014; Burga et al., 2021).

El Perú ha experimentado eventos sísmicos devastadores a lo largo del tiempo, como el terremoto de Ancash de 1970 (M 7.9) y el sismo de Pisco en 2007 (M 7.9), que dejaron miles de víctimas y una gran destrucción. Cajamarca, ubicada en la Zona Sísmica III, aún no ha sufrido un evento de gran magnitud, pero estudios indican que podría enfrentar sismos severos a destructores. (Gonzales, 2017). La región presenta fallas activas como la Falla Chaquilbamba y el Sistema de fallas Rioja-Moyobamba, con potencial para generar movimientos telúricos significativos. (Zavala et al., 2011). En particular, los sismos intraplaca o de foco intermedio han afectado severamente el norte del país, como el terremoto de 7.5 M ocurrido el 26 de mayo de 2019 en Alto Amazonas, que dejó múltiples daños estructurales y colapsos de infraestructuras. (IGP, 2019).

El impacto de los terremotos en las edificaciones ha evidenciado la necesidad de mejorar la infraestructura crítica, especialmente en hospitales y centros de salud. En el sismo de 2007, varias construcciones colapsaron, provocando la pérdida de pacientes y personal médico. Según el Ministerio de Salud, de 257 construcciones pertenecientes a servicios de salud, 84 sufrieron daños severos. Entre los hospitales más afectados estuvieron el Hospital San Juan de Dios de Pisco (colapsado en un 90 %), el Hospital Regional de Ica (80 %), el Hospital Socorro de Ica (60 %) y el Hospital San José de Chíncha (20 %). (ERN, 2017). Estos eventos han puesto en evidencia la vulnerabilidad estructural de los establecimientos de salud en el país.

En un estudio realizado en el Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia (Virginia Tech) se realizó la evaluación de vulnerabilidad sísmica de hospitales en área metropolitana de la ciudad de Teherán, Irán. Los estudios de vulnerabilidad de ATC13,

Vision2000, FEMA, HAZUS, JICA, y Jalalian se compararon y las curvas de fragilidad experimental más conservadoras para hospitales de Teherán se eligieron en función de los daños estimados más grandes para cuatro estados de daño: leve (0–1 % de daño), moderado (10–50 % de daño), extenso (50–100 % de daño) y completo (100 % de daño). Para ello, estas curvas de vulnerabilidad compararon en un daño normalizado clasificación estatal usando un PGA promedio para la ciudad de Teherán. Con base en esta comparación, HAZUS propuso la estimación más conservadora para estados leves, moderados y extensos, y JICA estimó la mayor cantidad de daños en el estado completo para dos tipos de edificios hospitalarios, incluyendo estructura de hormigón y mampostería no reforzada. Para edificios con estructura de acero, HAZUS es el análisis más cauteloso para todos los otros estados de daño. Las diferencias entre HAZUS y JICA para el estado de daño completo son 8%, 40% y 16% para estructura de acero, estructura de hormigón y edificios de mampostería, respectivamente. La probabilidad de daño moderado y extenso fue mayor en el distrito sur con un promedio de 99% y 91%, respectivamente. La densidad de los hospitales en este distrito, sin embargo, es de aproximadamente dos por cada 100.000 habitantes, lo que hace de este distrito una importante preocupación en caso de crisis. La densidad de hospitales en el centro de Teherán es cuatro veces mayor que el distrito sur, y la probabilidad de daño moderado a extenso en el centro es 2% al 6% menos en comparación con las áreas del sur. En el norte, este y oeste, los distritos tienen de 1,5 a 3 hospitales por cada 100 000 habitantes y tienen más del 95 % y el 81 % probabilidad promedio de daño moderado a extenso, respectivamente. Estos resultados guardan relación con los estudios de vulnerabilidad general para toda la ciudad de Teherán (Ghaychi et al., 2021)

En nuestro país el miércoles 15 de agosto del 2007, se registró un sismo de 7.9 Mw de acuerdo con el USGS (United States Geological Survey). Los establecimientos de salud, particularmente los más antiguos, colapsaron en gran parte de su estructura, lo que provocó la muerte de pacientes y médicos. El ministerio de Salud de Perú reportó que, de 257 construcciones pertenecientes a los servicios de salud, en 84 (la tercera parte) se presentaron daños. El hospital San Juan de Dios de Pisco colapsó en un 90%, el hospital regional en un 80%, el hospital Socorro de Ica en un 60% y el hospital San José de Chíncha en un 20% (ERN,2017).

Es así que, en nuestro distrito de Cajamarca a través de diversos estudios realizados se han identificado que los sismos que más afectan en esta zona son los sismos que ocurren dentro de la placa oceánica que está subduciéndose por debajo de la placa continental, denominados sismos intraplaca o de foco intermedio (Tavera et al., 2014). Tal es el caso de los últimos eventos telúricos que han afectado la zona norte de nuestro país, el 26/05/2019 a las 2:41 am se registró terremoto de 7.5 distrito de Lagunas - Provincia de Alto Amazonas/Loreto, lo que produjo varios heridos, familias afectadas, corte del fluido eléctrico, puente de Tibatacu colapsado, entre otros daños. (IGP,2019). Así, también se tiene un registro histórico de los eventos telúricos más notables que han afectado la zona norte del país y por ende a nuestro distrito de Cajamarca como los terremotos que afectaron a Piura y Huancabamba (1912), Chachapoyas (1928), en los que se registraron intensidades probables de VII a X en la escala de Richter (Silgado,1978); además que el daño se intensifica debido a que en el sector noroeste del Perú se constituye como una de las zonas más críticas y complejas debido a su deformación cortical que involucra a la falla o deflexión de Huancabamba. Adicionalmente, la cuenca Lancones presenta un plegamiento intenso desarrollado por compresión NO-SE; respecto a la falla Huaypirá indica que tiene rumbo E-O (N80°E). La presencia de fallas geológicas activas y la

ubicación en la Zona Sísmica III aumentan la probabilidad de un sismo de gran magnitud, lo que hace indispensable la evaluación de la resiliencia estructural de la infraestructura hospitalaria y la implementación de estrategias de reforzamiento y mitigación (IGP, 2019).

1.1.2. Descripción del Problema.

El establecimiento de Salud I-4 “Toribio Casanova” – Cajamarca enfrenta vulnerabilidad sísmica debido a múltiples factores que ponen en riesgo la seguridad de sus ocupantes y la continuidad de su operatividad ante un evento sísmico. La infraestructura no ha recibido mantenimiento adecuado, lo que ha generado el deterioro progresivo de su infraestructura, evidenciado en la presencia de grietas en las paredes y un desgaste de sus componentes. Además, el centro de salud fue diseñado en el año 2007 bajo una normativa sísmica desactualizada, ya que en aquel entonces regía la versión anterior de la Norma Técnica E.030 - Diseño Sismorresistente del año 1997. Desde entonces, esta normativa ha sido actualizada en 2016, incorporando avances en ingeniería sísmica como nuevos coeficientes sísmicos, mejoras en la zonificación sísmica y criterios de diseño basados en desempeño, alineados con normativas internacionales como ASCE 7 y ACI 318. La vulnerabilidad sísmica representa la posibilidad de daño o pérdida de las edificaciones en relación con un evento sísmico. Puede expresarse en términos probabilísticos, con fines de predicción. (Gurung,2013). La vulnerabilidad sísmica se refiere a la propensión de una estructura, conjunto de estructuras o área urbana a experimentar daños debido a un terremoto de cierta magnitud. (Kuroiwa, J., 2019). Dado que nuestro país se encuentra situado en el "Cinturón de Fuego del Pacífico" y en la cercanía del encuentro de las placas tectónicas Sudamericana y de Nazca, donde ocurre el fenómeno de subducción, se le considera una de las naciones con mayor actividad sísmica en el mundo. La mayoría de los sismos en nuestra región se deben a la colisión de estas placas. Además, el crecimiento de la cordillera, aunque en menor medida, también contribuye a la actividad sísmica. Dado

que los sismos son impredecibles y pueden ser tan destructivos como los de subducción, el Perú ha implementado diversas medidas para mitigar sus efectos. Según datos del Instituto Geofísico del Perú (IGP), en todo el 2019 se registraron aproximadamente 540 sismos de diversas magnitudes. Como parte de estas medidas, se inauguró un sistema capaz de generar alertas sísmicas con segundos de anticipación, y se proyecta instalar 106 sensores sísmicos a lo largo de la zona costera del país para el año 2021. (Vilca et al, 2020). Actualmente, debido a estas condiciones se considera que existe un silencio sísmico en nuestro país, del cual se espera que se termine con un movimiento telúrico de gran magnitud, por lo que es de vital importancia preservar las edificaciones esenciales para que brinden buenos niveles de serviciabilidad inclusive en el peor de los casos.

1.1.3. Formulación del Problema.

El problema de investigación se puede sintetizar con la siguiente pregunta:

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del Establecimiento de Salud I-4 Toribio Casanova - Cajamarca?

1.2. Justificación de la investigación

Las características sismológicas del Perú y el registro histórico de eventos telúricos justifican la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales, particularmente de los establecimientos de salud. Estos edificios cumplen un papel crítico durante y después de un sismo, ya que deben mantenerse operativos para brindar atención médica de emergencia. Sin embargo, la antigüedad de muchas infraestructuras y la evolución de las normativas sismorresistentes hacen que un gran porcentaje de hospitales y centros de salud no cumplan con los estándares actuales de seguridad estructural, lo que aumenta el riesgo de colapso o daños severos.

Desde el punto de vista científico, esta investigación contribuye al avance del conocimiento en ingeniería sísmica al aplicar metodologías actualizadas para evaluar la vulnerabilidad estructural de edificaciones de salud. Estudios previos han demostrado que los hospitales, debido a su complejidad estructural y funcional, requieren modelos de análisis más detallados que otras infraestructuras. El uso de evaluaciones probabilísticas y curvas de fragilidad sísmica permitirá identificar los niveles de riesgo asociados a diferentes escenarios sísmicos, proporcionando información clave para futuras investigaciones en mitigación y diseño sismorresistente.

Desde una perspectiva técnica, la evaluación de vulnerabilidad sísmica en establecimientos de salud permite determinar con precisión el grado de afectación que pueden sufrir estas estructuras ante eventos sísmicos de gran magnitud. La aplicación de modelos computacionales avanzados y normativas actualizadas facilitará la identificación de puntos críticos en la infraestructura, permitiendo desarrollar planes de gestión del riesgo sísmico. Además, el análisis basado en criterios de habitabilidad y continuidad operativa garantizará que los establecimientos de salud no solo soporten el impacto de un sismo, sino que continúen funcionando de manera eficiente.

A nivel institucional, esta investigación responde a la necesidad de fortalecer la resiliencia del sistema de salud, alineándose con los objetivos de instituciones como el Ministerio de Salud (MINSA), el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) y el Instituto Geofísico del Perú (IGP). La evaluación de vulnerabilidad sísmica de hospitales y centros de salud permitirá generar recomendaciones técnicas para la toma de decisiones en políticas de infraestructura hospitalaria. Además, los resultados servirán como insumo para el desarrollo de normas actualizadas en diseño sismorresistente y la optimización de protocolos de respuesta y recuperación post-sísmica en el sector salud.

Esta investigación es fundamental tanto por su relevancia científica, al aportar conocimiento sobre evaluación estructural y riesgo sísmico, como por su pertinencia social, al contribuir a la seguridad de la infraestructura hospitalaria y la protección de vidas humanas en escenarios de desastres naturales.

1.3.Delimitación de la Investigación.

La presente investigación se realizó utilizando métodos probabilísticos para la determinación de la vulnerabilidad sísmica del Establecimiento de Salud I - 4 “Toribio Casanova”, ubicado en el distrito, provincia y departamento de Cajamarca, utilizando tres acelerogramas reales obtenidos de la base de datos del Instituto Geofísico del Perú (IGP). Estos registros corresponden a eventos sísmicos ocurridos en Amazonas, Loreto y Ucayali, con magnitudes entre 7.0 y 8.0 Mw, profundidades de 126 a 148 km, y aceleraciones máximas del suelo (PGA) que alcanzaron aceleraciones de hasta 162.88 cm/s². Para la evaluación estructural, se empleó la metodología FEMA, mediante el análisis de curvas de fragilidad, permitiendo estimar la probabilidad de daño estructural en distintos escenarios sísmicos. Para la vulnerabilidad no estructural y funcional se aplicó el Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH) de la OMS, con el propósito de determinar la capacidad operativa de los establecimientos de salud tras un sismo de gran magnitud.

Esta tesis se inició a fines del mes de febrero del 2023, por lo que se utilizó las normativas NTE, NTP, Normas ASTM, Guías para la evaluación de Hospitales u otras vigentes a la fecha; así mismo, estas pueden variar respecto a los siguientes años.

1.4.Limitaciones.

En esta investigación se determinará solamente la vulnerabilidad Sísmica. No se estudiará el “riesgo sísmico”, ni las variables peligro sísmico e interfaz suelo-estructura.

Otras limitantes son que nuestro departamento e incluso país no se cuenta ampliamente con equipos de ensayos no destructivos, escáneres sofisticados para para la evaluación interna de los componentes de la edificación, entre otros.

1.5.Objetivos

1.5.1. Objetivo General.

- Determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del establecimiento de Salud I - 4 “Toribio Casanova” - Cajamarca.

1.5.2. Objetivo Específicos.

- Determinar la vulnerabilidad sísmica estructural.
- Determinar la vulnerabilidad sísmica no estructural.
- Determinar la vulnerabilidad sísmica funcional.
- Estimar el porcentaje de los daños que presentará la estructura a partir de la generación de las curvas de fragilidad.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

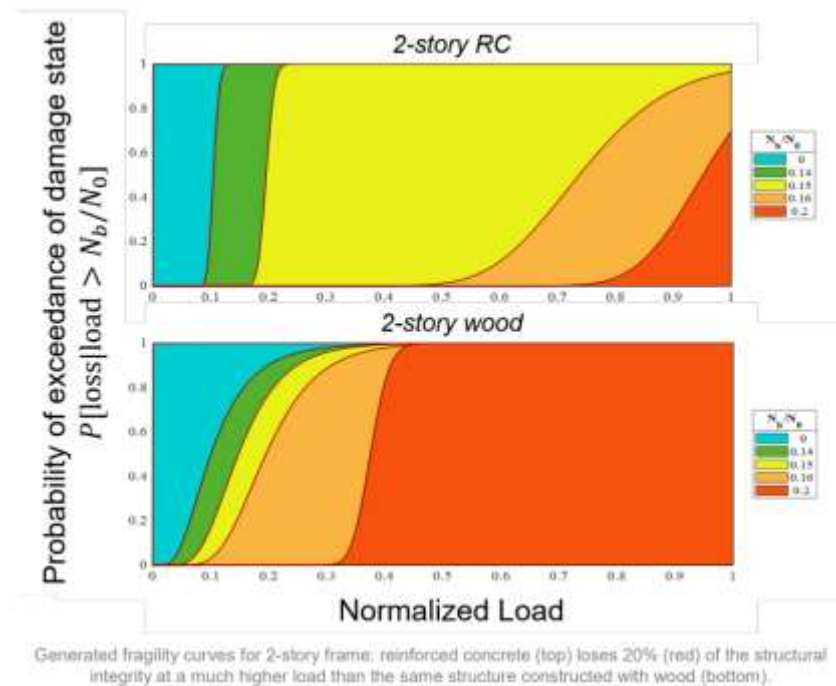
2.1. Antecedentes de la investigación.

2.1.1. Antecedentes Internacionales.

1. En la revista MIT CSHub, lo hallado por (Al-Mulla et al, 2018), en su trabajo de “Creación de curvas de fragilidad personalizadas para edificios resilientes”, los investigadores utilizaron el enfoque de simulación Monte Carlo (MC) para construir curvas de fragilidad. En el caso de resiliencia, el enfoque MC puede evaluar el daño de una estructura para un conjunto dado de cargas, como el daño inventario se genera en base a una distribución de probabilidad a través de la simulación MC, los valores promedio del daño se puede registrar para cada valor de carga. Por lo tanto, el enfoque de Monte Carlo para desarrollar la resiliencia puede fácilmente generar curvas de fragilidad personalizadas para un edificio y carga específicos según lo dicte el sitio de construcción. Este enfoque de simulación ofrece una capacidad única para realizar el análisis de daños (determinista) y la estadística análisis (probabilístico) simultáneamente, en lugar de realizarlos por separado. Las simulaciones de MC también pueden proporcionar definiciones más precisas y cuantitativas de los niveles de daño, en lugar de definiciones cualitativas y, a veces, etiquetas ambiguas como "simple", "moderado", "extremo" y "completo". El enfoque de Monte Carlo ideado aquí produce fácilmente los parámetros necesarios para la construcción de curvas de fragilidad. Esto se utilizó para crear diferentes conjuntos de curvas de fragilidad para hormigón armado y estructuras de madera, que son idénticas excepto en la construcción material utilizado. El método también permitió especificar el tipo de carga anticipada además de la definición del material de construcción. Se pudo definir los estados de daño cuantitativamente a través de la proporción de conexiones rotas a conexiones totales en el edificio. Este método extiende un mayor nivel de control a los

diseñadores e ingenieros en construcción de curvas de fragilidad y comprensión de los riesgos asociados a sus edificios, por ejemplo, la fragilidad. Las curvas generadas usando este método MC muestran que el edificio de madera de un piso tiene un mayor riesgo de daño que el mismo edificio utilizando hormigón armado bajo viento lateral cargando. Además, este mismo análisis podría haber sido arrastrado para cualquier material de construcción, estructura y carga. Con este método, será posible crear personalizadas curvas de fragilidad sin necesidad de depender únicamente de comparaciones con la coincidencia más cercana de las bases de datos. La Figura 1 muestra una comparación entre dos estructuras sometidas a carga: en la parte superior, una estructura de hormigón armado, y en la parte inferior, una de madera. Se observa que el hormigón armado pierde aproximadamente un 20% de su integridad estructural (representado en rojo) bajo una carga significativamente mayor en comparación con la estructura de madera, la cual experimenta una deformación más progresiva antes de alcanzar su límite de resistencia.

Figura 1. Curvas de fragilidad generadas para pórtico de 2 pisos.

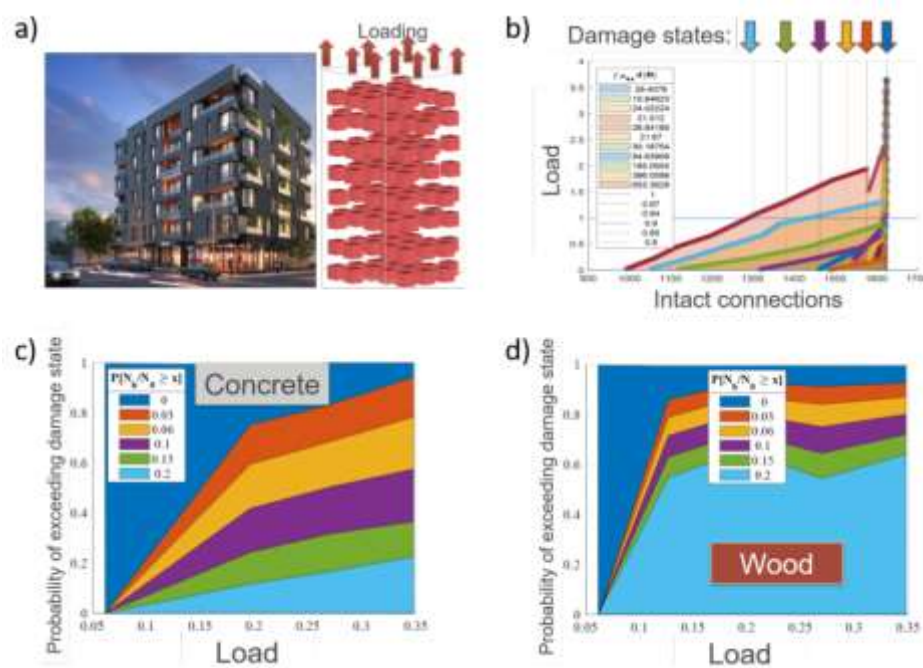


Fuente: (Al-Mulla et al, 2018)

2. En la revista MIT CSHub, lo hallado por (Al-Mulla et al, 2019), en su trabajo de “Generación de curvas de fragilidad específicas de un edificio” se encontró lo siguiente:

Las curvas de fragilidad representan la estructura probabilidad de daño bajo un rango de carga niveles, como los de los peligros naturales. Por lo tanto, ayudan a establecer el código de construcción. factores de seguridad, índices de resiliencia e incluso primas de seguro. Desafortunadamente, no hay un estándar real para generar estas curvas de fragilidades por carga de viento. El modelo de huracanes HAZUS de FEMA es el más cercano a un estándar actual. La base de datos genera curvas solo para datos específicos, tipos de edificios, agregando las curvas de sus componentes (por ejemplo, ventanas, revestimiento, techo). Aunque útil, este enfoque de agregación limita la generación de curvas personalizables para edificios únicos que se desvían de los tipos HAZUS estándar. Al ingresar la geometría del edificio, la lista de materiales y la información geográfica, las curvas de fragilidad pueden ser generados para la construcción específica compuesta de diferentes materiales. Este enfoque se ejemplifica usando un modelo de edificio de 7 pisos sometido a una presión de levantamiento inducida por el viento (ver Figura 2). Se generaron curvas para hormigón y construcciones de madera. En el pasado, las curvas de fragilidad de huracanes para edificios han empleado diferentes distribuciones para componentes de construcción. Como no podemos estar seguros forma exacta de la curva, este es un enfoque más realista. Las simulaciones de construcción con más conexiones simuladas y una mayor resolución de la carga puede producir curvas normalmente distribuidas. El trabajo concluye en la comparación entre hormigón y madera, muestra que el primero pierde un 20 % de su integridad bajo mayores cargas.

Figura 2. Construcción de curvas de fragilidad a nivel de construcción con herramientas inspiradas en la simulación molecular.



Fuente: (Al-Mulla et al, 2019)

(a) El primer paso es definir la geometría y las propiedades del material de un modelo de construcción discretizado. (b) El segundo paso es ejecutar simulaciones que generan energía (áreas sombreadas del gráfico) para cada inventario de daños. (c y d) Finalmente, Los pasos se pueden repetir para diferentes materiales. Aquí, el hormigón supera a la madera, teniendo menor probabilidades de daño en cada estado de daño. Los estados de daño se definen como el porcentaje de rotura conexiones que van desde ninguna, 0%, hasta extensas, 20%.

3. En la Aristotle University of Thessaloniki, lo hallado por (Karapetrou, 2019), en su tesis doctoral “Vulnerabilidad sísmica de edificios de hormigón armado”, se realizó un análisis de vulnerabilidad sísmica a través de la derivación de las curvas de fragilidad “específica de la construcción del tiempo” para una estructura de concreto reforzado (edificio hospitalario) de ocho pisos, construida hace casi cinco décadas, que está compuesto por dos unidades adyacentes separadas a través de una junta estructural. La evaluación de las características dinámicas se realizó utilizando mediciones del ruido

ambiental. Los resultados de la identificación modal se utilizaron para actualizar y restringir mejor el modelo inicial de elementos finitos del edificio, que se basa en el diseño y planos de la documentación de la construcción. El análisis dinámico incremental tridimensional fue realizado para derivar las curvas de fragilidad para el modelo inicial construido (“específico del edificio”) y para estructuras reales tal y como son actualmente (“time-building specific”). Las curvas “específicas del edificio” se evaluaron a través de su comparación con las curvas convencionales, curvas genéricas que se utilizan comúnmente en los estudios de evaluación de riesgos. Para poder mejorar la fiabilidad de los resultados obtenidos, las curvas de fragilidad “específicas para la construcción del tiempo”, se compararon con las curvas dependientes del tiempo derivadas de las unidades hospitalarias que adoptan un modelo apropiado para el escenario del estudio. Los resultados derivados de ambos enfoques indican que la consideración del estado real de las estructuras puede alterar significativamente su rendimiento sísmico esperado, lo que conduce a una mayor vulnerabilidad. Aunque las metodologías aplicadas son enfoques bastante diferentes para evaluar la condición estructural real, ambos resultaron en un aumento de la vulnerabilidad sísmica en comparación con el estado inicial “tal como está construido” del edificio del hospital. Los resultados indican que los posibles mecanismos de degradación que pueden afectar la condición estructural en el paso del tiempo no deben ser ignoradas especialmente en el caso de edificios con interés estratégico (por ejemplo, hospital) ya que esto puede conducir a una subestimación de su vulnerabilidad real y como consecuencia generar mayores daños y no ser útil en caso de una emergencia telúrica.

- 4. En la Universidad de Sheffield, lo hallado por (Alwaeli, 2019),** en su tesis Post doctoral “Marco para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificios de muros de gran altura de concreto reforzado” se encontró lo siguiente:

Uno de los objetivos específicos de la investigación fue establecer una metodología simplificada para derivar curvas de fragilidad menos exigentes (más baratas) (CFC) para edificios de paredes altas RC. Una de las conclusiones es que dependiendo del propósito del estudio y de la forma en que se presenten las curvas de fragilidad resultantes, los valores de aceptación para la tolerancia de selección de registros propuesta (TR) y el factor de tolerancia de la curva de fragilidad (TFC) se pueden ajustar. Otro factor que influye en los valores de aceptación decididos para TR y TFC es la variabilidad de los movimientos de tierra de entrada utilizados. Esto se muestra en los CFC resultantes para el edificio de referencia bajo un escenario sísmico severa, donde se adopta un valor de aceptación más pequeño de TR, TFC, o ambos puede producir CFC que coincidan mejor con el conjunto refinado de curvas de fragilidad. En el presente trabajo, 10% es el valor de aceptación recomendado tanto para TR como para TFC. Se concluye que, al utilizar la metodología simplificada propuesta, se pueden obtener curvas de fragilidad basadas en escenarios sísmicos bastante confiables desarrollado para edificios de gran altura RC con un número considerablemente menor de entradas movimientos de tierra que oscilan entre 5 y 6. Se concluye con la finalización del diseño del marco refinado propuesto para evaluar la vulnerabilidad sísmica de los edificios de paredes altas de RC bajo terremotos múltiples escenarios. Se presenta una metodología para desarrollar relaciones de fragilidad refinadas donde el las curvas de fragilidad derivadas se analizan, comparan y correlacionan con diferentes estados de daño.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

1. En la Universidad Nacional de Trujillo, (Burga, et al, 2021)

En su trabajo de investigación titulado "Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural mediante curvas de fragilidad, del Instituto Pedagógico Indoamérica de la ciudad de Trujillo, 2019", el objetivo principal es examinar y determinar el nivel de vulnerabilidad

sísmica estructural presente en las antiguas edificaciones que componen el Instituto Indoamérica. Estas estructuras son consideradas esenciales de acuerdo con la normativa peruana de diseño sismorresistente E.030 (2018). Para lograr este objetivo, se propone una metodología capaz de predecir de manera razonable el daño que estas estructuras podrían sufrir debido a un evento sísmico típico de la zona. Los resultados obtenidos indican que las curvas de fragilidad proporcionan una representación adecuada de la vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones. Se ha determinado que los pabellones podrían experimentar daños moderados en caso de sismos frecuentes de intensidad regular. Sin embargo, no cumplen con los parámetros de control de deformaciones establecidos por la norma E.030 (2018). En consecuencia, se concluye que estas edificaciones muestran una considerable vulnerabilidad sísmica frente a sismos raros, y se recomienda llevar a cabo un refuerzo estructural. Se destaca que los pabellones del Instituto Indoamérica podrían presentar un comportamiento sísmico inadecuado en direcciones con pórticos de concreto armado y sistema resistente a cargas laterales.

2. En convenio entre el CISMID, UNI y el MINSA, (Ríos, et al, 2013)

Se llevó a cabo un "Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural, no estructural y funcional del Hospital Nacional Dos de Mayo". En esta investigación, se examinaron la vulnerabilidad sísmica en distintos aspectos: estructural, no estructural y funcional, así como el sistema de líneas vitales. Al evaluar el comportamiento estructural frente a sismos moderados y severos, se identificaron bloques construidos en el siglo XIX con sistema estructural de muros portantes de adobe, careciendo de elementos de confinamiento horizontal y vertical, presentando una alta vulnerabilidad. Estos, al encontrarse en la Zona Monumental y ser considerados patrimonio histórico, requieren un proceso de restauración, incluyendo el refuerzo estructural de sus muros. En los bloques A, B, C, H, I se detectaron distorsiones de entrepiso que exceden el límite de protección de contenido

para sismos severos y moderados. En los bloques E-1 y E-2, la distorsión está por debajo del límite de protección de contenido. El esfuerzo de corte máximo durante un sismo severo supera el valor de la resistencia al corte de la albañilería, según la norma técnica E.070. Se observó que la resistencia al corte en el primer piso es mayor que la demanda para un sismo severo en los bloques A, E-1 y E-2, principalmente debido a los muros de albañilería cerrando vanos de pórticos de concreto armado. En general, se evidenció que las estructuras están rigidizadas por los muros de albañilería, que podrían sufrir durante un sismo severo al cerrar los vanos de los pórticos. Se recomienda la rigidización mediante elementos de concreto armado, como muros de corte o ensanchamiento de columnas (encamisado), y la mejora de su ductilidad, ubicando estos elementos en función de un reanálisis del modelo estructural original. En cuanto al componente no estructural, los resultados sugieren distorsiones que podrían generar grietas, planteando riesgos de caída de mobiliario y equipos médicos en distintas zonas del hospital. En el componente funcional, se utilizó el Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, OPS/OMS) como referencia. Se concluyó que un colapso estructural arrastraría consigo un colapso funcional.

2.1.3. Antecedentes locales

- ✓ **En la Universidad Nacional de Cajamarca, (Rodríguez, 2018)** En su estudio titulado "Vulnerabilidad Sísmica del Sector E y J del Hospital Regional de Cajamarca", el investigador ha determinado lo siguiente: el grado de vulnerabilidad estructural es bajo para el Sector E y J, utilizando tanto el Método ATC 21 - FEMA 154 como el Método de Hirosawa; en cuanto a la vulnerabilidad no estructural, se clasifica como media para el Sector E y baja para el Sector J, aplicando la metodología de la OPS/OMS; por último, la vulnerabilidad funcional se evalúa como alta para el Sector E y baja para el Sector J, utilizando la metodología de la OPS/OMS.

- ✓ **En la Universidad Nacional de Cajamarca, (Cholán, 2018)** En su estudio titulado "Vulnerabilidad Sísmica del Sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca", el investigador evaluó la vulnerabilidad estructural mediante las metodologías del ATC 21 - FEMA 154 (2002) y Hirosawa de segundo orden (1992), mientras que la vulnerabilidad no estructural y funcional se analizaron empleando la metodología de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2004). El procedimiento inició con la aplicación del método cualitativo del ATC 21 – FEMA 154, a través del cual se calculó un puntaje estructural para determinar el comportamiento sísmico. Posteriormente, se utilizó el método cuantitativo de Hirosawa, comparando el índice de vulnerabilidad estructural con el índice de juicio estructural para establecer la vulnerabilidad y el comportamiento estructural del edificio. Con estos resultados, se evaluaron las instalaciones básicas, los equipos y los componentes arquitectónicos mediante la metodología de la OPS, determinando la vulnerabilidad no estructural. Finalmente, se analizó el aspecto administrativo y organizativo para establecer la vulnerabilidad funcional. Los resultados obtenidos indican que, en el sector B, la vulnerabilidad estructural es del 50% (alta), la vulnerabilidad no estructural del 88% (media) y la vulnerabilidad funcional del 49% (media). En el sector D, la vulnerabilidad estructural es del 75% (alta), la vulnerabilidad no estructural del 78% (media) y la vulnerabilidad funcional del 60% (baja). En conclusión, la vulnerabilidad sísmica global del sector B se clasifica como media, mientras que en el sector D es alta.

2.2. Marco Legal.

Esta investigación se desarrolló teniendo en cuenta las siguientes normas:

- La Norma E.030 de Diseño Sismorresistente 2019, aprobada mediante Resolución Ministerial N°355-2018-Vivienda y modificada por la Resolución Ministerial N°043-2019-Vivienda, establece criterios para que las construcciones sean capaces de resistir

sismos, con el objetivo de salvaguardar vidas humanas, mantener la continuidad de servicios esenciales y reducir los daños a la propiedad. Establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados a continuación”:

- ✓ “Evitar pérdida de vidas humanas”.
- ✓ “Asegurar la continuidad de los servicios básicos”.
- ✓ “Minimizar los daños a la propiedad”.

La Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones 2018, aprobada mediante Resolución Ministerial N°406-2018-Vivienda, establece requisitos para realizar Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) con el propósito de garantizar la estabilidad y durabilidad de las obras, así como promover la utilización eficiente de recursos. Se señala que su aplicación es indispensable.

Por último, la Norma E.060 de Concreto Armado 2009, aprobada mediante el D.S. N°010-2009-Vivienda, establece requisitos mínimos para el análisis, diseño, materiales, construcción, control de calidad y supervisión de estructuras de concreto armado, preesforzado y simple. Se enfatiza en la implementación de medidas de seguridad y el cumplimiento de normativas para proteger el patrimonio público y alcanzar los objetivos institucionales.

2.3. Marco Conceptual.

2.3.1. Sistemas estructurales.

Las edificaciones deben contar con un sistema estructural sismorresistente que garantice un adecuado desempeño ante eventos sísmicos. Según la normativa peruana, se reconocen diferentes tipos de estructuras según el material empleado y la configuración del sistema resistente. (E-030,2019)

Estructuras de Concreto Armado

Los elementos estructurales de concreto armado deben cumplir con las disposiciones establecidas en la normativa vigente. Dentro de este grupo, se identifican cuatro configuraciones principales:

- **Pórticos:** Son sistemas estructurales formados por elementos verticales y horizontales que aportan rigidez y resistencia. Para que una edificación sea clasificada en este grupo, los pórticos deben absorber al menos el 80% de la fuerza cortante en la base.
- **Muros Estructurales:** Consisten en muros estructurales en los que actúa por lo menos el 70% de fuerza cortante en la base, diseñados para resistir cargas laterales producidas por sismos. Son elementos de gran rigidez que contribuyen significativamente a la estabilidad de la edificación.
- **Sistema Dual:** Combina la acción de pórticos y muros estructurales en la resistencia sísmica. La contribución de los muros a la fuerza cortante en la base debe estar entre el 20 % y el 70 %.
- **Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL):** Son aquellas que emplean muros de concreto armado diseñados y detallados conforme a las exigencias normativas. (E-030,2019)

Estructuras de Acero

En las edificaciones de acero, el sistema estructural resistente a sismos puede adoptar distintas configuraciones:

- **Pórticos Resistentes a Momentos:** Se subdividen en tres tipos según su capacidad de deformación inelástica:
 - Especiales (SMF), con alta capacidad de disipación de energía.

- Intermedios (IMF), con capacidad moderada.
- Ordinarios (OMF), con menor capacidad de disipación de energía.
- **Pórticos Arriostrados:** Se agrupan en tres tipos principales:
 - Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF), que disipan energía a través del pandeo de los arriostres.
 - Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF), con menor capacidad de disipación.
 - Excéntricamente Arriostrados (EBF), donde la disipación de energía ocurre en las zonas entre los arriostres debido a flexión o corte.

Estructuras de Albañilería

Las edificaciones de albañilería utilizan muros contruidos con unidades de arcilla o concreto como elementos principales de resistencia sísmica. Para fines normativos, no se distingue entre albañilería confinada y albañilería armada.

Estructuras de Madera

Este tipo de edificaciones emplea elementos estructurales de madera, incluyendo sistemas entramados y configuraciones tipo poste y viga, que proporcionan estabilidad y resistencia.

Estructuras de Tierra

Las construcciones en este grupo están conformadas por muros de unidades de albañilería de tierra o tierra compactada en sitio, los cuales requieren técnicas específicas para mejorar su comportamiento sísmico.

2.3.2. Peligro o amenaza sísmica.

Peligro sísmico es la probabilidad de ocurrencia de un sismo, dentro de un período específico, en una determinada localidad o zona. (Kuroiwa et. al, 2010).

Asimismo, se puede concluir que el peligro sísmico es una propiedad intrínseca de la zona, y representa el potencial que tienen los posibles movimientos sísmicos del lugar, de producir efectos adversos en las construcciones hechas por hombre, así como al entorno natural mismo, ya que un sismo, dependiendo del lugar donde nos encontremos, puede venir acompañado de otros desastres naturales, tales como deslizamientos, tsunamis, etc. (Burga et. al, 2021).

El peligro sísmico se refiere a la probabilidad de que ocurra un terremoto en una localidad o zona específica durante un período determinado. Para evaluar este riesgo, se necesita llevar a cabo un análisis detallado del sismo, investigando cómo se propagan las ondas sísmicas desde su punto de origen hasta el área de estudio. Este análisis es esencial ya que las características de estas ondas, como su velocidad y frecuencia, pueden cambiar a lo largo de su trayectoria hasta llegar al lugar de interés (Barbat et al., 2005). Además, el peligro sísmico se considera una característica intrínseca de la zona y representa la capacidad de los posibles movimientos telúricos para causar daños tanto en las estructuras construidas por el ser humano como en el entorno natural circundante. Se define el peligro sísmico como la probabilidad de ocurrencia de un sismo de cierta magnitud e intensidad en un lugar determinado durante un período de tiempo específico. Este concepto se fundamenta en la evaluación histórica de terremotos pasados, el estudio de la geología y la actividad tectónica local, así como en análisis sismológicos actuales que permiten anticipar y mitigar los riesgos asociados a estos eventos naturales. (Burga et al., 2021; Kuroiwa, 2019).

2.3.3. Vulnerabilidad sísmica.

Es el grado de daño que sufre una estructura, ocasionado por un sismo de determinadas características, se le denomina vulnerabilidad sísmica. La vulnerabilidad sísmica frente a un sismo de determinadas características es una propiedad intrínseca de cada estructura y, por tanto, independiente de la peligrosidad del emplazamiento. Esto quiere decir que una estructura puede ser vulnerable pero no estar en riesgo si no se encuentra en un sitio con una cierta peligrosidad sísmica. (Barbat et al., 2005). La medida en que una construcción se ve afectada por un terremoto con características específicas se conoce como vulnerabilidad sísmica. Esta vulnerabilidad es inherente a cada estructura y no está relacionada con la peligrosidad del lugar donde se encuentra. En otras palabras, una edificación puede ser vulnerable sin estar en riesgo si no está ubicada en un área con una amenaza sísmica significativa. (Barbat et al., 2005). Existen dos tipos de vulnerabilidad sísmica que se pueden identificar:

✓ Vulnerabilidad sísmica por origen:

Este tipo de vulnerabilidad se encuentra intrínseca en edificaciones que desde su planificación no conciben un criterio de diseño y construcción sismo resistente, este factor puede ser modificado mediante rehabilitaciones estructurales sismo resistente. (Arteaga, 2017).

La vulnerabilidad de este tipo está arraigada en edificios que no consideran desde el principio un enfoque de diseño y construcción resistente a los terremotos. Sin embargo, esta situación puede ser cambiada a través de mejoras estructurales que los hagan más resilientes ante los sismos. (Arteaga, 2017).

✓ Vulnerabilidad sísmica progresiva:

Es la vulnerabilidad que se evidencia y acrecienta con el devenir de los tiempos en un tipo o clase de edificación, asociada a la pérdida de las propiedades físico -

mecánicas de sus materiales con el cual fue construido, los fenómenos climáticos y/o los fenómenos naturales son los detonantes de esta vulnerabilidad, un factor que modifica esta vulnerabilidad es el mantenimiento ya sea este preventivo o rutinario. (Arteaga,2017). Esta vulnerabilidad se manifiesta y aumenta con el paso del tiempo en ciertos tipos de construcciones, debido a la pérdida gradual de las características físico-mecánicas de los materiales utilizados en su construcción. Los fenómenos climáticos y naturales son los desencadenantes de esta vulnerabilidad. Un elemento que puede cambiar esta situación es el mantenimiento, ya sea preventivo o regular. (Arteaga, 2017).

2.3.4. Vulnerabilidad sísmica estructural.

La vulnerabilidad estructural se refiere al potencial daño que pueden sufrir los componentes fundamentales de una estructura, como los cimientos, columnas, vigas y losas, durante un terremoto. (OPS, 2004).

2.3.5. Vulnerabilidad sísmica no estructural.

La vulnerabilidad no estructural implica el posible daño que pueden sufrir los elementos no esenciales de una estructura durante un terremoto. (OPS, 2004).

2.3.6. Vulnerabilidad sísmica funcional.

Susceptibilidad de sufrir daño de los componentes funcionales de la edificación ante un evento telúrico.

2.4. Riesgo sísmico.

La UNDRO (Organización de las Naciones Unidas para la Coordinación de la Ayuda en Casos de Desastre) y la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) presentaron una definición que se resume con los siguientes conceptos: (Barbat et al., 2005).

- ✓ **Amenaza, peligro o peligrosidad, (H):** Es la probabilidad de que ocurra un evento sísmico potencialmente devastador en un lugar específico durante un período de tiempo determinado.
- ✓ **Vulnerabilidad, V:** Se refiere al grado o porcentaje de pérdida de un elemento o conjunto de elementos en riesgo como resultado de la probable ocurrencia de un evento sísmico destructivo.
- ✓ **Elementos en riesgo, E:** Incluyen la población, los edificios y estructuras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos, las utilidades y la infraestructura que están expuestas a una amenaza en una determinada área.
- ✓ **Riesgo Sísmico, R:** Se define como el número de pérdidas humanas, heridos, daños a la propiedad y los efectos sobre la actividad económica debido a la ocurrencia de un desastre. Se calcula como el producto del riesgo específico y los elementos en riesgo, E.

$$R = H * V * E$$

Ecuación 1. Riesgo Sísmico

2.4.1. Infraestructura de Salud.

Se define como el conjunto de infraestructuras y servicios esenciales necesarios para la construcción y la mejora de los entornos, así como para el cuidado de la salud, abarcando actividades dirigidas a prevenir y controlar enfermedades. (FAIS, 2022).

En el Perú, los establecimientos de salud se clasifican según su nivel de complejidad y la capacidad resolutoria de los servicios que ofrecen. Esta categorización permite organizar la atención sanitaria de manera eficiente, asegurando que la población reciba servicios adecuados a sus necesidades. A continuación, se detallan las categorías establecidas (MINSA, 2011):

Primer Nivel de Atención

Este nivel se enfoca en la atención primaria, brindando servicios básicos de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación. Se subdivide en las siguientes categorías (MINSA, 2011).

- **Categoría I-1:** Incluye consultorios de profesionales de la salud que no son médicos cirujanos, como enfermeros o técnicos de salud. Estos establecimientos ofrecen atención ambulatoria básica y actividades de promoción y prevención en salud. (MINSA, 2011).
- **Categoría I-2:** Comprende puestos o postas de salud y consultorios médicos atendidos por médicos cirujanos, con o sin especialidad. Proporcionan atención ambulatoria, incluyendo consultas médicas, procedimientos menores y seguimiento de pacientes. (MINSA, 2011).
- **Categoría I-3:** Corresponde a centros de salud, centros médicos y centros médicos especializados. Ofrecen servicios ambulatorios más complejos, con diversas especialidades médicas y servicios de apoyo al diagnóstico (MINSA, 2011).
- **Categoría I-4:** Incluye centros de salud y centros médicos que cuentan con camas para internamiento. Además de la atención ambulatoria, brindan servicios de hospitalización para casos que requieren observación o tratamiento más prolongado (MINSA, 2011).

Segundo Nivel de Atención

Este nivel atiende patologías de mediana complejidad que no pueden ser resueltas en el primer nivel. Los establecimientos en esta categoría cuentan con servicios de hospitalización y especialidades médicas básicas. Se dividen en:

- **Categoría II-1:** Establecimientos con capacidad para atención ambulatoria, de emergencia y hospitalización. Cuentan con servicios como consulta externa, emergencia, hospitalización, centro obstétrico, centro quirúrgico, medicina de rehabilitación, diagnóstico por imágenes, laboratorio clínico, farmacia, entre otros (MINSA, 2011).
- **Categoría II-2:** Establecimientos similares a la categoría II-1, pero con mayor capacidad resolutive y una gama más amplia de especialidades médicas y servicios de apoyo al diagnóstico (MINSA, 2011).
- **Categoría II-E:** Establecimientos especializados que ofrecen atención en áreas específicas de la medicina, con servicios de hospitalización y equipamiento especializado para diagnósticos y tratamientos complejos (MINSA, 2011).

Tercer Nivel de Atención

Destinado a la atención de patologías de alta complejidad que requieren tecnología avanzada y personal altamente especializado. Incluye:

- **Categoría III-1:** Establecimientos con alta capacidad resolutive, que brindan atención ambulatoria, de emergencia, hospitalización y cuidados intensivos. Cuentan con una amplia gama de especialidades médicas y servicios de apoyo al diagnóstico y tratamiento (MINSA, 2011).
- **Categoría III-E:** Establecimientos altamente especializados que ofrecen atención en áreas específicas de la medicina, con servicios de hospitalización, cuidados intensivos y tecnología de punta para diagnósticos y tratamientos avanzados (MINSA, 2011).

2.4.2. Metodología HAZUS

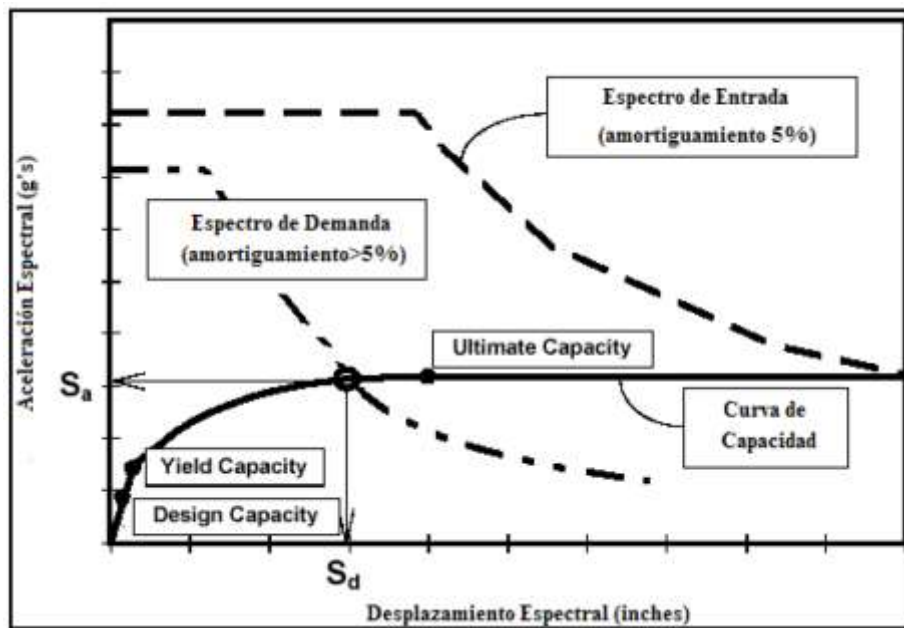
HAZUS (Hazards U.S.) es una herramienta desarrollada por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA) junto al Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (NIBS) para evaluar el riesgo sísmico. Se basa en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y ha sido actualizada varias veces desde su inicio en 1997, con la última versión en 2020 (FEMA, 2020). Para evaluar el daño de un edificio frente a un terremoto, se necesitan dos tipos de información:

- Detalles del edificio, como su tipo y altura, y el nivel sísmico para el que fue diseñado.
- Características del movimiento sísmico en el lugar donde se encuentra el edificio.
- La herramienta utiliza estas entradas para estimar la probabilidad de daño y su impacto en términos físicos, económicos y sociales (Puerto, 2004).
- Los valores de desplazamiento y variabilidad se calculan para cada tipo de edificio, considerando datos de funcionamiento, sismicidad y experiencia experta (Puerto, 2004).
- La variabilidad en los daños se modela considerando la incertidumbre en el umbral de daño, las características del edificio y la respuesta al movimiento sísmico.
- La capacidad de respuesta de un edificio se describe mediante una curva que muestra cómo responde ante una carga lateral.
- La metodología emplea un enfoque similar al espectro de capacidad para determinar la respuesta máxima del edificio, comparando la capacidad del edificio con el espectro de demanda según la ubicación.

- El espectro de demanda se calcula con un 5% de amortiguamiento y se ajusta para reflejar los altos niveles de amortiguamiento efectivo.

Estos conceptos se esquematizan en la Figura 3:

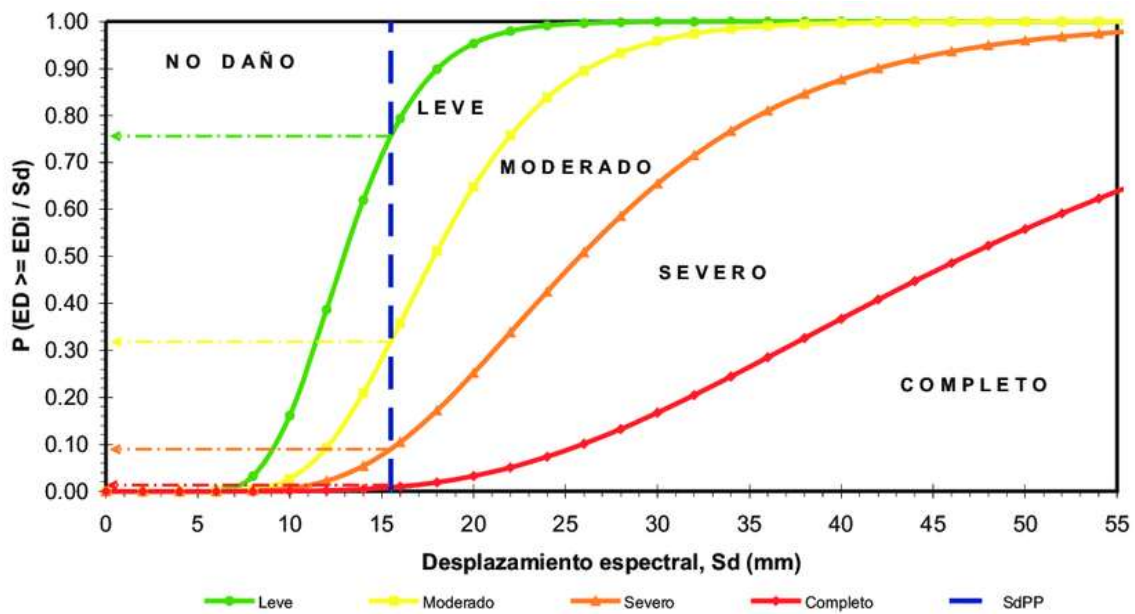
Figura 3. Esquema de una Curva de Capacidad y un Espectro de Demanda.



Fuente: (FEMA, 2020)

Curvas de fragilidad: Las curvas de fragilidad son herramientas estadísticas que representan la relación entre la intensidad del movimiento del suelo y la probabilidad de que una estructura alcance o supere un estado límite específico durante un evento sísmico. Estas curvas se desarrollan a partir de datos empíricos, simulaciones numéricas y modelos de vulnerabilidad, y son fundamentales para la evaluación del riesgo sísmico y la planificación de la mitigación de desastres (Zhao et al., 2021). A continuación se presenta una gráfica ejemplificando las curvas de fragilidad:

Figura 4. Esquema de curvas de fragilidad



Fuente: (Gonzales et. al, 2007)

La imagen muestra un conjunto de curvas de fragilidad, las cuales representan la probabilidad “P” de que una estructura supere ciertos niveles de daño en función del desplazamiento espectral S_d (mm). Se observan diferentes curvas asociadas a distintos estados de daño (leve, moderado, severo y completo), con los ejes correspondientes a la probabilidad acumulada y la intensidad del sismo, lo que permite evaluar la vulnerabilidad estructural ante distintos escenarios sísmicos. (Gonzales et. Al, 2007)

2.5. Definición de Términos Básicos.

Acelerogramas: Son diagramas de tiempo de aceleración (también se le conoce como curso de tiempo de aceleración o sismograma), que generalmente se basan en registros de terremotos reales registrados por los instrumentos denominados acelerógrafos. Los acelerogramas son registros gráficos que muestran cómo la aceleración del suelo varía con el tiempo durante un evento sísmico. (Dublal, 2022)

Deriva entre pisos: Es el desplazamiento de traslación relativo entre dos pisos, es una cantidad de respuesta importante y un indicador del desempeño estructural

(Skolnik,2010). Se calcula dividiendo los desplazamientos laterales por la altura de entrepiso. (NTP 0.30, 2019)

Espectro de pseudo-aceleración: El espectro de pseudo-aceleración es una representación gráfica de la aceleración espectral en una dirección específica. Este espectro se basa en el espectro de respuesta de deformación o desplazamiento y muestra la cantidad de aceleración en función del período natural o frecuencia de vibración de una estructura. Se utiliza para caracterizar el movimiento del suelo y predecir cómo afectaría a las estructuras. Los espectros de respuesta, incluyendo el de deformación, pseudo-velocidad y pseudo-aceleración, suelen representarse en escalas logarítmicas y dependen de factores como el factor de zona, factor de uso y la gravedad, entre otros (Desena, 2016; NTP 0.30, 2019).

Intensidad sísmica: La intensidad sísmica se refiere a una medida o estimación práctica de la vibración del suelo durante un terremoto. Se utilizan varios parámetros de intensidad sísmica para seleccionar un acelerograma para su estudio. (Kuroiwa, 2002).

Magnitud sísmica: En 1935, Charles Richter definió el concepto de magnitud sísmica con el objetivo de capturar la energía liberada por un terremoto. La magnitud de Richter, también conocida como magnitud local y comúnmente indicada por "Graphics", se calcula como el logaritmo (base 10) de la máxima amplitud (A_{max}) registrada en un sismógrafo estándar Wood-Anderson, menos una corrección por la distancia (D) entre el epicentro y el lugar de registro. Esta corrección se basa en el logaritmo de la amplitud (A_0) que debería tener un terremoto de magnitud cero a esa misma distancia (Richter, 1958).

$$M_L = \log(A_{m\acute{a}x}) - \log A_0(D)$$

Ecuación 2. Magnitud Sísmica

Sismo: Un sismo es el resultado de la generación y liberación de energía que se propaga en forma de ondas a través del interior de la tierra. Cuando estas ondas alcanzan la superficie, son detectadas por estaciones sísmicas y pueden ser percibidas tanto por la población como por las estructuras. (Instituto Geofísico del Perú, 2019)

CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis.

3.1.1. Hipótesis de investigación.

El grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del establecimiento de Salud I - 4 Toribio Casanova es de medio a alto.

3.2. Variables.

Las variables de la presente investigación se han clasificado de la siguiente manera:

Variable  **Sub Variables**

Nivel de vulnerabilidad sísmica / Vulnerabilidad sísmica estructural, no estructural y funcional.

3.2.1. Variable categórica (dependiente)

- Nivel de vulnerabilidad sísmica

3.2.2. Sub Variables. (independiente)

- Vulnerabilidad sísmica estructural.
- Vulnerabilidad sísmica no estructural.
- Vulnerabilidad sísmica funcional

3.3. Operacionalización/ categorización de los componentes de la hipótesis.

Nivel de vulnerabilidad sísmica, es una variable, cuyo indicador es bajo, medio y alto. La vulnerabilidad sísmica es el grado o nivel de daño que puede llegar a sufrir una estructura, ocasionado por un sismo de ciertas características. Esta propiedad, es intrínseca de las estructuras, por lo que es independiente de la peligrosidad sísmica del lugar donde se ubiquen dichas estructuras. (Barbat, et al.2005)

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.

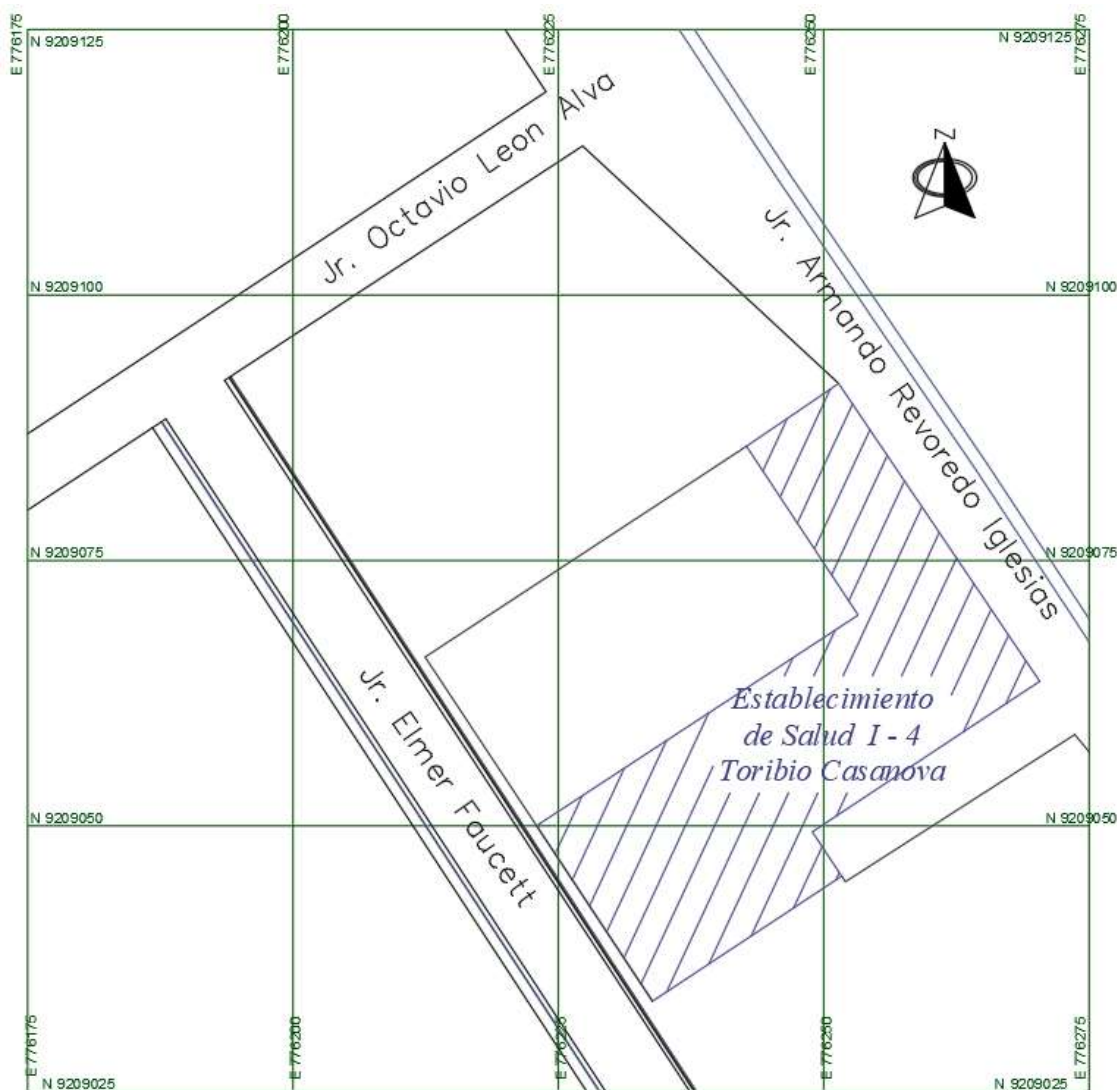
Nº	VARIABLES Y SUBVARIABLES	TIPO	INDICADOR	INSTRUMENTO	ESCALA
1	Nivel de vulnerabilidad sísmica	Variable categórica (Dependiente)	Bajo, medio, alto	Varias Normas/ Metodología dada por (Candebat, et. al, 2020)	Nominal
2	Vulnerabilidad estructural. (1)	Sub Variable (Independiente)	Nivel de operabilidad estructural de la edificación	Metodología HAZUS (USA)	Nominal
3	Vulnerabilidad no estructural. (2)	Sub Variable (Independiente)	Nivel de operabilidad no estructural de la edificación	Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS). / Norma Técnica N° 021- MINSA/DGSP.02 Norma Técnica de Salud "Categorías de Establecimientos del Sector Salud"	Nominal
4	Vulnerabilidad funcional. (3)	Sub Variable (Independiente)	Nivel de operabilidad funcional de la edificación	Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS).	Nominal

CAPITULO IV: MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica.

La investigación se realizó en el departamento, provincia y distrito de Cajamarca, tomando como muestra para la presente investigación el establecimiento de Salud I - 4 Toribio Casanova, ubicado en la Urbanización “Toribio Casanova”, Jirón Elmer Faucett N° 363 y Jr. Armando Revoredo N° 334. Coordenadas UTM: E = 776241.03 m, N = 9209052.87

Figura 5. Ubicación del centro de salud “Toribio Casanova”



Escala 1 - 400

Fuente: Expediente técnico.

4.2. Métodos de Investigación.

El método de investigación a utilizar es el método hipotético deductivo.

Asimismo, el tipo de investigación se puede resumir del siguiente modo:

Tabla 2. Criterio y tipo de investigación.

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque teórico metodológico	Cuantitativa y Cualitativa
Objetivos (alcances)	Descriptiva
Fuente de datos	Mixta
Control en el diseño de la prueba de hipótesis	No Experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde se desarrolla	Ciudad
Intervención disciplinaria	Unidisciplinaria

4.2.1. Población de estudio.

Universo: La población de estudio son todos los establecimientos de infraestructura de Salud I-4 de la región Cajamarca – Perú.

4.2.2. Muestra.

Se tomará como muestra el establecimiento de salud I-4 Toribio Casanova de la región Cajamarca – Perú.

4.2.3. Unidad de Análisis.

La unidad de análisis es el nivel la vulnerabilidad sísmica: estructural, no estructural y funcional de las edificaciones del establecimiento de Salud I - 4 Toribio Casanova.

4.2.4. Unidades de observación

Las unidades de observación fueron cada uno de los componentes que forman parte de la unidad de análisis.

4.2.5. Técnicas e instrumentos de recopilación de información.

- ✓ Se realizó un análisis documental, pues fue necesario para esta investigación estudiar y analizar la información respecto a los componentes estructurales, no estructurales y funcionales del expediente técnico de la edificación objeto de estudio; también se utilizó la normativa NTE, NTP, Normas ASTM, Guías para la evaluación de Hospitales o infraestructura de salud y otros necesarios para la presente investigación.
- ✓ Observación directa pues se efectuarán ensayos de materiales y comparación de los datos obtenidos en la edificación real y los del expediente técnico.
- ✓ Se utilizaron acelerogramas sintéticos y reales para realizar simulaciones del comportamiento de la edificación.

4.2.6. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información

- ✓ Para el análisis documental se usó el expediente técnico, normas y otras investigaciones relevantes.
- ✓ Para la observación directa fichas de control, cuadros de verificación y otros.
- ✓ Se realizó el análisis de vulnerabilidad sísmica de la edificación bajo la metodología HAZUS, utilizando un software de análisis de estructuras.
- ✓ Para el tratamiento estadístico de datos, elaboración de tablas y gráficos estadísticos se usará Microsoft Excel y el Software SPSS, principalmente.
- ✓ Se utilizó el software Robot Structural Analysis Professional de Autodesk, Inc.; y/o ETABS y/o SAP2000 para realizar el modelamiento, simulación y análisis estructural.

4.2.7. Matriz de consistencia metodológica

Tabla 3. Matriz de consistencia metodológica

TÍTULO: “ VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DEL ESTABLECIMIENTO DE SALUD I-4 TORIBIO CASANOVA - CAJAMARCA”									
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Metodología		Población y muestra
¿Cuál es el grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del Establecimiento de Salud I - 4 Toribio Casanova?	General	Hipótesis de investigación: El grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del establecimiento de Salud I - 4 Toribio Casanova es de medio a alto.	Variable categórica (Independiente)	Vulnerabilidad sísmica es la característica inherente de una estructura a sufrir daño debido a la acción de un movimiento telúrico. (Barbat, et al.2005)	Determinar la vulnerabilidad estructural, la vulnerabilidad no estructural y funcional de la edificación.	Nominal	Para la realización de esta investigación será necesario estudiar información respecto a los componentes de la edificación insitu y compararlo con el Expediente Técnico, para posteriormente realizar modelo virtual utilizando softwares bajo el enfoque de la metodología BIM en contraste con la edificación real.	Método no experimental	Población
	Nivel de vulnerabilidad sísmica.								
	Específicos		Sub Variable (1) (Dependiente)	Susceptibilidad de los elementos o componentes estructurales de una edificación de sufrir daño debido a un sismo. (Safina, 2003)	Calcular las curvas de fragilidad a partir de un análisis no lineal estático mediante la metodología Hazus	Índice de daño	La unidad de análisis es el nivel la vulnerabilidad sísmica: estructural, no estructural y funcional del Establecimiento de Salud I - 4 Toribio Casanova.	Unidad de análisis	Muestra
	Vulnerabilidad sísmica estructural.								
	Determinar la vulnerabilidad sísmica estructural.		Sub Variable (2) (Dependiente)	Susceptibilidad de los elementos o componentes no estructurales de sufrir daño debido a un sismo. (Safina, 2003)	Determinar la vulnerabilidad no estructural según la Norma Técnica N° 021-MINSA/DGSP.02 Norma Técnica de Salud "Categorías de Establecimientos del Sector Salud" y la Guía para evaluadores del ISH de la O.M.S.)	Índice de seguridad hospitalaria	Las unidades de observación serán cada uno de los componentes que forman parte de la unidad de análisis.	Unidad de observación	
	Determinar la vulnerabilidad sísmica no estructural.								
Determinar la vulnerabilidad sísmica funcional.	Sub Variable (3) (Dependiente)	Susceptibilidad de sufrir daño de los componentes funcionales de la edificación y de ver perturbado su funcionamiento como consecuencia del incremento de la demanda de sus servicios debido a un evento telúrico. (Safina, 2003)	Determinar el Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH, Organización Panamericana de Salud, OPS/OMS).	Índice de seguridad hospitalaria					
Estimar el porcentaje de los daños que presentará la estructura a partir de la generación de las curvas de fragilidad.	Vulnerabilidad sísmica funcional								

4.3. Procedimiento.

A continuación, se detalla el procedimiento seguido en cada componente de la presente investigación:

4.3.1. Características del establecimiento de Salud.

En el año 2007, el proyecto surgió como respuesta a las necesidades identificadas por la población beneficiaria, las autoridades locales y el sector de la salud frente a la presencia de diversas enfermedades y la insatisfacción de los usuarios con la calidad deficiente de los servicios de salud, así como la falta de oportunidad en el diagnóstico y tratamiento. El propósito principal del proyecto fue mejorar y fortalecer la oferta de servicios de salud mediante la construcción de infraestructuras, el suministro de equipamiento y la asignación de recursos humanos, con el objetivo de reducir los indicadores desfavorables de mortalidad y morbilidad. (Fuente: Expediente Técnico).

4.3.1.1. Infraestructura.

Es así que el proyecto dentro de su componente de infraestructura que incluyó la construcción de un edificio de dos niveles, utilizando materiales duraderos y una losa aligerada. Debido a su extensión y diseño, se ha dividido en dos bloques, los cuales se describen a continuación: (Fuente: Expediente Técnico).

- Bloque I.

El Bloque I está delimitado de la siguiente manera: en su frente se encuentra con el Jr. Elmer Faucett con una medida de 19.80m. En el lado derecho, limita con tres tramos; el primero, de 21.35m de longitud, colinda con el Lote D13; el segundo, de 5.00m; y el tercero, de 14.80m, limitan con el área de recreación de la Asociación Toribio Casanova. En el lado izquierdo, colinda con un área de recreación a lo largo de

36.15m. En la parte posterior, se encuentra con el Bloque II a una distancia de 14.64m.
(Fuente: Expediente Técnico).

Este bloque tiene un perímetro de 111.74m, el cual encierra un área total de 638.94m². El Bloque I, está conformado por los ambientes que se describen a continuación. (Fuente: Expediente Técnico).

Tabla 4. Ambientes bloque I.

1 Psicoprofilaxis	28 SS.HH. Ginecología
2 Ginecología y obstetricia	29 SS.HH. Medicina general
3 Medicina general	30 SS.HH. Pediatría
4 Pediatría	31 SS.HH. Control
5 Control de niño sano	32 SS.HH. Triage
6 Tópico consultorios externos	33 SS.HH. Consultorio externos
7 Triage	34 SS.HH. Cuidados intensivos niños
8 Control	35 SS.HH. Hospitalización niñas
9 Tópico de emergencia	36 SS.HH. Hospitalización mujeres
10 Cuidados intensivo niños	37 SS.HH. Est. enfermería
11 Hospitalización niñas	38 Lavachata
12 Cuarto de limpieza	39 SS.HH. Vestidor
13 Hospitalización mujeres	40 Cuarto aséptico
14 Recuperación de operaciones menores	41 Preparación
15 Ropa limpia	42 SS.HH. Preparación
16 Sala de esterilización	43 SS.HH. Dilatación
17 Recuperación partos	44 cambio de botas, lavamanos
18 Sala de partos	45 vestidor
19 Espera, admisión emergencia	46 dilatación
20 Archivo de historias clínicas	47 recién nacido
21 Farmacia	48 sala de operaciones menores
22 Estar de pacientes, estación de enfermeras	49 corredor aséptico
23 SS.HH. Varones	50 hall centro quirúrgico
24 SS.HH. Minusválidos	51 estacionamiento
25 SS.HH. Mujeres	52 rampas
26 SS.HH. Tópico emergencias	53 ingreso emergencia
27 SS.HH. Espera emergencias	

(Fuente: Expediente Técnico).

- **Bloque II.**

El Bloque II está definido en sus límites de la siguiente manera: en su parte frontal, limita con el Jr. Armando Revoredo Iglesias en una extensión de 33.85m. En el lado derecho, al ingresar, colinda con el área de servicios públicos en una longitud de 10.50m. En el lado izquierdo, linda con un área de recreación abarcando 10.84m. En la parte posterior, comparte límites con el Bloque I y un área de recreación con longitudes respectivas de 14.64m y 19.05m. (Fuente: Expediente Técnico).

El Bloque II presenta un contorno de 88.88m, delimitando así un área total de 360.33m². Este bloque está compuesto por los siguientes espacios. (Fuente: Expediente Técnico).

Tabla 5. Ambientes bloque II.

1 Ecografía	18 Cuarto oscuro
2 Odontología	19 Control
3 Toma de muestra, laboratorio	20 Vestidor
4 Control y medio ambiente	21 Lavandería
5 Tratamiento de basura	22 SS.HH. Hombres
6 Hospitalización niños	23 SS.HH. Mujeres
7 Hospitalización varones	24 SS.HH. jefatura
8 Almacén general	25 Cocina
9 Dep. limpieza	26 Vest. personal de servicio
10 Archivo de placas	27 Vest. enfermeras SS.HH.
11 Área de servicios generales	28 SS.HH. Hosp. varones
12 Jefatura	29 SS.HH. Hosp. niños
13 Administración	30 Vest médicos SS.HH.
14 Archivo	31 Auditorio
15 SS.HH. ecografía	32 Depósito de cadáveres
16 SS.HH. odontología	33 Grupo electrógeno
17 Rayos X	

(Fuente: Expediente Técnico).

4.3.1.2.Equipamiento.

Como parte integral de este proyecto, se contempló la adquisición de equipamiento para el Establecimiento de Salud I – 4 Toribio Casanova. A continuación, se especifica el equipamiento que fue adquirido en el marco de este proyecto.

Tabla 6. Equipamiento Médico

EQUIPOS MÉDICOS Y ELECTROMÉDICOS	
Atención de emergencias	Sala de parto y atención del recién nacido
1 Lámpara de examen clínico	71 Mesa de parto (con adecuación cultural)
2 Mesa para examen gineco obstétrico	72 Mesa de parto, mecánica
3 Mesa rodable para curaciones	73 Mesa rodable para curaciones
4 Portasuero metálico rodable	74 Lámpara de examen clínico
5 Vitrina para material de dos cuerpos	75 Mesa metálica rodable tipo mayo
6 Mesa metálica rodable tipo mayo	76 Aspirador de secreciones, sobremesa
7 Taburete giratorio rodable	77 Taburete giratorio rodable
8 Escalinata de dos peldaños	78 Porta balde metálico rodable con balde de acero inoxidable
9 Porta balde metálico rodable con balde de acero inoxidable	79 Portasuero metálico rodable
10 Biombo metálico de dos cuerpos	80 Escalinata de dos peldaños
11 Aspirador de secreciones, sobremesa	81 Cuna de calor radiante para atención del recién nacido.
12 Cilindro de oxígeno medicinal con accesorios	82 Balanza mecánica pediátrica de sobremesa
13 Estetoscopio adulto	83 Estufa de calefacción de ambiente
14 Laringoscopio adulto	84 Cilindro de oxígeno medicinal con accesorios
15 Laringoscopio neonatal	85 Respirador manual adulto
16 Oto - oftalmoscopio	86 Respirador manual neonatal
17 Nebulizador	87 Estetoscopio adulto
18 Respirador manual adulto	88 Laringoscopio neonatal
19 Respirador manual neonatal	89 Estetoscopio adulto
20 Tensiómetro mercurial con base rodable	90 Estetoscopio neonatal
21 Set instrumental de curaciones	91 Tensiómetro mercurial con base rodable
22 Set instrumental de pequeñas intervenciones quirúrgicas	92 Set instrumental para atención del parto
23 Set instrumental para examen ginecológico	93 Set instrumental episiotomía
24 Set instrumental para extracción de cuerpo extraño	94 Set instrumental para revisión de cuello uterino
25 Camilla con bastidor rodable (traslado de paciente)	95 Set instrumental para legrado puerperal
26 Balanza mecánica de pie con tallímetro	96 Cuna acrílica rodable para recién nacido
27 Balanza mecánica de pie con tallímetro	97 Vitrina para material de dos cuerpos
28 Silla de ruedas	98 Incubadora de transporte
29 Maletín para visita domiciliaria	99 Oxímetro de pulso, portátil
30 Esterilizador de calor seco de 35 - 40 l	Patología clínica (laboratorio)
Consulta externo - niño	100 Microscopio binocular estándar
31 Mesa para examen y curaciones para niños	101 Centrifuga universal de tubos

EQUIPOS MÉDICOS Y ELECTROMÉDICOS	
32 Mesa escritorio con cajones	102 Centrifuga para micro hematocrito
33 Silla	103 Contador diferencial de células sanguíneas
34 Balanza mecánica pediátrica de sobremesa	104 Refrigeradora medica
35 Tensiómetro aneroide pediátrico	105 Baño maría de 10 – 15 L
36 Estetoscopio pediátrico	106 Fotómetro digital
37 Biombo metálico de dos cuerpos	107 Rotador serológico
38 Vitrina metálica para material de un cuerpo	108 Balanza analítica de precisión
39 Negatoscopio de dos campos	109 Incubadora de laboratorio
40 Transportador de vacunas	110 Conservadora portátil de bolsas de sangre
41 Refrigeradora medica	Internamiento
Consulta externa mujer	111 Cama clínica rodable para adultos
42 Mesa para examen gineco obstétrico	112 Portasuero metálico rodable
43 Escalinata de dos peldaños	113 Cuna acrílica rodable para recién nacido
44 Taburete giratorio rodable	114 Biombo metálico de dos cuerpos
45 Lámpara de examen clínico	115 Tensiómetro aneroide portátil
46 Mesa rodable para curaciones	116 Camilla con bastidor rodable (traslado de paciente)
47 Biombo metálico de dos cuerpos	117 Mesa de noche
48 Mesa escritorio con cajones	118 Mesa rodable para alimentación del paciente
49 Silla	Función esterilización
50 Negatoscopio de dos campos	119 Esterilizador de calor seco de 35 - 40 l
51 Detector de latidos fetales sobremesa	120 Autoclave de sobremesa, eléctrica de 25-30l
52 Balanza mecánica de pie con tallímetro adulto	121 Vitrina metálica para material de dos cuerpos
53 Tensiómetro aneroide portátil	Farmacia - botiquín
54 Estetoscopio adulto	122 Refrigeradora medica
55 Set instrumental para examen ginecológico	123 Estantería metálica de ángulos ranurados
56 Set instrumental para inserción de DIU	Salud comunitaria y ambiental
57 Ecógrafo	124 Soporte para rotafolio
58 Vitrina metálica para material de un cuerpo	125 Pizarra acrílica
Consultorio odontología	126 Televisor
59 Amalgamador dental	127 Reproductor de video
60 Destartarizador ultrasónico	128 Retroproyector
61 Autoclave eléctrica	129 Micrófono y parlante
62 Unidad dental completa	130 Data - display - proyector multimedia
63 Equipo de rayos x dental	131 Mesa de trabajo
64 Set instrumental para exodoncia	132 Silla
65 Set instrumental de diagnóstico odontológico	
66 Set instrumental de cirugía dental	
67 Set instrumental de endodoncia	
68 Mesa escritorio con cajones	
69 Silla	
70 Negatoscopio de dos campos	

(Fuente: Expediente Técnico).

4.3.2. Características técnicas.

La edificación se construyó basado en la normativa vigente al año 2007, para ello se consideró la siguiente normativa actualizada al año en mención:

- Norma técnica de edificación E.020 Cargas.
- Norma técnica de edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- Norma técnica de edificación E.050 Suelos y Cimentaciones.
- Norma técnica de edificación E.060 Concreto Armado.
- Norma técnica de edificación E.070 Albañilería.
- Norma técnica de edificación E.090 Estructuras Metálicas.

4.3.2.1. Componente estructural.

La edificación en estudio tiene las siguientes características estructurales

- Sistema Estructural: Aporticado.
- Junta de separación sísmica de 5 cm (entre los bloques I y II).

Especificaciones técnicas estructuras:

A. Losa aligerada.

- Concreto: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (alcanzado a los 28 días).
- Acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento en Viguetas: 2.5 cm, (5cm sobre ladrillo hueco)

B. Refuerzo.

- El refuerzo que va dispuesto en dos capas, deberá tener una separación igual al diámetro de la varilla y no menor de 2.5 cm.
- Longitud de Traslape del refuerzo = 0.40 m.

C. Cargas para diseño de losa aligerada.

- **Cargas permanentes (CM)**

- Para Aligerado $h = 0.25$ m P. Propio = 350 kg/m^2 .
- Para Aligerado $h = 0.20$ m P. Propio = 300 kg/m^2 .
- Para Aligerado $h = 0.17$ m P. Propio = 280 kg/m^2
- Peso propio acabados = 100 kg/m^2 .

- **Sobrecargas o cargas vivas (CV)**

- Sobrecarga Salas de Operación, laboratorios = 300 kg/m^2 .
- Sobrecarga Corredores y Escalera en Hospitales = 400 kg/m^2 .
- Sobrecarga Cuartos en Hospitales = 200.00 kg/m^2 .
- Sobrecarga Techo inclinado ($S = 15\%$) = 72.50 kg/m^2 .

Especificaciones técnicas cimentación:

A. Suelo de fundación.

- Se mejorará el suelo de fundación con Over Ø mín. 4" y f máx 8", dispuesto en dos capas de 0.20m, luego se colocará una capa de Afirmado Compactado de 0.20 y por último un solado de concreto $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de $e = 0.15\text{m}$.

- Esfuerzo Admisible del Terreno $\sigma = 0.90 \text{ kg/cm}^2$

- El suelo de fundación para los pisos será mejorado con la colocación de dos capas de afirmado compactado de, $e = 0.25\text{m}$ cada capa

B. Zapatas.

- Concreto: $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ (alcanzado a los 28 días)
- Acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento sobre el suelo: 7.5 cm.
- Recubrimiento de acero inferior: a 7.5 cm de extremo de zapata.

- Recubrimiento de acero superior: mín. a 12.5 cm de extremo de zapata.
- Longitud de anclaje columna - zapata, mínimo 20 cm.

C. Vigas riostras

- Concreto: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (alcanzado a los 28 días).
- Acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento libre: 3.5 cm
- El refuerzo que va dispuesto en dos capas, deberá tener una separación igual al diámetro de la varilla y no menor de 2.5 cm.
- Las Longitudes de Traslape del refuerzo están en función del db y son:
 - * para db = 3/8" L traslape = 0.45 m
 - * para db = 1/2" L traslape = 0.50 m
 - * para db = 5/8" L traslape = 0.60 m
 - * para db = 3/4" L traslape = 0.70 m

D. Escalera

- Concreto: $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (alcanzado a los 28 días)
- Acero: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Recubrimiento libre: 2.5 cm
- Cimiento escalera: $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$

E. Cimientos

- Concreto: Cemento Hormigón 1:10 + 30% P.G. máx. 6"

F. Sobrecimientos

- Concreto: Cemento Hormigón 1:8 + 25 % P.M. máx. 3".

4.3.2.2. Componentes no estructurales.

Los componentes no estructurales del establecimiento de salud son elementos del edificio que no forman parte de la estructura básica del mismo, pero desempeñan un papel crucial en la funcionalidad, seguridad y comodidad del entorno. Estos

componentes contribuyen a la operación y la eficiencia del establecimiento de salud. A continuación los componentes no estructurales con los que cuenta el centro de atención médica:

- **Sistemas de Seguridad**

- Sistemas de cámaras de seguridad y monitoreo para garantizar la seguridad del personal, pacientes y visitantes.
- Sistemas de control de acceso para restringir el ingreso a áreas sensibles.

- **Sistemas de Comunicación:**

- Redes de comunicación interna para facilitar la comunicación entre el personal médico y administrativo.
- Sistemas de megafonía para realizar anuncios y comunicados importantes.

- **Sistemas de Iluminación:**

- Iluminación en áreas de atención médica, pasillos, salas de espera y otros espacios para crear un entorno seguro y cómodo.
- Iluminación de emergencia para situaciones de corte de energía.

- **Sistemas de Climatización:**

- Sistemas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) para mantener temperaturas adecuadas y niveles de humedad en el interior del edificio.

- **Mobiliario y Equipamiento:**

- Mobiliario en áreas de espera, habitaciones de pacientes, oficinas y otros espacios.
- Equipamiento médico no estructural, como carros de medicamentos y equipos de diagnóstico.

- **Sistemas de Alarma y Detección de Incendios:**
 - Sistemas de detección de humo y alarmas contra incendios para garantizar la seguridad en caso de emergencia.
 - Extintores y sistemas de supresión de incendios.
- **Sistemas de Gestión de Residuos:**
 - Contenedores y sistemas de gestión de residuos médicos para la disposición adecuada de desechos biológicos y materiales médicos.
- **Sistemas de Energía de Respaldo:**
 - Generadores de energía de respaldo para garantizar el funcionamiento continuo de equipos críticos durante cortes de energía.
- **Sistemas de Tecnología de la Información:**
 - Equipos y redes informáticas para la gestión de registros médicos electrónicos y otros sistemas de información.
 - Sistemas de audiovisuales utilizados en presentaciones y entrenamientos.
- **Elementos Estéticos y de Diseño:**
 - Elementos arquitectónicos y de diseño que contribuyen a la estética y ambiente del establecimiento, como decoración, colores y diseño interior.

En cuanto a los materiales de los elementos no estructurales, de acuerdo al Expediente Técnico, principalmente se encontró lo siguiente:

A. Mampostería

- Unidades de albañilería: Ladrillos de arcilla KK Artesanal – Tipo I.
- Clase: Ladrillos Tipo I.
- Dimensiones: 0.22 x 0.12 x 0.08 m (Promedio).

- Resistencia: $f'_{b} = 50 \text{ kg/cm}^2$ (compresión), $f'_{m} = 35 \text{ kg/cm}^2$ (flexión).
- Mortero: Proporción Cemento Arena 1:4
- Juntas mortero: Espesor mínimo 10 mm, máximo 15 mm.

B. Falso piso.

- Concreto: Cemento Hormigón 1:8, $e = 10 \text{ cm}$.

4.3.2.3. Componentes funcionales.

4.3.2.3.1. Instalaciones sanitarias

Las instalaciones sanitarias se refieren a los sistemas y redes de tuberías, accesorios y dispositivos utilizados para la recolección y disposición segura de aguas residuales y aguas pluviales, así como para el suministro de agua potable en la edificación. Estas instalaciones son esenciales para garantizar la salud pública y el bienestar de la sociedad al proporcionar un manejo adecuado de los desechos y un suministro confiable de agua potable. La construcción del Centro de Salud, de acuerdo al Expediente Técnico, contemplo lo siguiente:

A. Agua:

- La red interior de agua será de PVC C-10 para agua fría.
- Las válvulas de compuerta serán de bronce tipo Crane presión 125 lb/pulg².
- Las pruebas se realizarán con la ayuda de una bomba de mano hasta lograr una presión de 100 lb/pulg² durante 15 minutos.
- Las tuberías de desagüe se llenarán de agua, después de taponear las salidas, permaneciendo en ducto 24 horas sin permitir escapes.
- Se verificará el funcionamiento de cada aparato sanitario.

- Las tuberías de desagüe serán de PVC - SAP y serán selladas con pegamento especial.
- Las tuberías de agua serán de clase 10 roscado y selladas con teflón.
- Las tuberías de ventilación serán de PVC - SAL y serán sellados con pegamento especial.
- La escalera de acceso al tanque elevado (tipo gato, con canastilla de protección), comenzará en el nivel superior de la 1ª viga del pórtico, hasta 1.00m sobre el nivel de la tapa del tanque elevado h = 13.50. Los soportes verticales serán de fierro negro $\varnothing 2"$, los pasos de fierro negro $\varnothing 1"$ y la canastilla de protección de platinas de fierro $1\frac{1}{2}" \times 3/16"$ cada 0.80m.
- La escalera de acceso al tanque cisterna será similar a la escalera del TE, pero sin canastilla de protección tendrá una altura de h=1.75m.
- El acceso al interior de los tanques para limpieza y mantenimiento será mediante una escalera tipo gato, con peldaños de tubo de acero inoxidable con costura $\varnothing 1\frac{1}{2}"$ cada 0.35m.
- Las canaletas para agua de lluvia serán de plancha de fierro galvanizado $e=1/32"$ y estará sostenida por abrazaderas de fierro de $3/8"$ cada 1.10m.
- Las bajantes (montantes) de aguas de lluvia serán de PVC-SAL, fijadas a las paredes con abrazaderas tipo omega (2 orejas).
- En las zonas en donde los montantes de aguas de lluvia se encuentren con aleros deberán emplearse codos de 45° para continuar el descenso pegados a la pared.

B. Desagüe y aguas de Lluvia:

- La red interior de agua es de PVC C-10 para agua fría.
- Las válvulas de compuerta son de bronce tipo Crane presión 125 lb/pulg².
- Las pruebas se realizaron con la ayuda de una bomba de mano hasta lograr una presión de 100 lb/pulg² durante 15 minutos.
- Las tuberías de desagüe fueron de PVC - SAP y fueron selladas con pegamento especial.
- Las tuberías de ventilación fueron de PVC - SAL y serán sellados con pegamento especial.
- La escalera de acceso al tanque elevado (tipo gato, con canastilla de protección), comienza en el nivel superior de la 1ª viga del pórtico, hasta 1.00m sobre el nivel de la tapa del tanque elevado $h = 13.50$. Los soportes verticales serán de fierro negro $\varnothing 2"$, los pasos de fierro negro $\varnothing 1"$ y la canastilla de protección de platinas de fierro $1\frac{1}{2}" \times \frac{3}{16}"$ cada 0.80m.
- La escalera de acceso al tanque cisterna es similar a la escalera del TE, pero sin canastilla de protección, con una altura de $h=1.75m$.
- El acceso al interior de los tanques para limpieza y mantenimiento se da mediante una escalera tipo gato, con peldaños de tubo de acero inoxidable con costura $\varnothing 1\frac{1}{2}"$ cada 0.35m.
- Las canaletas para agua de lluvia son de plancha de fierro galvanizado $e=1/32"$ y esta sostenida por abrazaderas de fierro de $3/8"$ cada 1.10m.
- Las bajantes (montantes) de aguas de lluvia son de PVC-SAL, fijadas a las paredes con abrazaderas tipo omega (2 orejas).

- En las zonas en donde los montantes de aguas de lluvia se encuentren con aleros se emplearon codos de 45° para continuar el descenso pegados a la pared.

4.3.2.3.2. Instalaciones eléctricas

El diseño y la implementación de instalaciones eléctricas en un establecimiento de salud son de vital importancia para garantizar la seguridad de los pacientes, el personal y el correcto funcionamiento de los equipos médicos. A continuación, proporciono una descripción general de las instalaciones eléctricas del establecimiento de salud:

A. Conductores:

- Todos los conductores serán de cobre electrolítico, con conductibilidad de 100% I.A.C.S., unipolares, el calibre mínimo será de 2.5mm².
- Los conductores de hasta 6mm² de sección, serán de tipo "sólido", los de secciones mayores serán de tipo cableado.
- Todos los conductores serán continuos de caja a caja. No se permitirán empalmes que queden dentro de las tuberías.

B. Dimensionamiento de circuitos derivados (de 220 v)

- Donde no se indique otra cosa, se entiende que se trata de: 2-1x2.5mm²-Ø20mm.
- Todos los circuitos derivados para tomacorrientes, deberán llevar una línea de tierra de protección.

C. Tablero de distribución eléctrica en 380V.

- Serán de tipo de "frente muerto", para empotrar. Estarán compuesto de: un gabinete de plancha de fierro galvanizado de 1/16" de espesor

mínimo, marco y puerta del mismo material de 3/32". Acabado con laca color plomo martillado.

- La puerta deberá llevar chapa con llave amaestrada. En el lado interior de la puerta deberá ir una cartulina que indique el directorio de "circuitos", que corresponda.
- Los interruptores serán automáticos, termomagnéticos, y aprobados por "U.L.". Tendrán la capacidad nominal indicada en los planos.
- Los interruptores generales deberán tener, mínimo, una capacidad de interrupción de la corriente de cortocircuito (en 380V) de 10 KA; los de los circuitos derivados podrán tener una capacidad de 5 KA mínimo.

D. Equipos.

- Todos los equipos de alumbrado fluorescente a utilizarse, serán de "alto factor de potencia".
- Las características de las "salidas eléctricas" de los equipos especiales (p. ej.: las bombas de agua), deberán ser consultadas con el "equipador-Proveedor" correspondiente.
- El alumbrado, conectores, accesorios y equipos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema de teléfono externo, serán suministrados por el "Equipador-proveedor" correspondiente.

E. Códigos y reglamentos.

- En la ejecución de las obras de este proyecto, deberán aplicarse, en lo que corresponda, lo que ordene el Código Nacional de Electricidad, el Reglamento Nacional de Edificaciones y normas conexas.

F. Tuberías.

- Todas las tuberías serán de PVC-SAP.
- Diámetro mínimo de las tuberías:
 - Circuitos de 220V: Ø 20mm (3/4")
 - Sistemas de teléfonos externos: Ø 25mm (1")
- La longitud máxima de un tramo de tubería será de 15 m.
- Todos los empalmes de las tuberías con las cajas se realizarán utilizando los "conectores tubo-caja" apropiados.
- Todas las tuberías que debieran quedar enterradas (p. ej.: en jardines) deberán ser protegidas con un dado de concreto de 5cm de espesor mínimo.

G. Cajas

- Todas las cajas de paso cuadrada, deberán de ser hechas en plancha de fierro galvanizada de 1.59mm de espesor como mínimo y deberán llevar tapa ciega del mismo material.
- Todas las cajas octogonales y cuadradas para instalación de interruptores, tomacorrientes y diversas salidas serán de plástico PVC.

H. Puesta a tierra

- La puesta a tierra se realizará mezclando tierra negra de cultivo (Top Soil) con bentonita (4sacos de bentonita por 1m³ de tierra) y se utilizará como electrodo una varilla de cobre de ø 5/8" x 2.40m.
- La resistencia de la puesta a tierra será no mayor de 3 Ohm (W) para el circuito de rayos X (PAT2) y para la puesta a tierra de los tableros 2 y 4 (PAT-3). Para la puesta a tierra de los tableros 1 y 3 se aceptará una resistencia máxima, de la puesta a tierra, de 5 Ohm (W).

4.3.2.3.3. Instalaciones mecánicas

Las instalaciones mecánicas en un establecimiento de salud incluyen sistemas y equipos relacionados con la calefacción, ventilación, aire acondicionado (HVAC), fontanería, sistemas de gas medicinal, elevadores y otros componentes mecánicos. Estos elementos son esenciales para mantener un entorno cómodo, seguro y funcional. A continuación, una descripción general de los componentes en las instalaciones mecánicas del establecimiento de salud:

A. Red de Oxígeno.

La "Red de Oxígeno" de establecimiento de salud se refiere a un sistema centralizado que suministra oxígeno médico a diversas áreas, como salas de hospitalización, salas de operaciones, unidades de cuidados intensivos y otros lugares donde puede ser necesario administrar oxígeno a los pacientes. Este sistema se utiliza para garantizar un suministro continuo y seguro de oxígeno en entornos médicos.

B. Red de Vacío.

En el contexto de las instalaciones de salud, una "Red de Vacío" se refiere comúnmente a un sistema centralizado que suministra vacío médico a diferentes áreas del establecimiento. Este vacío médico es utilizado en diversos procedimientos médicos y quirúrgicos, como aspiración en salas de operaciones, succión en áreas de atención de pacientes, y otros usos específicos en el ámbito médico.

4.3.3. Vulnerabilidad Sísmica Estructural

4.3.3.1. Revisión del Expediente Técnico

El expediente técnico se utilizó para la obtención de los planos, propiedades los materiales, especificaciones técnicas y datos técnicos necesarios para el modelamiento estructural. Se encontró que los planos muestran la distribución de la construcción real.

4.3.3.2. Propiedades de los materiales.

En la presente investigación se utilizaron los datos técnicos de los materiales plasmados en el expediente técnico, debido a que no se permitió realizar ensayos in situ, tales como la resistencia a la compresión de concreto (f'_c), esfuerzo de fluencia del acero (f'_y), entre otros. En cuanto a las dimensiones de los elementos, distribución de ambientes, etc. Se encontraron diferencias mínimas en contraste con la edificación real en los bloques I y II del establecimiento de salud. En los anexos se presentan las propiedades más importantes de los materiales de acuerdo a las especificaciones técnicas para el concreto y el acero.

4.3.3.3. Simulación de Montecarlo

Para el modelado estructural, se calculó el tamaño de muestra con la formula dada por (Fuentelsaz, 2018).

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p_0 * q_0}{d^2}$$

Ecuación 3. Cálculo de tamaño de muestra para una población infinita.

Donde:

- n: tamaño de muestra.
- α : nivel de confianza.
- Z: error típico o sigmas.
- p: proporción de respuestas en una categoría (%).

- q: proporción de respuestas. ($q=1-p$)
- d: error muestral.

Para un nivel de confianza del 95%, tenemos los siguientes valores:

$$n = \frac{1.96^2 * 0.25 * 0.75}{(0.04)^2}$$

$$n = 450$$

Desarrollaremos en total 450 análisis dinámicos no lineal tiempo historia, pero para ello deberemos modelar 450 iteraciones. La edificación a cuenta con dos módulos, tomando como punto de separación la junta que hay en el edificio se tiene Bloque I y Bloque II. Cada modelado tendrá un f'_c y un f_y tomado a partir de los números aleatorios generados por la simulación de Montecarlo. Entonces al final tendremos 225 iteraciones para el Bloque I y 225 iteraciones para el Bloque II.

Mediante la simulación Montecarlo, se generaron los f'_c y f_y de cada modelo proyectado en el ítem 4.2.2. A partir de un valor promedio, una varianza, y una distribución (Distribución Normal para el concreto, Distribución Log normal para el acero) se generaron los valores para modelo estructural, obteniendo así 225 simulaciones de cada bloque en estudio, con un f'_c y un f_y propios. Los parámetros que usaremos para generar las resistencias aleatorias son:

- Para el concreto: Partiremos de un $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con una media de 221 kg/cm^2 y un coeficiente de variación de 0.16. Bajo una distribución normal (Burga et. al, 2021).

Tabla 7. Matriz de simulación Montecarlo - concreto.

ORDEN	f'c (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est.	Varianza	Números Aleatorios
1	210	221	0.16	35.36	1250.33	210.64
2	210	221	0.16	35.36	1250.33	242.78
3	210	221	0.16	35.36	1250.33	177.89
4	210	221	0.16	35.36	1250.33	262.63
5	210	221	0.16	35.36	1250.33	256.42
6	210	221	0.16	35.36	1250.33	245.07
7	210	221	0.16	35.36	1250.33	229.08
8	210	221	0.16	35.36	1250.33	221.93
9	210	221	0.16	35.36	1250.33	237.22
10	210	221	0.16	35.36	1250.33	209.05
11	210	221	0.16	35.36	1250.33	167.54
12	210	221	0.16	35.36	1250.33	211.16
13	210	221	0.16	35.36	1250.33	235.54
14	210	221	0.16	35.36	1250.33	216.41
15	210	221	0.16	35.36	1250.33	207.84
16	210	221	0.16	35.36	1250.33	230.03
17	210	221	0.16	35.36	1250.33	230.46
18	210	221	0.16	35.36	1250.33	254.48
19	210	221	0.16	35.36	1250.33	168.95
20	210	221	0.16	35.36	1250.33	210.65
21	210	221	0.16	35.36	1250.33	198.65
22	210	221	0.16	35.36	1250.33	169.91
23	210	221	0.16	35.36	1250.33	166.11
24	210	221	0.16	35.36	1250.33	169.46
25	210	221	0.16	35.36	1250.33	231.38
26	210	221	0.16	35.36	1250.33	215.49
27	210	221	0.16	35.36	1250.33	266.71
28	210	221	0.16	35.36	1250.33	198.56
29	210	221	0.16	35.36	1250.33	236.25
30	210	221	0.16	35.36	1250.33	269.78
31	210	221	0.16	35.36	1250.33	244.60
32	210	221	0.16	35.36	1250.33	228.49
33	210	221	0.16	35.36	1250.33	247.00
34	210	221	0.16	35.36	1250.33	226.13
35	210	221	0.16	35.36	1250.33	173.35
36	210	221	0.16	35.36	1250.33	247.18
37	210	221	0.16	35.36	1250.33	256.87
38	210	221	0.16	35.36	1250.33	172.16
39	210	221	0.16	35.36	1250.33	233.30
40	210	221	0.16	35.36	1250.33	208.82
41	210	221	0.16	35.36	1250.33	222.93
42	210	221	0.16	35.36	1250.33	169.54
43	210	221	0.16	35.36	1250.33	267.94
44	210	221	0.16	35.36	1250.33	258.85
45	210	221	0.16	35.36	1250.33	267.30
46	210	221	0.16	35.36	1250.33	249.08
47	210	221	0.16	35.36	1250.33	171.27
48	210	221	0.16	35.36	1250.33	200.83
49	210	221	0.16	35.36	1250.33	256.53
50	210	221	0.16	35.36	1250.33	178.39
51	210	221	0.16	35.36	1250.33	219.72
52	210	221	0.16	35.36	1250.33	219.84
53	210	221	0.16	35.36	1250.33	211.43
54	210	221	0.16	35.36	1250.33	193.77
55	210	221	0.16	35.36	1250.33	246.67
56	210	221	0.16	35.36	1250.33	251.93
57	210	221	0.16	35.36	1250.33	216.66
58	210	221	0.16	35.36	1250.33	199.53
59	210	221	0.16	35.36	1250.33	195.59
60	210	221	0.16	35.36	1250.33	223.27
61	210	221	0.16	35.36	1250.33	199.60

ORDEN	f' c (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est.	Varianza	Números Aleatorios
62	210	221	0.16	35.36	1250.33	223.37
63	210	221	0.16	35.36	1250.33	269.66
64	210	221	0.16	35.36	1250.33	185.01
65	210	221	0.16	35.36	1250.33	263.07
66	210	221	0.16	35.36	1250.33	191.99
67	210	221	0.16	35.36	1250.33	206.15
68	210	221	0.16	35.36	1250.33	251.61
69	210	221	0.16	35.36	1250.33	244.77
70	210	221	0.16	35.36	1250.33	170.58
71	210	221	0.16	35.36	1250.33	187.74
72	210	221	0.16	35.36	1250.33	231.83
73	210	221	0.16	35.36	1250.33	256.85
74	210	221	0.16	35.36	1250.33	260.91
75	210	221	0.16	35.36	1250.33	258.86
76	210	221	0.16	35.36	1250.33	260.32
77	210	221	0.16	35.36	1250.33	265.13
78	210	221	0.16	35.36	1250.33	163.47
79	210	221	0.16	35.36	1250.33	242.94
80	210	221	0.16	35.36	1250.33	222.46
81	210	221	0.16	35.36	1250.33	227.40
82	210	221	0.16	35.36	1250.33	198.48
83	210	221	0.16	35.36	1250.33	240.14
84	210	221	0.16	35.36	1250.33	158.63
85	210	221	0.16	35.36	1250.33	159.06
86	210	221	0.16	35.36	1250.33	157.23
87	210	221	0.16	35.36	1250.33	221.19
88	210	221	0.16	35.36	1250.33	256.20
89	210	221	0.16	35.36	1250.33	246.78
90	210	221	0.16	35.36	1250.33	205.59
91	210	221	0.16	35.36	1250.33	201.23
92	210	221	0.16	35.36	1250.33	232.08
93	210	221	0.16	35.36	1250.33	226.11
94	210	221	0.16	35.36	1250.33	239.78
95	210	221	0.16	35.36	1250.33	266.48
96	210	221	0.16	35.36	1250.33	176.71
97	210	221	0.16	35.36	1250.33	251.64
98	210	221	0.16	35.36	1250.33	178.25
99	210	221	0.16	35.36	1250.33	221.33
100	210	221	0.16	35.36	1250.33	151.84
101	210	221	0.16	35.36	1250.33	265.98
102	210	221	0.16	35.36	1250.33	224.16
103	210	221	0.16	35.36	1250.33	189.90
104	210	221	0.16	35.36	1250.33	164.53
105	210	221	0.16	35.36	1250.33	261.50
106	210	221	0.16	35.36	1250.33	154.30
107	210	221	0.16	35.36	1250.33	254.14
108	210	221	0.16	35.36	1250.33	151.01
109	210	221	0.16	35.36	1250.33	167.15
110	210	221	0.16	35.36	1250.33	203.90
111	210	221	0.16	35.36	1250.33	253.19
112	210	221	0.16	35.36	1250.33	168.05
113	210	221	0.16	35.36	1250.33	236.58
114	210	221	0.16	35.36	1250.33	250.22
115	210	221	0.16	35.36	1250.33	202.05
116	210	221	0.16	35.36	1250.33	195.43
117	210	221	0.16	35.36	1250.33	213.31
118	210	221	0.16	35.36	1250.33	245.06
119	210	221	0.16	35.36	1250.33	211.01
120	210	221	0.16	35.36	1250.33	203.31
121	210	221	0.16	35.36	1250.33	188.55
122	210	221	0.16	35.36	1250.33	163.30
123	210	221	0.16	35.36	1250.33	238.51

ORDEN	f' c (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est.	Varianza	Números Aleatorios
124	210	221	0.16	35.36	1250.33	242.69
125	210	221	0.16	35.36	1250.33	178.97
126	210	221	0.16	35.36	1250.33	166.55
127	210	221	0.16	35.36	1250.33	203.68
128	210	221	0.16	35.36	1250.33	185.25
129	210	221	0.16	35.36	1250.33	204.66
130	210	221	0.16	35.36	1250.33	182.04
131	210	221	0.16	35.36	1250.33	200.76
132	210	221	0.16	35.36	1250.33	190.33
133	210	221	0.16	35.36	1250.33	163.29
134	210	221	0.16	35.36	1250.33	245.33
135	210	221	0.16	35.36	1250.33	176.28
136	210	221	0.16	35.36	1250.33	259.25
137	210	221	0.16	35.36	1250.33	164.49
138	210	221	0.16	35.36	1250.33	241.76
139	210	221	0.16	35.36	1250.33	210.27
140	210	221	0.16	35.36	1250.33	193.89
141	210	221	0.16	35.36	1250.33	234.81
142	210	221	0.16	35.36	1250.33	208.85
143	210	221	0.16	35.36	1250.33	254.55
144	210	221	0.16	35.36	1250.33	166.48
145	210	221	0.16	35.36	1250.33	176.79
146	210	221	0.16	35.36	1250.33	262.69
147	210	221	0.16	35.36	1250.33	165.41
148	210	221	0.16	35.36	1250.33	193.25
149	210	221	0.16	35.36	1250.33	159.17
150	210	221	0.16	35.36	1250.33	197.61
151	210	221	0.16	35.36	1250.33	181.40
152	210	221	0.16	35.36	1250.33	193.66
153	210	221	0.16	35.36	1250.33	261.60
154	210	221	0.16	35.36	1250.33	152.89
155	210	221	0.16	35.36	1250.33	215.68
156	210	221	0.16	35.36	1250.33	244.58
157	210	221	0.16	35.36	1250.33	215.26
158	210	221	0.16	35.36	1250.33	239.81
159	210	221	0.16	35.36	1250.33	267.66
160	210	221	0.16	35.36	1250.33	185.25
161	210	221	0.16	35.36	1250.33	156.34
162	210	221	0.16	35.36	1250.33	220.77
163	210	221	0.16	35.36	1250.33	181.02
164	210	221	0.16	35.36	1250.33	227.38
165	210	221	0.16	35.36	1250.33	170.24
166	210	221	0.16	35.36	1250.33	252.46
167	210	221	0.16	35.36	1250.33	220.37
168	210	221	0.16	35.36	1250.33	244.74
169	210	221	0.16	35.36	1250.33	238.78
170	210	221	0.16	35.36	1250.33	243.01
171	210	221	0.16	35.36	1250.33	240.19
172	210	221	0.16	35.36	1250.33	237.84
173	210	221	0.16	35.36	1250.33	155.50
174	210	221	0.16	35.36	1250.33	208.33
175	210	221	0.16	35.36	1250.33	251.48
176	210	221	0.16	35.36	1250.33	214.06
177	210	221	0.16	35.36	1250.33	156.70
178	210	221	0.16	35.36	1250.33	223.73
179	210	221	0.16	35.36	1250.33	154.72
180	210	221	0.16	35.36	1250.33	225.72
181	210	221	0.16	35.36	1250.33	180.70
182	210	221	0.16	35.36	1250.33	173.97
183	210	221	0.16	35.36	1250.33	240.44
184	210	221	0.16	35.36	1250.33	256.84
185	210	221	0.16	35.36	1250.33	193.01

ORDEN	f' c (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est.	Varianza	Números Aleatorios
186	210	221	0.16	35.36	1250.33	197.50
187	210	221	0.16	35.36	1250.33	161.88
188	210	221	0.16	35.36	1250.33	233.24
189	210	221	0.16	35.36	1250.33	202.38
190	210	221	0.16	35.36	1250.33	181.66
191	210	221	0.16	35.36	1250.33	219.92
192	210	221	0.16	35.36	1250.33	234.04
193	210	221	0.16	35.36	1250.33	239.07
194	210	221	0.16	35.36	1250.33	185.16
195	210	221	0.16	35.36	1250.33	246.63
196	210	221	0.16	35.36	1250.33	222.91
197	210	221	0.16	35.36	1250.33	166.40
198	210	221	0.16	35.36	1250.33	235.51
199	210	221	0.16	35.36	1250.33	181.94
200	210	221	0.16	35.36	1250.33	267.69
201	210	221	0.16	35.36	1250.33	259.66
202	210	221	0.16	35.36	1250.33	265.40
203	210	221	0.16	35.36	1250.33	204.25
204	210	221	0.16	35.36	1250.33	270.26
205	210	221	0.16	35.36	1250.33	235.35
206	210	221	0.16	35.36	1250.33	196.81
207	210	221	0.16	35.36	1250.33	187.08
208	210	221	0.16	35.36	1250.33	261.35
209	210	221	0.16	35.36	1250.33	194.83
210	210	221	0.16	35.36	1250.33	232.83
211	210	221	0.16	35.36	1250.33	250.42
212	210	221	0.16	35.36	1250.33	237.28
213	210	221	0.16	35.36	1250.33	197.53
214	210	221	0.16	35.36	1250.33	260.25
215	210	221	0.16	35.36	1250.33	181.58
216	210	221	0.16	35.36	1250.33	252.15
217	210	221	0.16	35.36	1250.33	239.10
218	210	221	0.16	35.36	1250.33	209.97
219	210	221	0.16	35.36	1250.33	180.50
220	210	221	0.16	35.36	1250.33	198.67
221	210	221	0.16	35.36	1250.33	208.52
222	210	221	0.16	35.36	1250.33	174.80
223	210	221	0.16	35.36	1250.33	154.46
224	210	221	0.16	35.36	1250.33	213.80
225	210	221	0.16	35.36	1250.33	241.55
Media estimada	221	Kg/cm ²	-	Media Obtenida	221.84	Kg/cm ²

- Para el acero: Partiremos de un $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, con una media de 4800 kg/cm^2 y un coeficiente de variación de 0.06. Nos ceñiremos a una distribución lognormal (Velásquez, 2006).

Tabla 8. Matriz de simulación Montecarlo - acero.

ORDEN	f'y (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est. (kg/cm ²)	Varianza	Números Aleatorios
1	4200	4800	0.06	288	82944	4200.36
2	4200	4800	0.06	288	82944	4465.21
3	4200	4800	0.06	288	82944	4638.23
4	4200	4800	0.06	288	82944	3986.92
5	4200	4800	0.06	288	82944	4392.26
6	4200	4800	0.06	288	82944	4539.96
7	4200	4800	0.06	288	82944	4756
8	4200	4800	0.06	288	82944	4536.98
9	4200	4800	0.06	288	82944	4427.29
10	4200	4800	0.06	288	82944	4279.97
11	4200	4800	0.06	288	82944	4256.65
12	4200	4800	0.06	288	82944	4103.77
13	4200	4800	0.06	288	82944	4531.65
14	4200	4800	0.06	288	82944	3974.56
15	4200	4800	0.06	288	82944	4510
16	4200	4800	0.06	288	82944	4626.46
17	4200	4800	0.06	288	82944	4064.69
18	4200	4800	0.06	288	82944	4888.47
19	4200	4800	0.06	288	82944	4167.79
20	4200	4800	0.06	288	82944	4533.28
21	4200	4800	0.06	288	82944	4608.35
22	4200	4800	0.06	288	82944	4943.42
23	4200	4800	0.06	288	82944	4137.24
24	4200	4800	0.06	288	82944	4166.92
25	4200	4800	0.06	288	82944	4358.63
26	4200	4800	0.06	288	82944	4879.02
27	4200	4800	0.06	288	82944	4359.33
28	4200	4800	0.06	288	82944	4168.3
29	4200	4800	0.06	288	82944	4670.51
30	4200	4800	0.06	288	82944	4403.55
31	4200	4800	0.06	288	82944	4226.44
32	4200	4800	0.06	288	82944	4134.11
33	4200	4800	0.06	288	82944	4299.16
34	4200	4800	0.06	288	82944	3996
35	4200	4800	0.06	288	82944	4644.82
36	4200	4800	0.06	288	82944	4058.34
37	4200	4800	0.06	288	82944	4676.09
38	4200	4800	0.06	288	82944	4121.85
39	4200	4800	0.06	288	82944	4259.99
40	4200	4800	0.06	288	82944	4912.03
41	4200	4800	0.06	288	82944	4624.44
42	4200	4800	0.06	288	82944	4817.07
43	4200	4800	0.06	288	82944	4423.72
44	4200	4800	0.06	288	82944	4640.47
45	4200	4800	0.06	288	82944	4745.83
46	4200	4800	0.06	288	82944	4872.12
47	4200	4800	0.06	288	82944	3936.17
48	4200	4800	0.06	288	82944	4251.33
49	4200	4800	0.06	288	82944	4742.76
50	4200	4800	0.06	288	82944	4919.7
51	4200	4800	0.06	288	82944	4244.39
52	4200	4800	0.06	288	82944	4543.87
53	4200	4800	0.06	288	82944	4982.96
54	4200	4800	0.06	288	82944	4346.64
55	4200	4800	0.06	288	82944	4599.81
56	4200	4800	0.06	288	82944	4271.84
57	4200	4800	0.06	288	82944	4601.65
58	4200	4800	0.06	288	82944	3973.51
59	4200	4800	0.06	288	82944	4610.48
60	4200	4800	0.06	288	82944	4893.71
61	4200	4800	0.06	288	82944	4734.28

ORDEN	f'y (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est. (kg/cm ²)	Varianza	Números Aleatorios
62	4200	4800	0.06	288	82944	4887.55
63	4200	4800	0.06	288	82944	4714.57
64	4200	4800	0.06	288	82944	4890.4
65	4200	4800	0.06	288	82944	4207.97
66	4200	4800	0.06	288	82944	4860.84
67	4200	4800	0.06	288	82944	4873.88
68	4200	4800	0.06	288	82944	4601.76
69	4200	4800	0.06	288	82944	4961.12
70	4200	4800	0.06	288	82944	3973.46
71	4200	4800	0.06	288	82944	4836.61
72	4200	4800	0.06	288	82944	4496.95
73	4200	4800	0.06	288	82944	4227.94
74	4200	4800	0.06	288	82944	4206.52
75	4200	4800	0.06	288	82944	4987.72
76	4200	4800	0.06	288	82944	4942.48
77	4200	4800	0.06	288	82944	4706.06
78	4200	4800	0.06	288	82944	4184.99
79	4200	4800	0.06	288	82944	4610.71
80	4200	4800	0.06	288	82944	3960.45
81	4200	4800	0.06	288	82944	4640.07
82	4200	4800	0.06	288	82944	4965.11
83	4200	4800	0.06	288	82944	4623.74
84	4200	4800	0.06	288	82944	3968.93
85	4200	4800	0.06	288	82944	4259.32
86	4200	4800	0.06	288	82944	4937.84
87	4200	4800	0.06	288	82944	4088.01
88	4200	4800	0.06	288	82944	4400.76
89	4200	4800	0.06	288	82944	4072.49
90	4200	4800	0.06	288	82944	4274.42
91	4200	4800	0.06	288	82944	3972.8
92	4200	4800	0.06	288	82944	4626.76
93	4200	4800	0.06	288	82944	4134.84
94	4200	4800	0.06	288	82944	4672.59
95	4200	4800	0.06	288	82944	4125.65
96	4200	4800	0.06	288	82944	4935.88
97	4200	4800	0.06	288	82944	4930.45
98	4200	4800	0.06	288	82944	4296.75
99	4200	4800	0.06	288	82944	3997.38
100	4200	4800	0.06	288	82944	4627.61
101	4200	4800	0.06	288	82944	4014.61
102	4200	4800	0.06	288	82944	4423.96
103	4200	4800	0.06	288	82944	4455.88
104	4200	4800	0.06	288	82944	4156.91
105	4200	4800	0.06	288	82944	4178.44
106	4200	4800	0.06	288	82944	4247.62
107	4200	4800	0.06	288	82944	4465.18
108	4200	4800	0.06	288	82944	4806.63
109	4200	4800	0.06	288	82944	4536.94
110	4200	4800	0.06	288	82944	4623.4
111	4200	4800	0.06	288	82944	4194.39
112	4200	4800	0.06	288	82944	4790.93
113	4200	4800	0.06	288	82944	4038.9
114	4200	4800	0.06	288	82944	3998.89
115	4200	4800	0.06	288	82944	4060.68
116	4200	4800	0.06	288	82944	4364.7
117	4200	4800	0.06	288	82944	4190.35
118	4200	4800	0.06	288	82944	4703.69
119	4200	4800	0.06	288	82944	4869.47
120	4200	4800	0.06	288	82944	3904.88
121	4200	4800	0.06	288	82944	3978.03
122	4200	4800	0.06	288	82944	4787.92
123	4200	4800	0.06	288	82944	4563.22
124	4200	4800	0.06	288	82944	4139.86

ORDEN	f'y (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est. (kg/cm ²)	Varianza	Números Aleatorios
125	4200	4800	0.06	288	82944	4590.27
126	4200	4800	0.06	288	82944	4161.06
127	4200	4800	0.06	288	82944	4178.74
128	4200	4800	0.06	288	82944	4297.32
129	4200	4800	0.06	288	82944	4212.57
130	4200	4800	0.06	288	82944	4970.07
131	4200	4800	0.06	288	82944	4948.04
132	4200	4800	0.06	288	82944	4274.07
133	4200	4800	0.06	288	82944	4993.29
134	4200	4800	0.06	288	82944	4687.85
135	4200	4800	0.06	288	82944	4505.61
136	4200	4800	0.06	288	82944	4528.88
137	4200	4800	0.06	288	82944	4948.02
138	4200	4800	0.06	288	82944	3917.44
139	4200	4800	0.06	288	82944	4900.75
140	4200	4800	0.06	288	82944	4211.55
141	4200	4800	0.06	288	82944	4641.77
142	4200	4800	0.06	288	82944	4459.52
143	4200	4800	0.06	288	82944	4940.71
144	4200	4800	0.06	288	82944	4341.48
145	4200	4800	0.06	288	82944	4922.17
146	4200	4800	0.06	288	82944	4186.91
147	4200	4800	0.06	288	82944	4233.74
148	4200	4800	0.06	288	82944	4414.67
149	4200	4800	0.06	288	82944	4668.8
150	4200	4800	0.06	288	82944	4690.71
151	4200	4800	0.06	288	82944	4934
152	4200	4800	0.06	288	82944	4004.84
153	4200	4800	0.06	288	82944	4621.85
154	4200	4800	0.06	288	82944	4744.84
155	4200	4800	0.06	288	82944	4462.29
156	4200	4800	0.06	288	82944	4536.63
157	4200	4800	0.06	288	82944	4347.57
158	4200	4800	0.06	288	82944	4197.87
159	4200	4800	0.06	288	82944	3932.92
160	4200	4800	0.06	288	82944	4647.87
161	4200	4800	0.06	288	82944	3996.07
162	4200	4800	0.06	288	82944	4737.71
163	4200	4800	0.06	288	82944	4561.03
164	4200	4800	0.06	288	82944	4721.52
165	4200	4800	0.06	288	82944	4473.72
166	4200	4800	0.06	288	82944	4125.58
167	4200	4800	0.06	288	82944	4037.09
168	4200	4800	0.06	288	82944	4642.86
169	4200	4800	0.06	288	82944	3996.58
170	4200	4800	0.06	288	82944	4994.26
171	4200	4800	0.06	288	82944	4013.64
172	4200	4800	0.06	288	82944	4102.91
173	4200	4800	0.06	288	82944	4716.23
174	4200	4800	0.06	288	82944	4606.63
175	4200	4800	0.06	288	82944	4676.42
176	4200	4800	0.06	288	82944	4701.54
177	4200	4800	0.06	288	82944	4132.09
178	4200	4800	0.06	288	82944	4254.93
179	4200	4800	0.06	288	82944	4020.88
180	4200	4800	0.06	288	82944	4990.32
181	4200	4800	0.06	288	82944	4882.02
182	4200	4800	0.06	288	82944	4860.23
183	4200	4800	0.06	288	82944	4943.45
184	4200	4800	0.06	288	82944	4228.99
185	4200	4800	0.06	288	82944	4547.02
186	4200	4800	0.06	288	82944	4284.7
187	4200	4800	0.06	288	82944	4293.65

ORDEN	f'y (kg/cm ²)	Media (kg/cm ²)	Coef. Var.	Desv. Est. (kg/cm ²)	Varianza	Números Aleatorios
188	4200	4800	0.06	288	82944	4400.42
189	4200	4800	0.06	288	82944	4673.84
190	4200	4800	0.06	288	82944	4864.71
191	4200	4800	0.06	288	82944	4849.04
192	4200	4800	0.06	288	82944	4966.23
193	4200	4800	0.06	288	82944	4388.24
194	4200	4800	0.06	288	82944	4991.33
195	4200	4800	0.06	288	82944	3974.25
196	4200	4800	0.06	288	82944	4548.88
197	4200	4800	0.06	288	82944	4362.74
198	4200	4800	0.06	288	82944	3937.27
199	4200	4800	0.06	288	82944	4974.39
200	4200	4800	0.06	288	82944	4771.25
201	4200	4800	0.06	288	82944	4602.91
202	4200	4800	0.06	288	82944	4782.61
203	4200	4800	0.06	288	82944	4254.89
204	4200	4800	0.06	288	82944	4335.96
205	4200	4800	0.06	288	82944	4419.41
206	4200	4800	0.06	288	82944	4018.32
207	4200	4800	0.06	288	82944	4809.92
208	4200	4800	0.06	288	82944	4863.78
209	4200	4800	0.06	288	82944	4172.79
210	4200	4800	0.06	288	82944	4560.13
211	4200	4800	0.06	288	82944	4178.62
212	4200	4800	0.06	288	82944	4837.71
213	4200	4800	0.06	288	82944	4586.34
214	4200	4800	0.06	288	82944	3947.76
215	4200	4800	0.06	288	82944	4752.91
216	4200	4800	0.06	288	82944	3982.83
217	4200	4800	0.06	288	82944	4858.34
218	4200	4800	0.06	288	82944	4506.83
219	4200	4800	0.06	288	82944	4698.91
220	4200	4800	0.06	288	82944	3995
221	4200	4800	0.06	288	82944	4469.93
222	4200	4800	0.06	288	82944	4704.56
223	4200	4800	0.06	288	82944	4252.89
224	4200	4800	0.06	288	82944	4355.99
225	4200	4800	0.06	288	82944	4542.61
Media estimada	4800	Kg/cm ²	-	Media Obtenida	4786.84	Kg/cm ²

4.3.3.4. Modelado Estructural.

El modelado estructural es la representación de los componentes estructurales de la edificación, para el cual se utilizó el software ETABs, a fin de realizar un análisis dinámico no lineal tiempo historia (Time History Analysis).

La edificación presenta dos bloques, I y II, para lo cual se consideró realizar 225 simulaciones distintas por bloque de acuerdo al análisis estadístico para la determinación de la muestra en el acápite 4.2.2. Es así que se tuvo un total de 450 análisis estructural.

4.3.3.5. Parámetros de análisis sísmico.

Los parámetros de intensidad sísmica considerados fueron los siguientes:

- Aceleración pico del terreno (PGA)
- Velocidad pico del terreno (VGA)
- Desplazamiento pico del terreno (PGD)
- Aceleración espectral (S_a)
- Escala de Mercalli Modificada (MMI)

4.3.3.6. Acelerogramas reales.

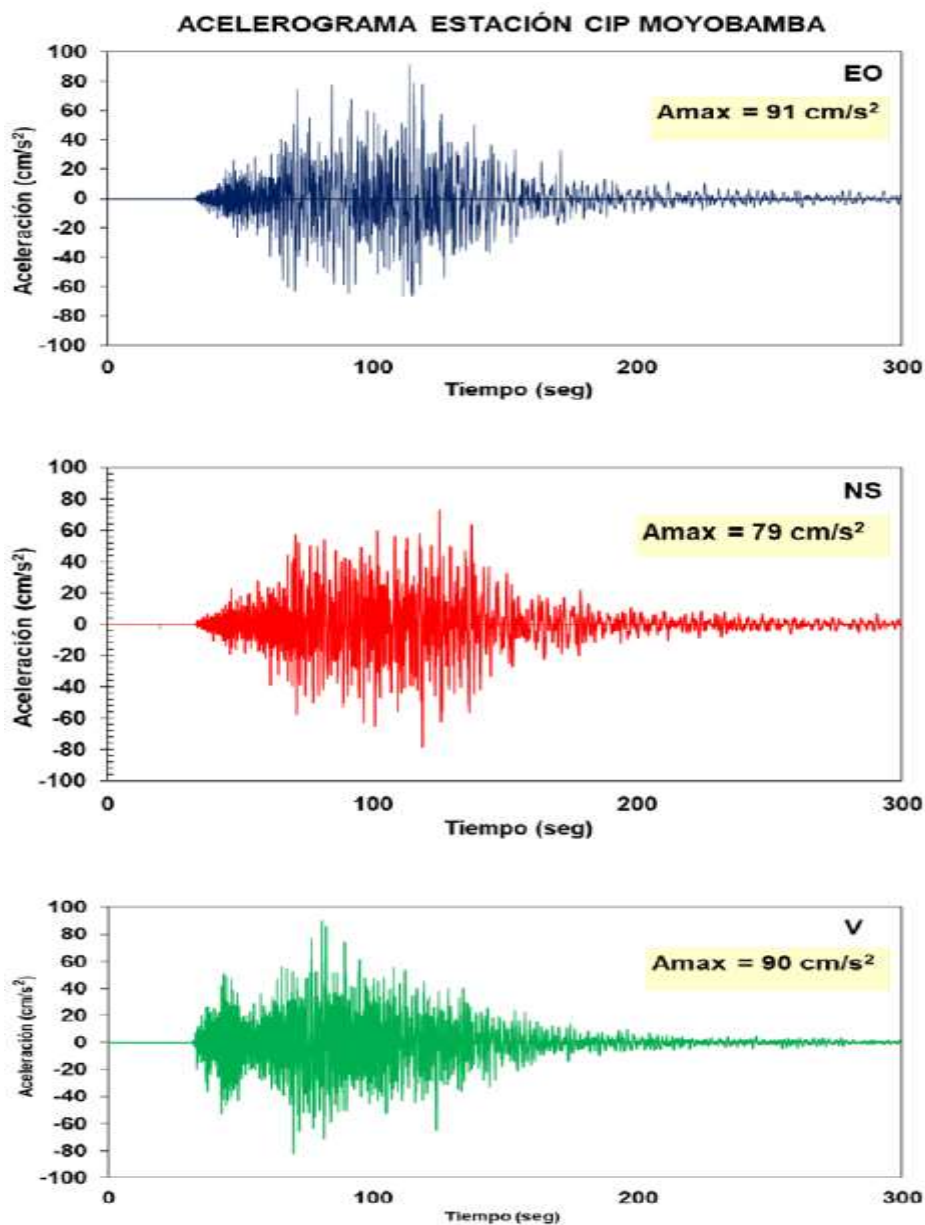
Se consideraron 3 acelerogramas reales (E 0.30,2019) cercanos a la ubicación geográfica de la edificación en estudio, de la base de datos del IGP, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 9. Acelerogramas reales.

Ubicación Geográfica			Estación	Epicentro		Fecha	Magnitud (Escala de Richter)	Prof. (Km)	Aceleración - PGA (cm/s ²)		
Región	Provincia	Localidad		Latitud (°)	Longitud (°)				Z: Vertical	N: Norte- Sur	E: Este- Oeste
Amazonas	Condorcanqui	Santa María de Nieva	Chiclayo - Lambayeque	-4.4251	-76.9396	28/11/2021	7.5	126	15.58	20.65	24.14
Loreto	Alto Amazonas	Lagunas	Celendín - Cajamarca	-5.7373	-75.5542	26/05/2019	8	135	16.835	33.076	28.23
Loreto	Ucayali	Contamana	Tarapoto - San Martín	-7.5674	-74.7593	24/08/2011	7	148	130.36	151.35	162.88

Fuente: (IGP,2023)

Figura 6. Acelerograma del sismo Lagunas, Loreto; de fecha 26 de mayo del 2019 – MMI 8.

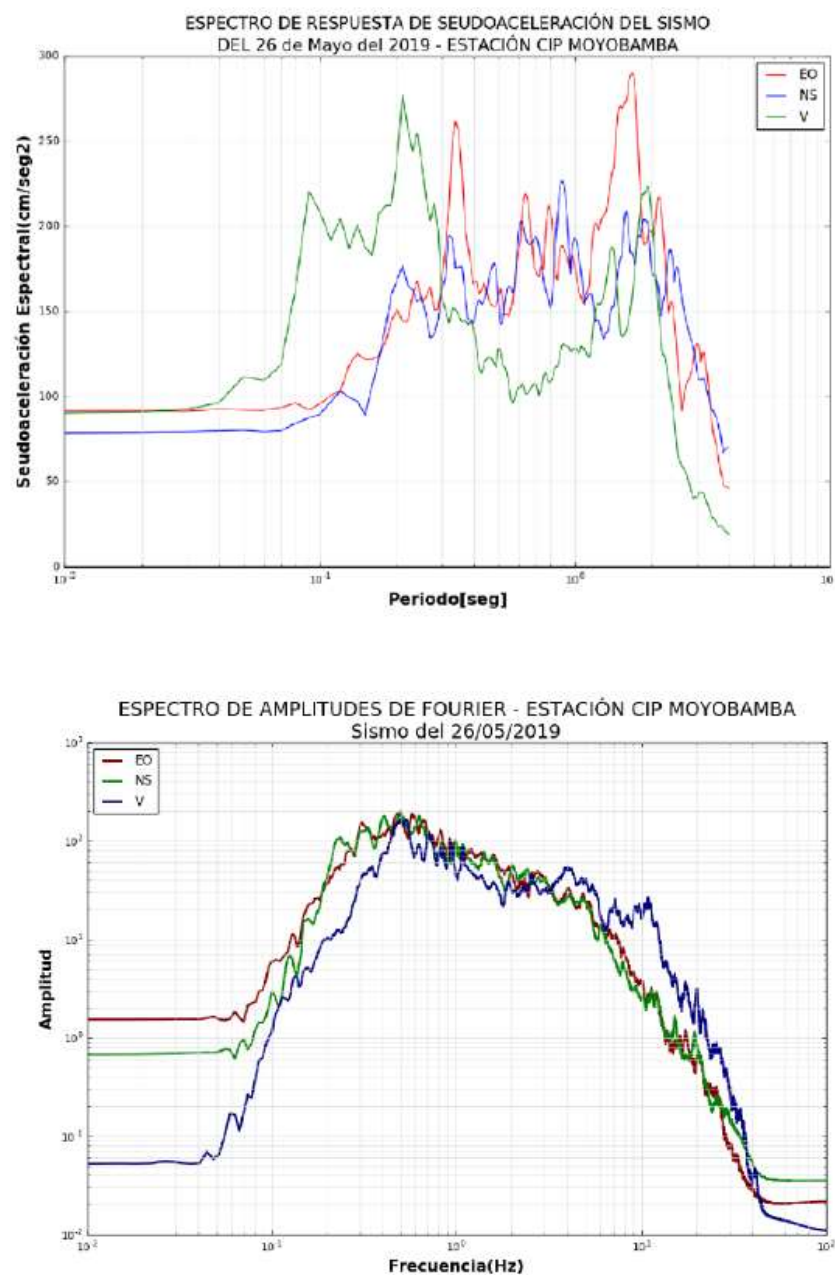


Fuente: (IGP,2023)

La selección de los sismos de Santa María de Nieva (2021), Lagunas (2019) y Contamana (2011) se sustenta en su relevancia geodinámica, magnitudes ≥ 7.0 (alta energía de 7.0 a 8.0 M) y profundidades intermedias a profundas ($>30 \text{ km}$), características que permiten modelar escenarios de daño severo en zonas vulnerables del norte del Perú. Estos eventos representan de manera adecuada la complejidad tectónica de la región nororiental, superando en pertinencia a sismos costeros o superficiales para una evaluación regional de riesgos sísmicos. El terremoto de Ancash

(1970) no fue considerado en la evaluación por tratarse de un sismo cortical superficial con escasa información instrumental, diferente a los eventos recientes intra-slab seleccionados, que permiten un análisis más preciso y representativo de la vulnerabilidad sísmica actual en la región nororiental del Perú.

Figura 7. Espectro de respuesta de pseudoaceleración y espectro de amplitudes de Fourier del sismo Lagunas, Loreto; de fecha 26 de mayo del 2019 – MMI 8.



Fuente: (IGP,2023)

En base a un escalamiento de los acelerogramas reales se generarán los acelerogramas sintéticos de acuerdo con los factores de la zona donde se ubica el establecimiento de salud.

4.3.3.7. Generación y tratamiento de acelerogramas sintéticos.

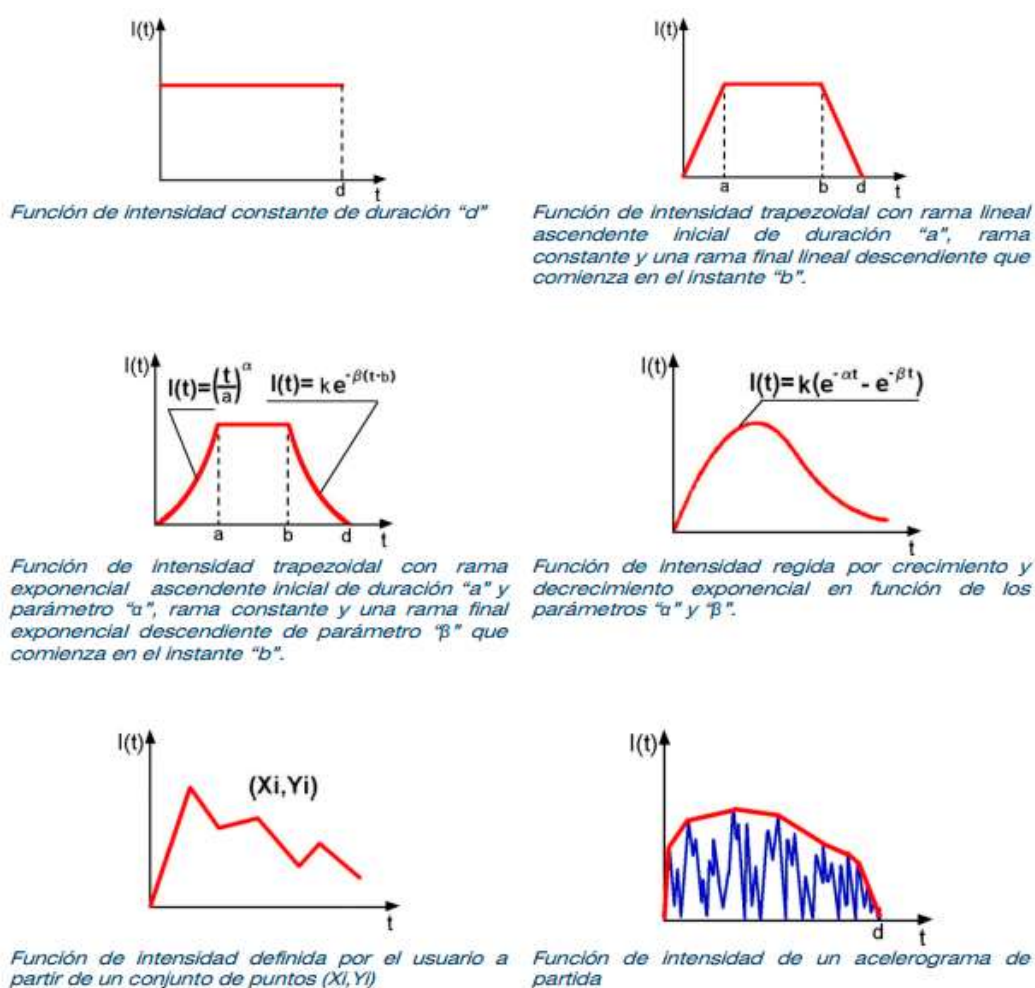
La generación y tratamiento de los acelerogramas sintéticos fue calculado en base a los parámetros sísmicos escogidos en ítem 4.3.1.5. y a partir de los acelerogramas reales. Usaremos los programas de SeismoSoft para generar acelerogramas sintéticos. Estos programas son capaces de realizar diferentes copias en función de registros de aceleración $\ddot{x}(t)$ que coincidan con las características de la primera copia a utilizar. El programa utiliza el método propuesto por Gasparini y Vanmark, que expande la aceleración de la señal sísmica mediante una serie de ondas sinusoidales.

$$\ddot{x}(t) = I(t) \sum_{i=1}^n A_i \cdot \text{Sen}(\omega_i \cdot t + \phi_i)$$

Ecuación 4. Cálculo de aceleración, Gasparini y Vanmark.

Los ángulos de fase, frecuencias y amplitudes incluidos en el cálculo se denotan por ϕ_i ; ω_i y A_i . $I(t)$ es una función de intensidad envolvente determinista y predeterminada que actúa como una especie de "rango" al que se adapta el marco de aceleración sintético. El software nos permite elegir entre las siguientes funciones de intensidad con parámetros predefinidos que el investigador puede ajustar a su medida:

Figura 8. Funciones envolventes.



(Fuente: Manual del software, 2020)

Se necesitan n amplitudes A_i para calcular la curva de aceleración sintética. Esto permite al software afirmar que el espectro de velocidad correspondiente a $\ddot{x}(t)$ es $S_v \omega i$. Estas amplitudes se expresan en función de la densidad espectral de potencia $S_{\ddot{x}}(\omega i)$. El cálculo de las amplitudes A_i se calcula con el área bajo la curva $S_{\ddot{x}}(\omega i)$ aproximando la potencia total del proceso y asumiendo un número grande n , resultando en:

$$A_i = \sqrt{2 \cdot S_{\ddot{x}}(\omega_i) \cdot \Delta \omega_i}$$

Ecuación 5. Cálculo de amplitud.

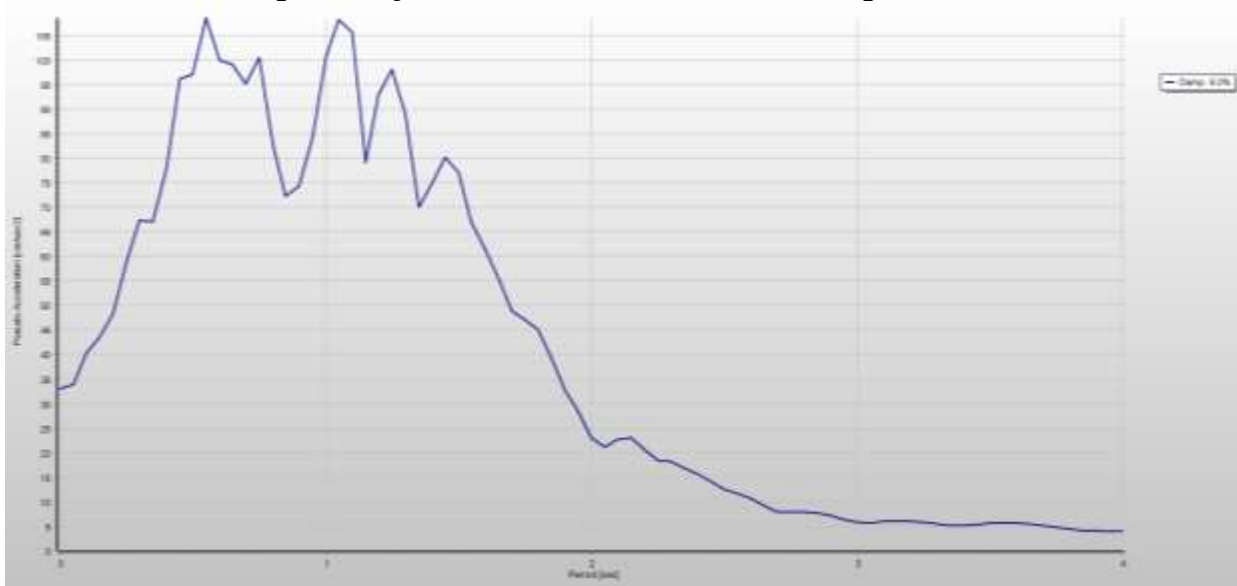
$S\ddot{x}(\omega i)$ puede expresarse como:

$$S_{\ddot{x}}(\omega_i) = \frac{1}{\omega_i \left(\frac{\pi}{4 \cdot v_{te}} \right)} \left[\frac{\omega_i^2 S_i^2(\omega_i)}{S_{p,te}^2} - \int_0^{\omega_i} S_{\ddot{x}}(\omega) d\omega \right]$$

Ecuación 6. Área bajo la curva.

Para los diversos valores que toma $S\ddot{x}(\omega i)$, comenzamos con la frecuencia natural más baja ω_1 , este valor tiene una integral de 0. Para todos los demás valores de ωi , la integral $S\ddot{x}(\omega i)$ es conocida y, por lo tanto, $S\ddot{x}(\omega i+1)$. Se muestra el espectro de pseudoaceleración que genera el software en función del acelerograma base. Este acelerograma es del terremoto del 2019 con epicentro en Lagunas, en base al registro del IGP.

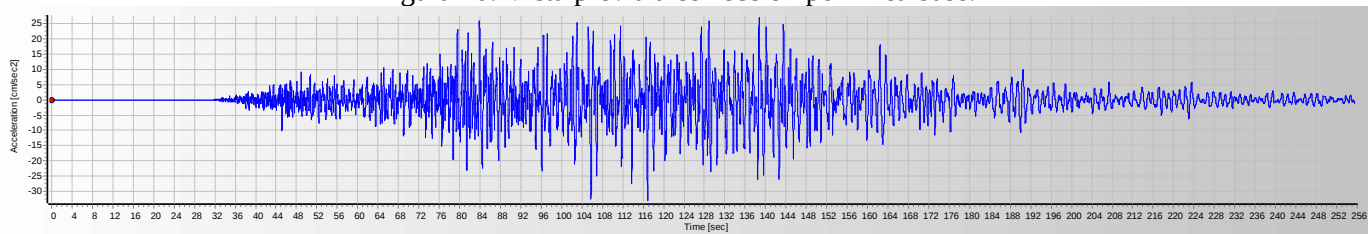
Figura 9. Espectro de Pseudoaceleración del acelerograma base.



A continuación, definimos la función de intensidad. El tipo de función de intensidad utilizada en nuestro estudio se basa en el acelerograma base. El Software permite la creación de una función de intensidad envolvente basada en la curva de aceleración proporcionada, lo que da como resultado copias con características similares.

Una vez que hayamos definido estos dos parámetros, estamos listos para generar curvas de acelerogramas sintéticos. El proceso se ejecutó 225 veces y se utilizaron tres terremotos seleccionados. La vista del programa es la siguiente:

Figura 10. Vista previa a corrección por línea base.

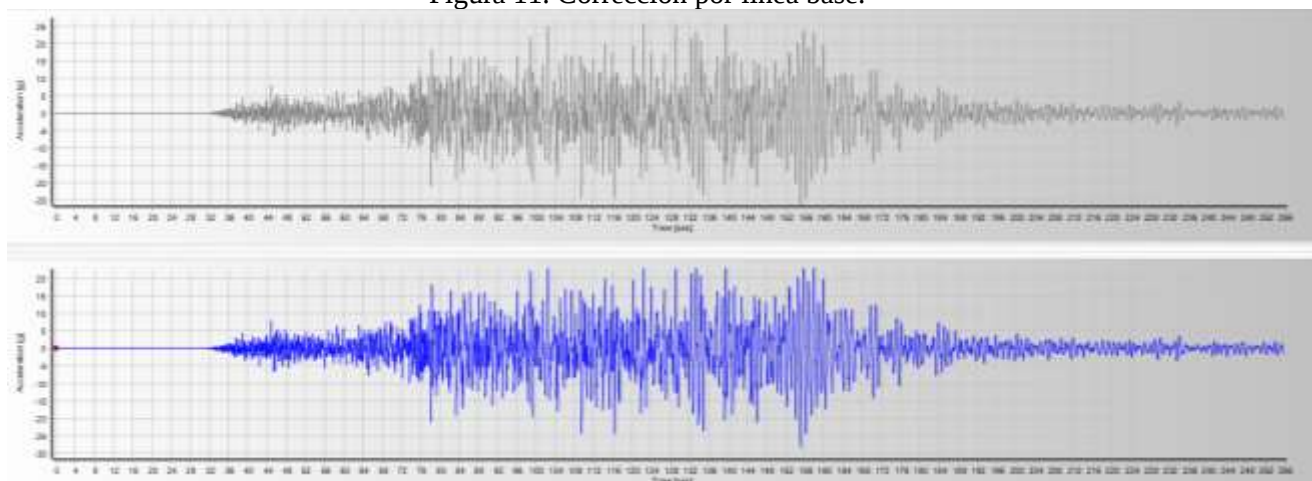


Seguidamente, habiendo obtenido los acelerogramas sintéticos realizamos la corrección por línea base, espectrocompatibilidad de acelerogramas sintéticos respecto al espectro de pseudoaceleración de la estructura y finalmente realizaremos un acortamiento de los registros por el método de intensidad de Arias.

4.3.3.7.1. Corrección por línea base.

Ajustaremos cada registro a la línea base mediante el empleo del programa SeismoSignal 2024. Es importante mencionar que la corrección por línea base se aplicará tanto en la dirección X como en la dirección Y. En la representación gráfica, puedes apreciar la corrección por línea base de uno de los registros, observando el sintético generado sin la línea base (en color plomo) y el sintético corregido (en color azul).

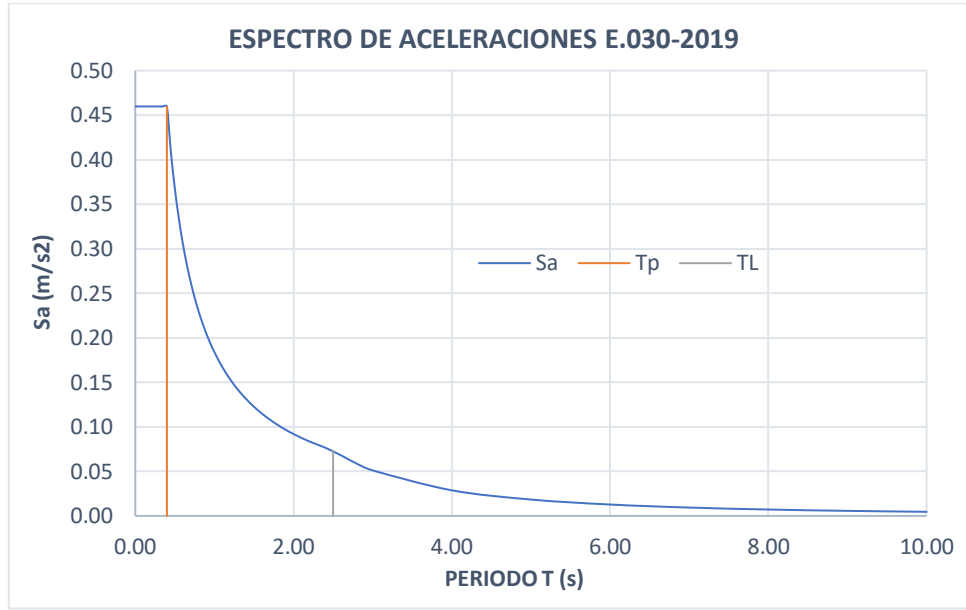
Figura 11. Corrección por línea base.



4.3.3.7.2. Espectrocompatibilidad de acelerogramas sintéticos respecto al espectro de pseudoaceleración de la estructura.

Dado que creamos 450 acelerogramas sintéticos para 450 modelos de edificación (225 iteraciones para el Bloque I y 225 iteraciones para el Bloque II, deben ser espectralmente compatibles entre sí, en ambas componentes X e Y escalados por un factor idéntico y el rango en el que se deben promediar los espectros oscilará entre $0,2T$ y $1,5T$, donde T es el periodo del primer modo de construcción obtenido en un análisis modal estático. Los espectros de pseudoaceleración utilizados como base son los espectros de diseño de cada Bloque con $R = 1$ (NTE 0.30, 2019). El programa SeismoMatch 2024 se utilizó para completar este proceso.

Figura 12. Espectro de diseño para espectrocompatibilidad.



4.3.3.7.3. Acortamiento de registros por el método de intensidad de Arias.

Utilizamos el método de intensidad de Arias para recortar los registros ya corregidos, debido a que las aceleraciones al inicio y al final las aceleraciones son muy bajas, las cuales se pueden omitir. Para el desarrollo de este acortamiento utilizamos el Software SeismoSoft. La cantidad total de energía liberada durante un movimiento sísmico puede calcularse mediante:

$$I_A = \frac{\pi}{2g} \int_0^{t_f} a^2(t) dt$$

Ecuación 7. Energía total liberada durante un sismo.

Mediante esta integral, es posible calcular la intensidad acumulada.

$$I_{acumulada} (\%) = \frac{1}{I_A} \sum_{i=1}^n \frac{\pi}{2g} \int_0^{t_i} a^2(t_i) dt$$

Ecuación 8. Intensidad acumulada.

Trifunac y Brady definieron la duración significativa de un terremoto como el intervalo en el que se acumula entre el 5 % y el 95 % de la I_A (D_{a5-95}), la cual coincide, normalmente, con la fase fuerte del evento (Alva, 2022).

4.3.3.8. Selección del parámetro índice de daño.

La elaboración de curvas de fragilidad requiere la elección de un parámetro que refleje la intensidad sísmica. Investigamos posibles parámetros y optamos por utilizar la Deriva Máxima de Entrepiso, también conocida como Límite para la Distorsión del Entrepiso. Este parámetro se obtendrá a partir del análisis dinámico no lineal tiempo historia. En edificaciones de concreto armado, como las examinadas en este estudio, la deriva máxima permisible es de 0.007h según la NTP 0.30 Diseño Sismorresistente de 2020. Utilizaremos el desplazamiento espectral derivado de esta deriva máxima para trazar nuestras curvas de fragilidad.

Es importante destacar que cada simulación generará una deriva máxima y, por ende, un desplazamiento espectral único. Estas variaciones se deben a las propiedades mecánicas de los materiales y las variaciones en la actividad sísmica en cada simulación. Aunque la deriva no siempre estará dentro de los límites permisibles debido a estas propiedades mecánicas, este enfoque nos permitirá crear una curva con valores distintos que modelarán la variabilidad de la fragilidad.

4.3.3.9. Definición de los estados de daño y su correlación con el índice de daño.

La elección de la deriva máxima de entrepiso como parámetro del índice de daño requiere adherirse a una metodología que describa los estados de daño utilizando la deriva como indicador. La metodología para evaluar el daño de la estructura se basa en las pautas proporcionadas por el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados

Unidos a través de su Dirección de Preparación y Respuestas ante emergencias (Federal Emergency Management Agency), conocida como FEMA. Esta metodología, denominada HAZUS-MH MR4, define distintos estados de daño en función del índice de daño seleccionado, que en este caso es la deriva máxima de entrepiso.

Antes de categorizar los estados de daño, es necesario definir los tipos de construcción. FEMA ha establecido 17 modelos estructurales que se subdividen según la altura, generando un total de 36 modelos diferentes (FEMA,2015).

Tabla 10. Tipología de sistema estructural - FEMA.

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL - FEMA	
Pórticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1
Pórticos de madera Livianos múltiples unidades, múltiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m ²	W1A
Pórticos de madera para edificios comerciales e industriales con un área de piso mayor a 500m ²	W2
Pórtico Acero Laminado (Pórtico Resistente a Momento)	S1
Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Pórtico Acero Liviano o Conformado en frío	S3
Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4
Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5
Pórtico Hormigón Armado	C1
Pórtico H. Armado con muros de corte	C2
Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3
Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1
Pórtico de H. Armado prefabricados	PC2
Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1
Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos	RM2
Edificios de Mampostería no reforzada	URM
Vivienda prefabricada	MH

Fuente: (FEMA, 2015)

Tabla 11. Tipos de edificios específicos del modelo de terremotos y tsunamis.

Etiqueta de tipo de edificio específico	Descripción	Altura			
		Rango		Típico	
		Nombre	Pisos	Pisos	Pies
W1	Madera, estructura ligera ($\leq 5,000$ ft ²)		1-2	1	14
W2	Madera, comercial e industrial (mayor a 5000 ft ²)		Todos	2	24
S1L	Estructuras de acero resistentes a momentos	Bajo	1-3	2	24
S1M		Medio	4-7	5	60
S1H		Alto	8+	13	156
S2L	Estructuras de acero con arriostre	Bajo	1-3	2	24
S2M		Medio	4-7	5	60
S2H		Alto	8+	13	156
S3	Estructuras ligeras de acero	Todos	Todos	1	15
S4L	Estructuras de acero con muros de corte de concreto moldeados in situ	Bajo	1-3	2	24
S4M		Medio	4-7	5	60
S4H		Alto	8+	13	156
S5L	Estructuras de acero con muros portantes de mampostería	Bajo	1-3	2	24
S5M		Medio	4-7	5	60
S5H		Alto	8+	13	156
C1L	Estructuras de concreto armado con pórticos resistentes a momentos	Bajo	1-3	2	20
C1M		Medio	4-7	5	50
C1H		Alto	8+	13	120
C2L	Estructuras de concreto armado con muros de corte	Bajo	1-3	2	20
C2M		Medio	4-7	5	50
C2H		Alto	8+	13	120
C3L	Estructura de concreto con muros portantes de mampostería	Bajo	1-3	2	20
C3M		Medio	4-7	5	50
C3H		Alto	8+	13	120
PC1	Muros de contención de concreto prefabricado		Todos	1	15
PC2L	Estructuras de concreto prefabricado con muros de corte	Bajo	1-3	2	20
PC2M		Medio	4-7	5	50
PC2H		Alto	8+	13	120
RM1L	Muros portantes de mampostería reforzados con diafragmas de madera o metal	Bajo	1-3	2	20
RM1M		Medio	4+	5	50
RM2L	Muros portantes de mampostería reforzada con diafragmas de concreto prefabricado	Bajo	1-3	2	20
RM2M		Medio	4-7	5	50
RM2H		Alto	8+	13	120
URML	Muros de carga de mampostería no reforzada	Bajo	1-2	1	15
URMM		Medio	3+	3	35
MH	Casas Móviles		Todos	1	10

Fuente: (FEMA, 2021)

Los bloques de la edificación pertenecen a la categoría C1 según la clasificación estructural (estructuras de concreto armado con pórticos resistentes a momentos). La guía técnica detalla que estos edificios son como edificios con estructura de acero resistentes momentos, excepto que los marcos son de hormigón armado. Algunos

marcos de hormigón más antiguos pueden tener proporciones y detalles tales que en caso de terremotos se puede producir una falla frágil de los miembros del marco, lo que lleva a un colapso parcial o total de los edificios. Los marcos modernos en zonas de alta sismicidad son proporcionados y detallados para un comportamiento dúctil y es probable que sufran grandes deformaciones durante un terremoto sin falla frágil de los miembros del marco y colapso (FEMA,2021). De acuerdo a la altura de esta edificación de 7.5m (24.6 ft) se clasifica como C1M.

A continuación, se presentan explicaciones de los niveles de daño estructural, que van desde Ligero hasta Completo. En el cálculo de posibles víctimas, las descripciones para daño Completo incluyen la proporción del área total del piso de cada tipo de edificio específico que se espera que colapse. Estas proporciones se determinan mediante evaluaciones y datos sísmicos limitados, considerando el material y la construcción variados de los distintos tipos de edificios específicos (FEMA,2020). En nuestra edificación clasificada como (C1), los daños que se pueden presentar son:

- **Daño Estructural Ligero:** Grietas finas de tipo flexión o corte en algunas vigas y columnas cerca de las juntas o dentro de las juntas. (FEMA,2020)
- **Daño Estructural Moderado:** La mayoría de las vigas y columnas presentan grietas finas. En estructuras dúctiles, algunos elementos del marco han alcanzado la capacidad de ceder, como se indica por grietas más grandes de flexión y algo de desprendimiento de concreto. Las estructuras no dúctiles pueden mostrar grietas más grandes de corte y desprendimiento. (FEMA,2020)
- **Daño Estructural Extensivo:** Algunos elementos del marco han alcanzado su capacidad última, como se indica en estructuras dúctiles por grietas grandes de flexión, concreto desprendido y armaduras principales abolladas; los elementos del marco no dúctiles pueden haber sufrido fallas por corte o fallas de adherencia

en empalmes de refuerzo, amarres rotos o armaduras principales abolladas en columnas, lo que puede resultar en un colapso parcial. (FEMA,2020)

- **Daño Estructural Completo:** La estructura está colapsada o en peligro inminente de colapso debido a la falla frágil de elementos del marco no dúctiles o pérdida de estabilidad del marco. Se espera que aproximadamente el 13% (bajos), 10% (medianos) o 5% (altos) del área total de edificios C1 con daño Completo esté colapsado. (FEMA,2020).

Tabla 12. Parámetros de la curva de fragilidad estructural: nivel de diseño sísmico de código moderado.

Propiedades de la estructura		Deriva entre pisos en el estado de umbral de daño					Desplazamiento espectral (pulgadas) β							
Tipo	Altura (pulgadas)						Leve		Moderado		Extensivo		Completo	
	Techo	Modal	Leve	Moderado	Extensivo	Compl.	Mediana	Beta	Mediana	Beta	Mediana	Beta	Mediana	Beta
W1	168	126	0.004	0.0099	0.0306	0.075	0.5	0.84	1.25	0.86	3.86	0.89	9.45	1.04
W2	288	216	0.004	0.0099	0.0306	0.075	0.86	0.89	2.14	0.94	6.62	0.94	16.2	0.92
S1L	288	216	0.006	0.0104	0.0235	0.06	1.3	0.8	2.24	0.76	5.08	0.74	12.96	0.87
S1M	720	540	0.004	0.0069	0.0157	0.04	2.16	0.65	3.74	0.68	8.46	0.69	21.6	0.87
S1H	1872	1123	0.003	0.0052	0.0118	0.03	3.37	0.64	5.83	0.64	13.21	0.71	33.7	0.83
S2L	288	216	0.005	0.0087	0.0233	0.06	1.08	0.93	1.87	0.92	5.04	0.93	12.96	0.93
S2M	720	540	0.0033	0.0058	0.0156	0.04	1.8	0.7	3.12	0.69	8.4	0.69	21.6	0.89
S2H	1872	1123	0.0025	0.0043	0.0117	0.03	2.81	0.66	4.87	0.64	13.1	0.69	33.7	0.8
S3	180	135	0.004	0.007	0.0187	0.0525	0.54	0.88	0.94	0.93	2.52	0.97	7.09	0.89
S4L	288	216	0.004	0.0069	0.0187	0.0525	0.86	0.96	1.5	1	4.04	1.03	11.34	0.92
S4M	720	540	0.0027	0.0046	0.0125	0.035	1.44	0.75	2.5	0.72	6.73	0.72	18.9	0.94
S4H	1872	1123	0.002	0.0035	0.0093	0.0262	2.25	0.66	3.9	0.67	10.5	0.7	29.48	0.9
S5L*							0.65*	1.12*	1.30*	1.04*	3.24*	0.99*	7.56*	0.95*
S5M*							1.08*	0.77*	2.16*	0.79*	5.40*	0.87*	12.60*	0.99*
S5H*							1.68*	0.70*	3.37*	0.73*	8.42*	0.89*	19.66*	0.97*
C1L	240	180	0.005	0.0087	0.0233	0.06	0.9	0.89	1.56	0.9	4.2	0.9	10.8	0.88
C1M	600	450	0.0033	0.0058	0.0156	0.04	1.5	0.69	2.6	0.69	7	0.69	18	0.9
C1H	1440	864	0.0025	0.0043	0.0117	0.03	2.16	0.66	3.74	0.67	10.08	0.76	25.92	0.91
C2L	240	180	0.004	0.0084	0.0232	0.06	0.72	0.92	1.52	0.97	4.17	1.03	10.8	0.87
C2M	600	450	0.0027	0.0056	0.0154	0.04	1.2	0.82	2.53	0.77	6.95	0.73	18	0.91
C2H	1440	864	0.002	0.0042	0.0116	0.03	1.73	0.66	3.64	0.68	10	0.7	25.92	0.87
C3L*							0.54*	1.09*	1.08*	1.07*	2.70*	1.08*	6.30*	0.91*
C3M*							0.90*	0.85*	1.80*	0.83*	4.50*	0.79*	10.50*	0.98*
C3H*							1.30*	0.71*	2.59*	0.74*	6.48*	0.90*	15.12*	0.96*
PC1	180	135	0.004	0.007	0.0187	0.0525	0.54	0.89	0.94	0.92	2.52	0.97	7.09	1.04
PC2L	240	180	0.004	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.96	1.25	1	3.37	1.04	9.45	0.88
PC2M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.035	1.2	0.82	2.08	0.79	5.61	0.75	15.75	0.93
PC2H	1440	864	0.002	0.0035	0.0094	0.0263	1.73	0.68	3	0.69	8.08	0.77	22.68	0.89
RM1L	240	180	0.004	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.96	1.25	1	3.37	1.05	9.45	0.94
RM1M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.035	1.2	0.82	2.08	0.82	5.61	0.8	15.75	0.88
RM2L	240	180	0.004	0.0069	0.0187	0.0525	0.72	0.91	1.25	0.95	3.37	1.02	9.45	0.93
RM2M	600	450	0.0027	0.0046	0.0125	0.035	1.2	0.8	2.08	0.8	5.61	0.76	15.75	0.88
RM2H	1440	864	0.002	0.0035	0.0094	0.0263	1.73	0.68	3	0.68	8.08	0.7	22.68	0.86
URML*							0.41*	1.00*	0.81*	1.05*	2.03*	1.09*	4.73*	1.08*
URMM*							0.63*	0.91*	1.26*	0.92*	3.15*	0.87*	7.35*	0.91*
MH	120	120	0.004	0.008	0.024	0.07	0.48	0.91	0.96	1	2.88	1.03	8.4	0.92

Los cuadros sombreados y los tipos de propiedades de construcción con un asterisco () indican tipos que no están permitidos por los códigos sísmicos actuales.

Fuente: (FEMA, 2020)

De la tabla anterior se observa que de acuerdo a la deriva entre pisos en el estado de umbral de daño queda definido cada estado de daño, leve, moderado, extensivo y completo.

4.3.3.10. Análisis dinámico no lineal tiempo historia.

Para llevar a cabo el análisis dinámico no lineal tiempo historia, es necesario introducir los acelerogramas sintéticos en las direcciones X e Y dentro del modelo estructural creado en el software ETABs.

Los casos de carga comienzan con una carga estática no lineal de gravedad, seguida por casos dinámicos que utilizan los registros sintéticos generados. Cada experimento tiene un período de simulación definido. Se debe ejecutar el análisis en 450 modelos de edificación (225 iteraciones para el Bloque I y 225 iteraciones para el Bloque II, de los cuales se registra la deriva máxima, la cual puede variar entre las direcciones X e Y en diferentes instancias. Además, se recopilarán datos adicionales, como momentos máximos y desplazamientos.

4.3.3.11. Vulnerabilidad Sísmica Estructural.

Una vez que hayamos recopilado todas las derivas, las adaptaremos a una curva logarítmica normal. Para realizar este ajuste, emplearemos el "Desplazamiento espectral", de acuerdo al Manual técnico FEMA 2020, el cual se obtiene a través de la deriva máxima de entrepiso, siguiendo el siguiente procedimiento:

$$\bar{S}_{d,ds} = \delta_{R,ds} \alpha_2 x h$$

Ecuación 9. Desplazamiento espectral.

Donde:

- $\bar{S}_{d,ds}$: es el valor mediano del desplazamiento espectral, en pulgadas, de los componentes estructurales para el estado de daño analizado, ds.

- $\delta_{R,Sds}$: es la relación de deriva (máxima) en el umbral del estado de daño estructural, ds.
- α_2 : es la fracción de la altura del edificio (techo) en el lugar del desplazamiento del modo de empuje (push-over).
- h : es la altura típica del techo, en pulgadas, del tipo de edificio específico de interés.

Tabla 13. Parámetros de capacidad de creación de código: período (Te), factores de respuesta del modo Pushover (α_1, α_2) y proporciones de sobrefuerza (γ, λ).

Tipo de construcción	Altura al techo (pies)	Periodo, Te (segundos)	Factores modales		Ratios de sobre fuerza	
			Peso, α_1	Altura, α_2	Cedente, γ	Último, λ
W1	14.00	0.35	0.75	0.75	1.50	3.00
W2	24.00	0.40	0.75	0.75	1.50	2.50
S1L	24.00	0.50	0.80	0.75	1.50	3.00
S1M	60.00	1.08	0.80	0.75	1.25	3.00
S1H	156.00	2.21	0.75	0.60	1.10	3.00
S2L	24.00	0.40	0.75	0.75	1.50	2.00
S2M	60.00	0.86	0.75	0.75	1.25	2.00
S2H	156.00	1.77	0.65	0.60	1.10	2.00
S3	15.00	0.40	0.75	0.75	1.50	2.00
S4L	24.00	0.35	0.75	0.75	1.50	2.25
S4M	60.00	0.65	0.75	0.75	1.25	2.25
S4H	156.00	1.32	0.65	0.60	1.10	2.25
S5L	24.00	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
S5M	60.00	0.65	0.75	0.75	1.25	2.00
S5H	156.00	1.32	0.65	0.60	1.10	2.00
C1L	20.00	0.40	0.80	0.75	1.50	3.00
C1M	50.00	0.75	0.80	0.75	1.25	3.00
C1H	120.00	1.45	0.75	0.60	1.10	3.00
C2L	20.00	0.35	0.75	0.75	1.50	2.50
C2M	50.00	0.56	0.75	0.75	1.25	2.50
C2H	120.00	1.09	0.65	0.60	1.10	2.50
C3L	20.00	0.35	0.75	0.75	1.50	2.25
C3M	50.00	0.56	0.75	0.75	1.25	2.25
C3H	120.00	1.09	0.65	0.60	1.10	2.25
PC1	15.00	0.35	0.50	0.75	1.50	2.00
PC2L	20.00	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
PC2M	50.00	0.56	0.75	0.75	1.25	2.00
PC2H	120.00	1.09	0.65	0.60	1.10	2.00
RM1L	20.00	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
RM1M	50.00	0.56	0.75	0.75	1.25	2.00
RM2L	20.00	0.35	0.75	0.75	1.50	2.00
RM2M	50.00	0.56	0.75	0.75	1.25	2.00
RM2H	120.00	1.09	0.65	0.60	1.10	2.00
URML	15.00	0.35	0.50	0.75	1.50	2.00
URMM	35.00	0.50	0.75	0.75	1.25	2.00
MH	10.00	0.35	1.00	1.00	1.50	2.00

Fuente: (FEMA, 2020).

Tabla 14. Constantes para la generación de curvas de fragilidad de acuerdo al estado de daño.

	Leve	Moderado	Extensivo	Completo
$\bar{S}d, Sds$	1.5	2.6	7	18
β	0.7	0.7	0.7	0.89

Posteriormente realizamos el cálculo para las curvas de fragilidad, expresada por la siguiente función de probabilidad:

$$F_d(x) = P \left[D \geq \frac{d}{X} = x \right]; d \in \{1; 2; \dots; n_D\}$$

$$F_d(x) = \Phi \left(\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d} \right)$$

Ecuación 10. Función de probabilidad.

Donde:

- $P \left[D \geq \frac{d}{X} = x \right]$: Probabilidad de que D sea mayor o igual que $\frac{d}{x}$
- D : Estado de daño incierto de un componente particular. El dominio para este valor es $\{0; 1; \dots; n_D\}$, donde $D=0$ denota estado sin daño, $D=1$ denota el primer estado de daño, y así sucesivamente.
- d : Un valor particular de D , sin incertidumbre.
- n_D : Número de posibles estados de daño; $n_D \in \{1; 2; 3; \dots\}$.
- X : Intensidad de excitación incierta.
- x : Un valor particular de X , sin incertidumbre.
- $F_d(x)$: Función de fragilidad para el estado de daño d , evaluada en x .
- $\Phi \left(\frac{\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)}{\beta_d} \right)$: Distribución normal estándar (En ocasiones llamada Gaussiana)
- $\ln \left(\frac{x}{\theta_d} \right)$: Logaritmo natural de $\frac{x}{\theta_d}$
- θ_d : Mediana de la capacidad del edificio para resistir el daño d , en las mismas unidades que X .
- β_d : Desviación estándar del logaritmo natural de la capacidad del edificio para resistir un estado de daño determinado.

Con el propósito de determinar el estado actual de los componentes los Bloques I y II de la edificación, emplearemos el desplazamiento espectral promedio. Este cálculo se basará en la deriva máxima promedio de entrepisos. Este enfoque nos proporcionará información sobre la vulnerabilidad sísmica actual, junto con las curvas de fragilidad correspondientes, que podrán ser útiles en investigaciones subsiguientes.

4.3.4. Vulnerabilidad Sísmica No Estructural.

El expediente técnico se utilizó para la obtención de los planos, propiedades los materiales, especificaciones técnicas y datos técnicos necesarios para el modelamiento estructural. Se encontró que los planos muestran la distribución de la construcción real.

El análisis de vulnerabilidad sísmica no estructural en base al Índice de Seguridad Hospitalaria se centra en evaluar la susceptibilidad de los componentes no estructurales del hospital a los daños o fallas durante un evento sísmico. Los elementos no estructurales incluyen sistemas, equipos y mobiliario dentro del edificio que no forman parte directa de la estructura, pero que son esenciales para la funcionalidad y seguridad del hospital. Aquí hay una guía para realizar este análisis:

a. Identificación de Componentes No Estructurales:

Se enumero y categorizo los componentes no estructurales críticos presentes en el hospital. Esto puede incluir equipos médicos, sistemas eléctricos, sistemas de fontanería, sistemas de comunicación, mobiliario y otros elementos esenciales para las operaciones del hospital.

b. Evaluación de la Vulnerabilidad de Componentes:

Se evaluó la vulnerabilidad de cada componente no estructural identificado. Considerando la fragilidad, resistencia y capacidad de absorción de energía de cada elemento frente a las fuerzas sísmicas.

c. Asignación de Puntajes en el Índice de Seguridad Hospitalaria:

Se asignó puntajes en el Índice de Seguridad Hospitalaria a cada componente no estructural evaluado. Estos puntajes deben reflejar la vulnerabilidad relativa de cada elemento. La ficha de evaluación de la vulnerabilidad sísmica no estructural de acuerdo al ISH se muestra en el Anexo II.

4.3.5. Vulnerabilidad Sísmica Funcional.

El análisis de vulnerabilidad sísmica funcional utilizando el Índice de Seguridad Hospitalaria implica evaluar la capacidad de un hospital para mantener sus funciones esenciales antes, durante y después de un evento sísmico. Este tipo de análisis se centra en la resiliencia operativa y en la capacidad del hospital para continuar brindando servicios de atención médica a pesar de las posibles afectaciones estructurales. A continuación, se proporcionan pasos generales para llevar a cabo un análisis de vulnerabilidad sísmica funcional utilizando el Índice de Seguridad Hospitalaria:

a. Recopilación de Datos:

Se obtuvo información detallada sobre la infraestructura del hospital, incluyendo planos, sistemas de construcción, materiales utilizados y detalles arquitectónicos. Se recopiló información sobre los sistemas críticos del hospital, suministro eléctrico, abastecimiento de agua, sistemas de comunicación y equipos médicos esenciales.

b. Evaluación de Vulnerabilidades Funcionales:

Se analizó la capacidad de los sistemas críticos del hospital para resistir y recuperarse de las perturbaciones sísmicas. Se evaluó la resistencia estructural y funcional de las áreas clave, como salas de emergencia, quirófanos, áreas de internación y servicios de apoyo.

c. Asignación de Puntajes:

Se asignó puntajes en el Índice de Seguridad Hospitalaria a cada componente evaluado. Estos puntajes pueden basarse en criterios predefinidos que reflejen la vulnerabilidad y la capacidad de recuperación de cada área o sistema. La ficha de evaluación de la vulnerabilidad sísmica funcional de acuerdo al ISH se muestra en el Anexo II.

CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de Resultados.

5.1.1. Modelo estructural.

Modelo estructural se refiere a una representación visual o matemática de la estructura de un objeto o sistema. Para el modelado estructural, desarrollamos en total 450 análisis dinámicos no lineal tiempo historia, pero para ello deberemos modelar 450 iteraciones. La edificación cuenta con dos bloques, tomando como punto de separación la junta que hay en el edificio se tiene Bloque I y Bloque II. Cada modelado tendrá un $f'c$ y un f_y tomado a partir de los números aleatorios generados por la simulación de Montecarlo. Así se realizó 225 iteraciones por cada bloque.

5.1.1.1. Características de los materiales.

a. Características para el concreto:

El módulo de elasticidad se calculó de acuerdo con:

$$E = 15000 * \sqrt{f'c}$$

Ecuación 11. Módulo de elasticidad del Concreto.

A continuación, se presenta la tabla obtenida para las 450 iteraciones:

Tabla 15. Resistencia a la compresión del Concreto.

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)	SIM.	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)
1	210.64	203.27	213859.78	226	210	169.2	195112.92
2	242.78	179.49	200960.72	227	163.1	204.86	214694.44
3	177.89	244.76	234672.5	228	203.89	220.27	222622.91
4	262.63	263.48	243478.84	229	163.46	177.96	200100.59
5	256.42	188.86	206138.65	230	227.51	186.71	204964.1
6	245.07	190.17	206853.95	231	172.16	217.96	221452.63
7	229.08	244.17	234387.56	232	227.94	223.43	224214.09
8	221.93	221.21	223096.59	233	214.45	227.08	226038.71
9	237.22	281.85	251825.29	234	165.91	228.98	226980.7
10	209.05	288.42	254745.55	235	176.32	189.87	206688.55
11	167.54	234.03	229469.29	236	254.61	244.35	234475.41
12	211.16	241.37	233039.00	237	265.9	165.58	193017.2

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)	SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)
13	235.54	172.96	197270.54	238	178.22	180.98	201790.73
14	216.41	245.62	235083.39	239	235.54	209.76	217246.82
15	207.84	174.23	197992.06	240	243.64	220.94	222960.54
16	230.03	180.11	201309.49	241	186.07	189.64	206564.98
17	230.46	252.12	238172.14	242	243.59	231.3	228126.77
18	254.48	244.98	234777.00	243	229.73	239.04	231913.42
19	168.95	204.79	214654.83	244	244.28	191.84	207759.29
20	210.65	169.28	195161.23	245	248.97	258.36	241105.2
21	198.65	137.81	176090.33	246	211.91	175.62	198783.47
22	169.91	239.46	232116.63	247	254.32	221.19	223088.38
23	166.11	280.3	251134.27	248	261.13	212.34	218580.46
24	169.46	223.39	224192.6	249	249.09	188.51	205949.05
25	231.38	224.82	224910.3	250	206.00	254.01	239067.03
26	215.49	204.4	214454.77	251	228.04	220.61	222796.36
27	266.71	228.92	226951.54	252	187.04	240.91	232817.49
28	198.56	192.35	208032.94	253	232.54	202.25	213322.45
29	236.25	214.77	219825.71	254	229.93	164.5	192387.46
30	269.78	209.49	217107.26	255	230.05	248.81	236603.99
31	244.6	247.29	235883.18	256	240.88	292.71	256632.75
32	228.49	210.63	217695.42	257	213.47	193.19	208487.46
33	247	215.48	220190.09	258	192.87	220.69	222832.14
34	226.13	228.68	226831.24	259	172.52	260.65	242171.73
35	173.35	174.1	197920.77	260	162.19	142.29	178927.13
36	247.18	242.35	233513.5	261	250.38	203.79	214132.23
37	256.87	201.33	212835.2	262	155.85	151.14	184410.93
38	172.16	205.66	215112.27	263	268.27	271.54	247176.7
39	233.3	202.59	213502.54	264	152.49	192.58	208157.31
40	208.82	175.43	198675.61	265	174.24	253.14	238655.27
41	222.93	190.31	206931.38	266	181.97	228.47	226728.22
42	169.54	210.12	217432.29	267	222.73	300.9	260198.41
43	267.94	263.7	243582.02	268	238.99	239.22	232003.42
44	258.85	220.82	222899.47	269	263.62	251.99	238112.69
45	267.3	203.25	213849.3	270	257.17	228.08	226532.85
46	249.08	198.63	211404.46	271	230.52	238.61	231704.69
47	171.27	238.89	231841.87	272	240.21	196.74	210393.79
48	200.83	120.26	164494.28	273	170.79	245.26	234909.63
49	256.53	259.56	241664.22	274	223.58	246.21	235368.43
50	178.39	204.44	214471.94	275	227.44	253.41	238782.07
51	219.72	227.68	226333.67	276	183.52	223.44	224216.52
52	219.84	192.29	208004.8	277	185.13	257.96	240917.48
53	211.43	234.37	229637.89	278	174.33	200.09	212180.26
54	193.77	230.25	227607.61	279	263.79	221.28	223130.97
55	246.67	228.54	226764	280	206.17	185.6	204354
56	251.93	250.42	237370.24	281	178.14	257.5	240699.98
57	216.66	300.48	260014.85	282	260.73	234.77	229832.09
58	199.53	227.18	226087.53	283	227.28	245.24	234899.88
59	195.59	264.9	244134.74	284	232.59	245.37	234966.09
60	223.27	276.86	249586.04	285	157.61	253.31	238737.43
61	199.6	201.84	213104.24	286	190.61	254.91	239490.83
62	223.37	239.8	232283.18	287	255.73	200.03	212150.36
63	269.66	242.62	233644.43	288	246.56	258.75	241284.81
64	185.01	167.77	194287.91	289	158.34	276.73	249530.08
65	263.07	252.07	238148.8	290	176.04	249.07	236730.15
66	191.99	229.82	227398.93	291	179.53	244.58	234586.6
67	206.15	200.54	212417.54	292	241.14	193.13	208458.97
68	251.61	166.49	193548.1	293	186.25	191.88	207783.52
69	244.77	287.7	254427.26	294	236.43	222.37	223681.14
70	170.58	196.86	210459.66	295	171.55	187.04	205141.34
71	187.74	196.17	210090.88	296	214.37	175.61	198776.68

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)	SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)
72	231.83	220.39	222682.39	297	155.63	219.3	222133.05
73	256.85	190.48	207022.43	298	197.29	257.65	240771.54
74	260.91	274.52	248531.41	299	228.38	154.3	186329.1
75	258.86	277.32	249794.17	300	259.93	263.32	243405
76	260.32	201.14	212734.62	301	252.7	182.53	202655.16
77	265.13	197.33	210713.03	302	238.04	260.91	242291.34
78	163.47	261.7	242656.42	303	206.16	194.69	209297.34
79	242.94	233	228964.84	304	250.7	166.7	193667.64
80	222.46	199.34	211780.78	305	167.29	199.84	212045.45
81	227.4	217.68	221307.61	306	246.56	262.73	243133.4
82	198.48	235.78	230325.97	307	193.34	207.69	216170.06
83	240.14	168.92	194953.09	308	197.58	259.27	241530
84	158.63	252.12	238174.09	309	259.64	310.33	264244.91
85	159.06	258.68	241254.11	310	222.2	193.91	208878.33
86	157.23	281.29	251576.92	311	178.14	247.29	235879.95
87	221.19	209.12	216913.34	312	222.42	283.4	252515.94
88	256.2	239.32	232049.15	313	163.6	273.74	248174.39
89	246.78	282.05	251914.63	314	191.46	221.54	223262.25
90	205.59	257.62	240756.56	315	209.68	161.78	190790.87
91	201.23	199.25	211734.59	316	163.62	222.84	223915.7
92	232.08	225.96	225478.52	317	168.3	220.4	222689.68
93	226.11	229.21	227095.01	318	189.95	259.99	241865.31
94	239.78	232.25	228594.69	319	226.68	257.57	240736.17
95	266.48	189.99	206754.99	320	227.27	175.25	198574.26
96	176.71	218.46	221705.9	321	184.09	252.68	238439.62
97	251.64	161.55	190653.24	322	257.36	224.66	224832.32
98	178.25	170.66	195957.02	323	217.46	273.89	248245.87
99	221.33	276.44	249395.41	324	169.7	183.63	203267.21
100	151.84	297.12	258558.49	325	194.71	193.65	208738.9
101	265.98	225.32	225159.22	326	224.35	216.31	220613.03
102	224.16	217.86	221400.86	327	158.22	157.06	187987.22
103	189.9	195.43	209692.02	328	268.9	203.6	214032.97
104	164.53	234.01	229459.29	329	249.19	204.43	214467.38
105	261.5	204.15	214321.42	330	198.93	225.27	225132.94
106	154.3	258.8	241310.49	331	198.9	205.65	215106.31
107	254.14	302.8	261016.21	332	204.86	224.2	224598.82
108	151.01	227.01	226001.9	333	261.13	257.26	240591.98
109	167.15	167.09	193894.66	334	221.76	202.32	213359.16
110	203.9	173.42	197531.44	335	162.87	203.13	213784.92
111	253.19	224.53	224767.19	336	224.82	201.66	213011.76
112	168.05	206.51	215558.19	337	154.34	229.05	227016.23
113	236.58	248.96	236676.08	338	175	205.28	214914.85
114	250.22	223.36	224180.71	339	251.76	164.8	192562.74
115	202.05	196.27	210142.3	340	197.76	220.86	222919.82
116	195.43	250.6	237456.06	341	179.49	162.38	191140.14
117	213.31	223.37	224184.5	342	221.62	218.94	221947.43
118	245.06	160.45	190002.72	343	249.16	204.95	214741.73
119	211.01	220.8	222889.02	344	174.46	328.65	271932.33
120	203.31	279.99	250991.67	345	171.75	156.9	187886.87
121	188.55	176.6	199338.15	346	200.63	181	201805.95
122	163.3	203.09	213767.03	347	157.12	205.91	215241.27
123	238.51	211.28	218030.67	348	246.54	221.94	223462.38
124	242.69	214.78	219831.4	349	208.01	239.66	232215.99
125	178.97	175.73	198846.67	350	239.65	203.51	213982.85
126	166.55	201.49	212918.84	351	239.76	150.42	183971.5
127	203.68	208.98	216839.53	352	215.78	212.39	218602.42
128	185.25	155.02	186760.24	353	220.82	193.95	208901.12
129	204.66	194.68	209293.34	354	162.98	261.8	242703.57
130	182.04	235.36	230123.03	355	247.29	179.6	201021.61

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)	SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)
131	200.76	223.39	224193.73	356	161.31	179.77	201118.62
132	190.33	216.03	220469.71	357	266.69	211.49	218138.69
133	163.29	230.16	227567.59	358	244.93	209.66	217194.42
134	245.33	237.76	231293.8	359	177.05	224.18	224587.28
135	176.28	228.69	226835.26	360	238.59	291.92	256284.7
136	259.25	257.05	240491.86	361	178.03	159.01	189150.09
137	164.49	228.93	226954.16	362	166.52	200.69	212495.44
138	241.76	204.2	214346.92	363	187.76	159.06	189181.04
139	210.27	230.12	227547.16	364	226.46	276.04	249217.49
140	193.89	178.1	200180.95	365	269.87	230.2	227586.45
141	234.81	182.07	202402.04	366	266.68	205.64	215103.98
142	208.85	286.47	253880.31	367	176.84	278.76	250440.2
143	254.55	203.65	214059.43	368	196.59	173.82	197764.02
144	166.48	190.72	207151.57	369	151.89	225.87	225435.32
145	176.79	253.1	238637.6	370	196.05	220.35	222663.76
146	262.69	172.67	197104.93	371	154.61	290.22	255536.81
147	165.41	243.64	234134.94	372	171.3	258.53	241184.03
148	193.25	239.51	232143.47	373	197.65	219.84	222404.69
149	159.17	169.9	195519.28	374	199.54	190.71	207145.27
150	197.61	253.35	238755.06	375	174.46	178.66	200498.01
151	181.4	176.66	199368.6	376	214.96	231	227978.96
152	193.66	248.66	236532.74	377	167.12	222.71	223851.57
153	261.6	249.34	236858.65	378	259.65	187.85	205589.8
154	152.89	203.29	213870.08	379	229.11	306.57	262636.44
155	215.68	288.19	254642.31	380	167.11	232.85	228892.35
156	244.58	227.7	226343.94	381	266.44	256.23	240108.6
157	215.26	179.71	201082.47	382	263.16	122.19	165810.31
158	239.81	199.28	211747.38	383	171.96	179.19	200794.3
159	267.66	189.82	206660.32	384	265.97	208.85	216772.85
160	185.25	252.26	238238.08	385	217.41	246.24	235378.2
161	156.34	207.32	215976.95	386	187.5	185.23	204146.99
162	220.77	287.32	254256.45	387	224	232.34	228642.83
163	181.02	157.11	188018.2	388	247.55	184.98	204009.05
164	227.38	227.74	226366.27	389	186.93	182.51	202644.13
165	170.24	198.22	211186.33	390	219	187.48	205384.39
166	252.46	218.85	221901.75	391	266.25	237.98	231398.1
167	220.37	230.65	227809.57	392	187.89	203.49	213976.63
168	244.74	211.17	217973.06	393	218.51	265.27	244305.15
169	238.78	238.13	231473.95	394	232.14	130.69	171477.75
170	243.01	142.59	179114.3	395	183.35	266.1	244690.17
171	240.19	161.18	190435.27	396	179.24	216.84	220884.22
172	237.84	235.57	230225.43	397	208.77	214.6	219737.17
173	155.5	241.1	232908.71	398	178.18	265.1	244227.71
174	208.33	228.63	226809.73	399	259.55	195.15	209545.92
175	251.48	251.5	237883.07	400	175.49	229.02	227001.61
176	214.06	265.88	244587.99	401	259.55	263.76	243611.5
177	156.7	191.78	207727.54	402	266.76	232.2	228572.49
178	223.73	167.17	193943.08	403	252.44	229.66	227319.76
179	154.72	217.89	221418.14	404	188.9	245.79	235164.68
180	225.72	264.59	243994.91	405	162.8	176.77	199431.89
181	180.7	215.11	219997.19	406	153.14	238.66	231728.8
182	173.97	201.8	213084.52	407	254.84	219.95	222458.55
183	240.44	207.55	216096.7	408	164.01	256.34	240159.55
184	256.84	194.5	209192.82	409	270.92	195.56	209765.14
185	193.01	161.36	190539.79	410	206.16	230.73	227847.42
186	197.5	248.01	236227.01	411	250.08	253.6	238871.01
187	161.88	188.59	205989.56	412	162.99	253.16	238663.44
188	233.24	242.91	233782.01	413	220.54	195.78	209883.88
189	202.38	270.34	246629.27	414	246.32	241.61	233158.53

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)	SIM.	f'c (kg/cm ²)	f'c modelado (kg/cm ²)	E Modelado (kg/cm ²)
190	181.66	190.77	207181.53	415	171.3	215.14	220014.54
191	219.92	178.04	200145.45	416	172.65	210.55	217655.57
192	234.04	233.1	229015.11	417	251.43	221.85	223420.42
193	239.07	222.49	223742.8	418	241.58	260.48	242091.18
194	185.16	199.71	211977.06	419	258.23	172.81	197184.27
195	246.63	226.03	225514.48	420	166.65	259.16	241476.3
196	222.91	245.32	234940.36	421	204.65	222.3	223644.34
197	166.4	209.6	217164.39	422	222.32	195.87	209930.38
198	235.51	257.79	240835.9	423	252.93	158.98	189130.44
199	181.94	260.14	241932.7	424	196.07	206.89	215755.57
200	267.69	196.98	210525.95	425	266.81	205.89	215234.45
201	259.66	164.76	192535.95	426	202.84	192.91	208340.21
202	265.4	203.26	213852.59	427	221.11	275.53	248986.74
203	204.25	230.85	227906.57	428	211.18	200.26	212269.57
204	270.26	175.59	198765.83	429	270.88	250.91	237600.94
205	235.35	290.04	255457.57	430	185.35	204.96	214747.99
206	196.81	252.03	238134	431	211.53	198.22	211187.03
207	187.08	251.63	237944.89	432	254.11	228.83	226908.25
208	261.35	257.12	240526.58	433	211.9	258.6	241216.09
209	194.83	292.08	256353.3	434	241.1	209.97	217352.56
210	232.83	221.96	223474	435	162.8	294.29	257321.63
211	250.42	202.41	213406.12	436	258	236.2	230531.64
212	237.28	212.94	218887.76	437	255.29	296	258070.1
213	197.53	197.04	210555.92	438	195.18	222.81	223902.84
214	260.25	214.24	219555.38	439	268.12	113.27	159639.55
215	181.58	223.33	224163.92	440	201.67	207.24	215937.8
216	252.15	199.67	211957.3	441	263.14	275.13	248803.82
217	239.1	238.62	231708.99	442	267.4	285.9	253628.67
218	209.97	153.82	186034.18	443	269.62	87.73	140496.43
219	180.5	271.69	247243.54	444	250.83	195.59	209779.31
220	198.67	120.32	164538.64	445	236.22	214.33	219600.61
221	208.52	268.54	245808.7	446	201.67	243.92	234267.4
222	174.8	248.6	236506.73	447	169.16	219.11	222035.66
223	154.46	236.26	230562.06	448	269.62	168.48	194697.09
224	213.8	250.99	237638.15	449	238.92	218.22	221584.12
225	241.55	199.68	211964.36	450	195.15	240.48	232609.41

Tabla 16. Datos iniciales de resistencia a compresión del concreto.

Datos iniciales		
Dato	valor	Unidades
f'c	210	(kg/cm ²)
Media	221	(kg/cm ²)
Coef.	0.16	-
Desv. Est.	35.36	(kg/cm ²)
Varianza	1250.3296	(kg/cm ²)

(Fuente: Burga et. al, 2021).

b. Características para el acero:

Se generaron 450 valores de resistencia utilizando el método de Montecarlo, considerando los siguientes datos iniciales: $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, con una media de 4800

Kg/cm² y un coeficiente de variación de 0.06. Se optará por una distribución Lognormal, según (Velásquez, 2006). El peso específico inicial para las simulaciones será de 7850 Kg/m³, y el módulo de elasticidad $E = 20389019158 \text{ Kgf/m}^2$. A continuación presentamos las tablas de los valores obtenidos:

Tabla 17. Propiedades del acero.

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	$f_y \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)	SIM.	$f_y \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)
1	4200.36	7850.9	20389019158	226	4200.77	7850.09	20389019159
2	4465.21	7899.21	20389019365	227	4767.06	7859.06	20389019328
3	4638.23	7778.23	20389019554	228	4428.37	7803.37	20389019657
4	3986.92	7879.92	20389018677	229	4962.96	7910.96	20389019618
5	4392.26	7826.26	20389019279	230	4887.61	7807.61	20389019207
6	4539.96	7788.96	20389019039	231	4530.55	7756.55	20389019235
7	4756	7804	20389018735	232	4029.08	7870.08	20389019284
8	4536.98	7774.98	20389019141	233	4434.04	7881.04	20389019621
9	4427.29	7932.29	20389019064	234	4454.17	7774.17	20389018676
10	4279.97	7848.97	20389019319	235	4508.36	7861.36	20389019091
11	4256.65	7799.65	20389018908	236	4695.29	7818.29	20389018712
12	4103.77	7757.77	20389019566	237	4140.86	7791.86	20389018914
13	4531.65	7943.65	20389019035	238	4109.18	7850.18	20389018970
14	3974.56	7790.56	20389018813	239	3977.96	7822.96	20389019617
15	4510	7833	20389018856	240	4257.71	7763.71	20389019619
16	4626.46	7898.46	20389019338	241	4925.5	7881.5	20389018812
17	4064.69	7806.69	20389019174	242	4100.5	7908.5	20389019438
18	4888.47	7829.47	20389019272	243	4753.95	7761.95	20389019584
19	4167.79	7901.79	20389019374	244	4011.59	7817.59	20389019492
20	4533.28	7848.28	20389019356	245	4280.34	7786.34	20389018955
21	4608.35	7801.35	20389019415	246	4807.38	7850.38	20389019065
22	4943.42	7832.42	20389018813	247	4427.43	7768.43	20389019398
23	4137.24	7760.24	20389018659	248	4923.11	7808.11	20389018967
24	4166.92	7804.92	20389019512	249	4011.6	7807.6	20389019174
25	4358.63	7897.63	20389018857	250	3936.44	7941.44	20389019552
26	4879.02	7804.02	20389018775	251	4858.91	7765.91	20389019240
27	4359.33	7891.33	20389018834	252	4074.39	7937.39	20389019002
28	4168.3	7786.3	20389019051	253	4482.34	7859.34	20389018687
29	4670.51	7809.51	20389018827	254	4499.37	7936.37	20389019086
30	4403.55	7891.55	20389019020	255	4207.77	7895.77	20389019053
31	4226.44	7768.44	20389018716	256	4945.65	7812.65	20389018767
32	4134.11	7793.11	20389019445	257	3951.49	7933.49	20389019213
33	4299.16	7927.16	20389019314	258	4241.12	7933.12	20389019325
34	3996	7862	20389019144	259	4936.16	7906.16	20389018680
35	4644.82	7761.82	20389019630	260	4561.86	7910.86	20389018974
36	4058.34	7757.34	20389018743	261	4850.5	7844.5	20389019126
37	4676.09	7936.09	20389018807	262	4420.51	7812.51	20389019511
38	4121.85	7932.85	20389018867	263	4629.13	7752.13	20389019362
39	4259.99	7910.99	20389019051	264	4886.43	7876.43	20389018942
40	4912.03	7924.03	20389019055	265	4947.2	7921.2	20389018979
41	4624.44	7779.44	20389019102	266	4011.15	7857.15	20389019012
42	4817.07	7891.07	20389019587	267	4203.58	7853.58	20389019206
43	4423.72	7908.72	20389019562	268	4904.75	7788.75	20389018695
44	4640.47	7949.47	20389019242	269	4904.3	7787.3	20389018949
45	4745.83	7823.83	20389019537	270	4176.78	7859.78	20389019306
46	4872.12	7914.12	20389019432	271	4040.91	7775.91	20389019063

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	fy (kg/cm ²)	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)	SIM.	fy (kg/cm ²)	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)
47	3936.17	7807.17	20389018901	272	4789.22	7916.22	20389019490
48	4251.33	7767.33	20389019201	273	4250.04	7939.04	20389019078
49	4742.76	7918.76	20389019548	274	4127.93	7908.93	20389018826
50	4919.7	7944.7	20389018961	275	4499.68	7866.68	20389019279
51	4244.39	7821.39	20389019455	276	4594.47	7918.47	20389019585
52	4543.87	7842.87	20389019466	277	4929.1	7938.1	20389018709
53	4982.96	7889.96	20389018792	278	4785.44	7779.44	20389018868
54	4346.64	7893.64	20389019131	279	4118.55	7948.55	20389018752
55	4599.81	7768.81	20389019463	280	3930.27	7758.27	20389018702
56	4271.84	7846.84	20389018676	281	4067.05	7755.05	20389018896
57	4601.65	7753.65	20389018774	282	4018.13	7929.13	20389019011
58	3973.51	7811.51	20389019641	283	4390.49	7751.49	20389019002
59	4610.48	7933.48	20389019001	284	4151.68	7874.68	20389018855
60	4893.71	7880.71	20389019255	285	4192.81	7908.81	20389018939
61	4734.28	7918.28	20389018819	286	4973.46	7781.46	20389019604
62	4887.55	7811.55	20389019210	287	4072.16	7783.16	20389019648
63	4714.57	7792.57	20389019007	288	4020.39	7750.39	20389018991
64	4890.4	7765.4	20389019631	289	4623.46	7762.46	20389019039
65	4207.97	7872.97	20389019568	290	3999.56	7922.56	20389018871
66	4860.84	7881.84	20389018741	291	4370.78	7890.78	20389018785
67	4873.88	7890.88	20389019409	292	4083.24	7870.24	20389019001
68	4601.76	7942.76	20389019483	293	4836.22	7755.22	20389019621
69	4961.12	7858.12	20389019578	294	4797.8	7920.8	20389018664
70	3973.46	7842.46	20389019504	295	4848.1	7834.1	20389019645
71	4836.61	7944.61	20389019341	296	4367.7	7785.7	20389019455
72	4496.95	7832.95	20389019227	297	4964.17	7903.17	20389019283
73	4227.94	7914.94	20389018669	298	4807.82	7849.82	20389019497
74	4206.52	7882.52	20389018684	299	4715.17	7892.17	20389019221
75	4987.72	7901.72	20389019588	300	4376.35	7763.35	20389019351
76	4942.48	7807.48	20389018701	301	4768.84	7908.84	20389019004
77	4706.06	7930.06	20389018999	302	4718.86	7764.86	20389019590
78	4184.99	7796.99	20389019653	303	4609.74	7856.74	20389019622
79	4610.71	7761.71	20389019384	304	4270.78	7874.78	20389019179
80	3960.45	7834.45	20389019656	305	4083.16	7796.16	20389018871
81	4640.07	7819.07	20389019104	306	4495.7	7870.7	20389019312
82	4965.11	7875.11	20389019091	307	3997.14	7873.14	20389019485
83	4623.74	7880.74	20389018836	308	4216.62	7769.62	20389018878
84	3968.93	7850.93	20389019425	309	4489.52	7901.52	20389019056
85	4259.32	7769.32	20389018817	310	4641.24	7777.24	20389018914
86	4937.84	7917.84	20389018998	311	4126.09	7794.09	20389019358
87	4088.01	7806.01	20389018844	312	4268.21	7863.21	20389018853
88	4400.76	7916.76	20389019178	313	4436.61	7895.61	20389018724
89	4072.49	7856.49	20389018868	314	4212.8	7920.8	20389019220
90	4274.42	7874.42	20389019129	315	4212.3	7752.3	20389019269
91	3972.8	7784.8	20389019153	316	4359.26	7864.26	20389018854
92	4626.76	7887.76	20389019636	317	4456.22	7839.22	20389019480
93	4134.84	7929.84	20389019192	318	4639.37	7790.37	20389019365
94	4672.59	7873.59	20389019276	319	4513.37	7770.37	20389018863
95	4125.65	7881.65	20389019409	320	4548.46	7893.46	20389018661
96	4935.88	7770.88	20389019156	321	4155.95	7804.95	20389018956
97	4930.45	7899.45	20389019361	322	4665.14	7829.14	20389018967
98	4296.75	7781.75	20389019334	323	3975.41	7847.41	20389019365
99	3997.38	7870.38	20389018987	324	4457.2	7898.2	20389018832
100	4627.61	7835.61	20389019655	325	4313.65	7818.65	20389019123
101	4014.61	7764.61	20389019488	326	4293.99	7764.99	20389018825
102	4423.96	7868.96	20389018752	327	4885.5	7824.5	20389018866
103	4455.88	7819.88	20389019470	328	4067.26	7907.26	20389019367
104	4156.91	7919.91	20389018956	329	4620.03	7830.03	20389018697
105	4178.44	7839.44	20389019574	330	4653.73	7869.73	20389019279

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	fy (kg/cm ²)	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)	SIM.	fy (kg/cm ²)	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)
106	4247.62	7867.62	20389019364	331	4986.28	7771.28	20389019038
107	4465.18	7791.18	20389019027	332	4572.01	7855.01	20389019453
108	4806.63	7767.63	20389019420	333	4037.99	7886.99	20389018829
109	4536.94	7770.94	20389019062	334	4398.08	7916.08	20389018801
110	4623.4	7948.4	20389019447	335	4150.27	7779.27	20389019524
111	4194.39	7804.39	20389019595	336	4186.95	7879.95	20389019206
112	4790.93	7806.93	20389019282	337	4271.64	7781.64	20389018929
113	4038.9	7806.9	20389019562	338	4499.17	7805.17	20389019635
114	3998.89	7799.89	20389018988	339	4371.63	7889.63	20389018740
115	4060.68	7852.68	20389019285	340	4976.13	7873.13	20389018692
116	4364.7	7811.7	20389019399	341	4129.69	7791.69	20389018921
117	4190.35	7774.35	20389019644	342	4101.54	7904.54	20389018679
118	4703.69	7779.69	20389019337	343	4354.14	7862.14	20389019408
119	4869.47	7788.47	20389019046	344	4893.44	7942.44	20389018730
120	3904.88	7897.88	20389019117	345	4079.9	7837.9	20389019566
121	3978.03	7875.03	20389019394	346	4067.79	7812.79	20389019210
122	4787.92	7764.92	20389019587	347	4061.08	7874.08	20389018776
123	4563.22	7903.22	20389018827	348	4794.2	7836.2	20389019114
124	4139.86	7931.86	20389019303	349	4401.98	7849.98	20389019618
125	4590.27	7897.27	20389019438	350	4382.58	7935.58	20389019093
126	4161.06	7842.06	20389018734	351	4579.73	7754.73	20389018662
127	4178.74	7916.74	20389019009	352	4238.08	7928.08	20389019062
128	4297.32	7830.32	20389019347	353	4945	7947	20389019229
129	4212.57	7782.57	20389019040	354	4964.45	7752.45	20389019108
130	4970.07	7843.07	20389019628	355	3944.58	7942.58	20389018850
131	4948.04	7781.04	20389018956	356	4145.66	7750.66	20389019156
132	4274.07	7862.07	20389018875	357	4344.04	7790.04	20389019628
133	4993.29	7752.29	20389018768	358	4009.54	7763.54	20389019429
134	4687.85	7794.85	20389019030	359	4400.82	7824.82	20389019174
135	4505.61	7949.61	20389018740	360	4287.67	7763.67	20389019472
136	4528.88	7914.88	20389019159	361	4198.02	7922.02	20389019448
137	4948.02	7931.02	20389019370	362	4428.91	7793.91	20389018873
138	3917.44	7869.44	20389018771	363	4857.29	7784.29	20389019406
139	4900.75	7784.75	20389019484	364	4579.13	7921.13	20389019489
140	4211.55	7937.55	20389018719	365	4557.28	7865.28	20389019065
141	4641.77	7858.77	20389019248	366	4126.51	7836.51	20389019377
142	4459.52	7795.52	20389019264	367	4401.28	7782.28	20389018698
143	4940.71	7878.71	20389019240	368	4579.3	7764.3	20389019076
144	4341.48	7791.48	20389019041	369	4785.86	7882.86	20389019241
145	4922.17	7801.17	20389018791	370	4535.46	7792.46	20389019052
146	4186.91	7857.91	20389018773	371	4280.37	7863.37	20389019030
147	4233.74	7760.74	20389019236	372	4869.2	7904.2	20389019120
148	4414.67	7826.67	20389018977	373	4502.31	7836.31	20389019601
149	4668.8	7807.8	20389019576	374	4233.36	7796.36	20389018748
150	4690.71	7813.71	20389019263	375	4712.3	7772.3	20389018734
151	4934	7856	20389019249	376	4656.16	7855.16	20389018987
152	4004.84	7938.84	20389019522	377	4086.59	7819.59	20389019607
153	4621.85	7792.85	20389018792	378	4884.79	7899.79	20389019159
154	4744.84	7885.84	20389019627	379	4925.39	7780.39	20389019288
155	4462.29	7921.29	20389019510	380	3929.53	7864.53	20389018831
156	4536.63	7819.63	20389019621	381	4684.64	7822.64	20389019024
157	4347.57	7897.57	20389019365	382	4293.93	7916.93	20389019439
158	4197.87	7895.87	20389019188	383	4923.29	7871.29	20389018845
159	3932.92	7839.92	20389019384	384	4267.05	7807.05	20389019087
160	4647.87	7885.87	20389019399	385	4163.42	7837.42	20389019248
161	3996.07	7865.07	20389019509	386	4011.09	7872.09	20389019349
162	4737.71	7872.71	20389019271	387	4715.47	7757.47	20389019020
163	4561.03	7874.03	20389019421	388	4258.52	7804.52	20389018902
164	4721.52	7844.52	20389019444	389	3979.77	7864.77	20389019652

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	fy (kg/cm ²)	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)	SIM.	fy (kg/cm ²)	Peso específico (kg/m ³)	E Modelado (kgf/m ²)
165	4473.72	7907.72	20389019544	390	4959.95	7759.95	20389019529
166	4125.58	7807.58	20389018851	391	4081.14	7752.14	20389019481
167	4037.09	7835.09	20389019422	392	4072.48	7887.48	20389018836
168	4642.86	7805.86	20389019621	393	4786.6	7772.6	20389019330
169	3996.58	7846.58	20389019198	394	4832.08	7855.08	20389018663
170	4994.26	7834.26	20389019419	395	4349.53	7796.53	20389019433
171	4013.64	7809.64	20389019484	396	4609.52	7930.52	20389019172
172	4102.91	7936.91	20389019533	397	4460.76	7861.76	20389018816
173	4716.23	7889.23	20389019635	398	4373.55	7891.55	20389018898
174	4606.63	7861.63	20389019054	399	4049.85	7833.85	20389018671
175	4676.42	7822.42	20389019399	400	4024.47	7836.47	20389019120
176	4701.54	7901.54	20389019321	401	4900.29	7783.29	20389019412
177	4132.09	7760.09	20389018925	402	3969.65	7860.65	20389019066
178	4254.93	7911.93	20389018852	403	4231.8	7788.8	20389019200
179	4020.88	7873.88	20389018916	404	4069.1	7770.1	20389019647
180	4990.32	7813.32	20389018695	405	4087.63	7761.63	20389018737
181	4882.02	7758.02	20389019171	406	4550.94	7926.94	20389019209
182	4860.23	7860.23	20389018873	407	4085	7808	20389018954
183	4943.45	7806.45	20389019214	408	4854.52	7800.52	20389018906
184	4228.99	7894.99	20389019655	409	4991.5	7837.5	20389019481
185	4547.02	7810.02	20389018918	410	4919.96	7885.96	20389019486
186	4284.7	7914.7	20389019429	411	4717.39	7849.39	20389019373
187	4293.65	7774.65	20389019203	412	3941.35	7927.35	20389019236
188	4400.42	7932.42	20389018739	413	4868.85	7780.85	20389018884
189	4673.84	7909.84	20389019494	414	4679.45	7805.45	20389019267
190	4864.71	7783.71	20389019426	415	4997.71	7947.71	20389019458
191	4849.04	7866.04	20389018882	416	4806.27	7808.27	20389018730
192	4966.23	7916.23	20389019414	417	4865.72	7926.72	20389019635
193	4388.24	7936.24	20389019623	418	3949.27	7909.27	20389018693
194	4991.33	7756.33	20389019496	419	4107.02	7798.02	20389018745
195	3974.25	7872.25	20389019438	420	4153.1	7826.1	20389019563
196	4548.88	7893.88	20389019641	421	4255.08	7936.08	20389018814
197	4362.74	7935.74	20389019437	422	4199.27	7838.27	20389018988
198	3937.27	7918.27	20389018664	423	4193.01	7750.01	20389019052
199	4974.39	7935.39	20389018724	424	4457.75	7764.75	20389018995
200	4771.25	7888.25	20389019485	425	4660.89	7750.89	20389019190
201	4602.91	7793.91	20389019148	426	4032.13	7846.13	20389019025
202	4782.61	7837.61	20389018816	427	4752.7	7875.7	20389018851
203	4254.89	7885.89	20389018996	428	4103.81	7850.81	20389019072
204	4335.96	7855.96	20389018821	429	3919.94	7813.94	20389019160
205	4419.41	7782.41	20389019547	430	4142.05	7762.05	20389019131
206	4018.32	7909.32	20389018804	431	3962.57	7857.57	20389019561
207	4809.92	7852.92	20389019469	432	4939.23	7785.23	20389019411
208	4863.78	7913.78	20389018946	433	4385.72	7763.72	20389019504
209	4172.79	7885.79	20389019190	434	4434.21	7775.21	20389018700
210	4560.13	7763.13	20389018714	435	4492.4	7855.4	20389019561
211	4178.62	7878.62	20389018873	436	4077.02	7863.02	20389019602
212	4837.71	7793.71	20389019230	437	4180.67	7850.67	20389019616
213	4586.34	7800.34	20389019299	438	4910.02	7803.02	20389019159
214	3947.76	7936.76	20389019308	439	4091.98	7900.98	20389018740
215	4752.91	7930.91	20389019120	440	4577.96	7814.96	20389018830
216	3982.83	7834.83	20389018686	441	4540.63	7793.63	20389019513
217	4858.34	7838.34	20389019141	442	3914.69	7798.69	20389018838
218	4506.83	7805.83	20389018992	443	4685.76	7849.76	20389019560
219	4698.91	7872.91	20389019343	444	3963.44	7780.44	20389019231
220	3995	7816	20389019528	445	4084.11	7837.11	20389018859
221	4469.93	7789.93	20389019230	446	4667.65	7863.65	20389019475
222	4704.56	7806.56	20389019101	447	4958.6	7839.6	20389019058
223	4252.89	7800.89	20389019641	448	4905.05	7914.05	20389018942

BLOQUE I				BLOQUE II			
SIM.	fy (kg/cm²)	Peso específico (kg/m³)	E Modelado (kgf/m²)	SIM.	fy (kg/cm²)	Peso específico (kg/m³)	E Modelado (kgf/m²)
224	4355.99	7801.99	20389018978	449	4959.3	7801.3	20389018864
225	4542.61	7832.61	20389019262	450	4108.42	7928.42	20389019092

Tabla 18. Datos iniciales del acero.

Datos iniciales - acero		
Dato	valor	Unidades
f_y	4200	(kg/cm ²)
Media	4800	(kg/cm ²)
Coef.	0.06	
Desv. Est.	288	(kg/cm ²)
Varianza	82944	(kg/cm ²)
Peso específico	7850	kgf/m ³
Módulo de elasticidad	20389019158	kgf/m ²

(Fuente: Velásquez, 2006)

5.1.1.2. Modelado Estructural y Análisis Dinámico No Lineal Tiempo-Historia.

El análisis dinámico no lineal tiempo-historia en ETABS (Extended Three-dimensional Analysis of Building Systems) es una técnica avanzada que se utiliza para evaluar la respuesta estructural de un edificio o estructura frente a cargas sísmicas u otras excitaciones dinámicas. Realizamos este enfoque avanzado en ingeniería estructural que tuvo en cuenta la complejidad no lineal del comportamiento de la estructura bajo condiciones dinámicas, como las generadas por terremotos, basándonos en los planos estructurales del expediente técnico. Este tipo de análisis proporciona una comprensión más detallada y realista de cómo se comporta una estructura en situaciones sísmicas. El análisis se realizó por cada bloque I y II, debido a que estos se encuentran separados por una junta sísmica. A continuación, se detallan los pasos básicos seguidos para realizar un análisis dinámico no lineal tiempo-historia en ETABS:

a. Modelado Estructural:

Se abre un modelo en ETABS y asegurándonos de que esté correctamente definido, incluyendo geometría, materiales y secciones.

Figura 13. Modelado estructural en el software ETABs – Vista en planta.

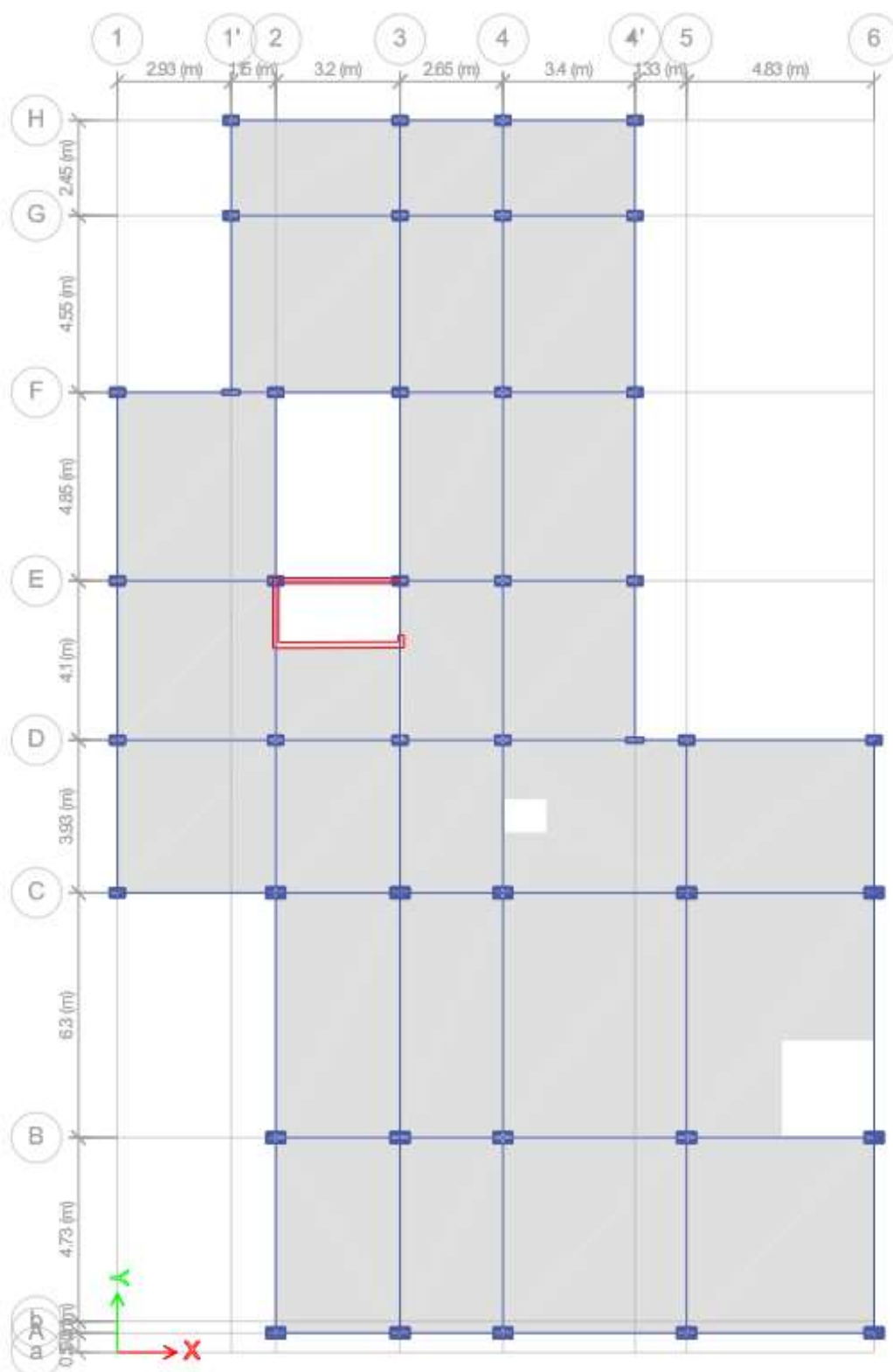
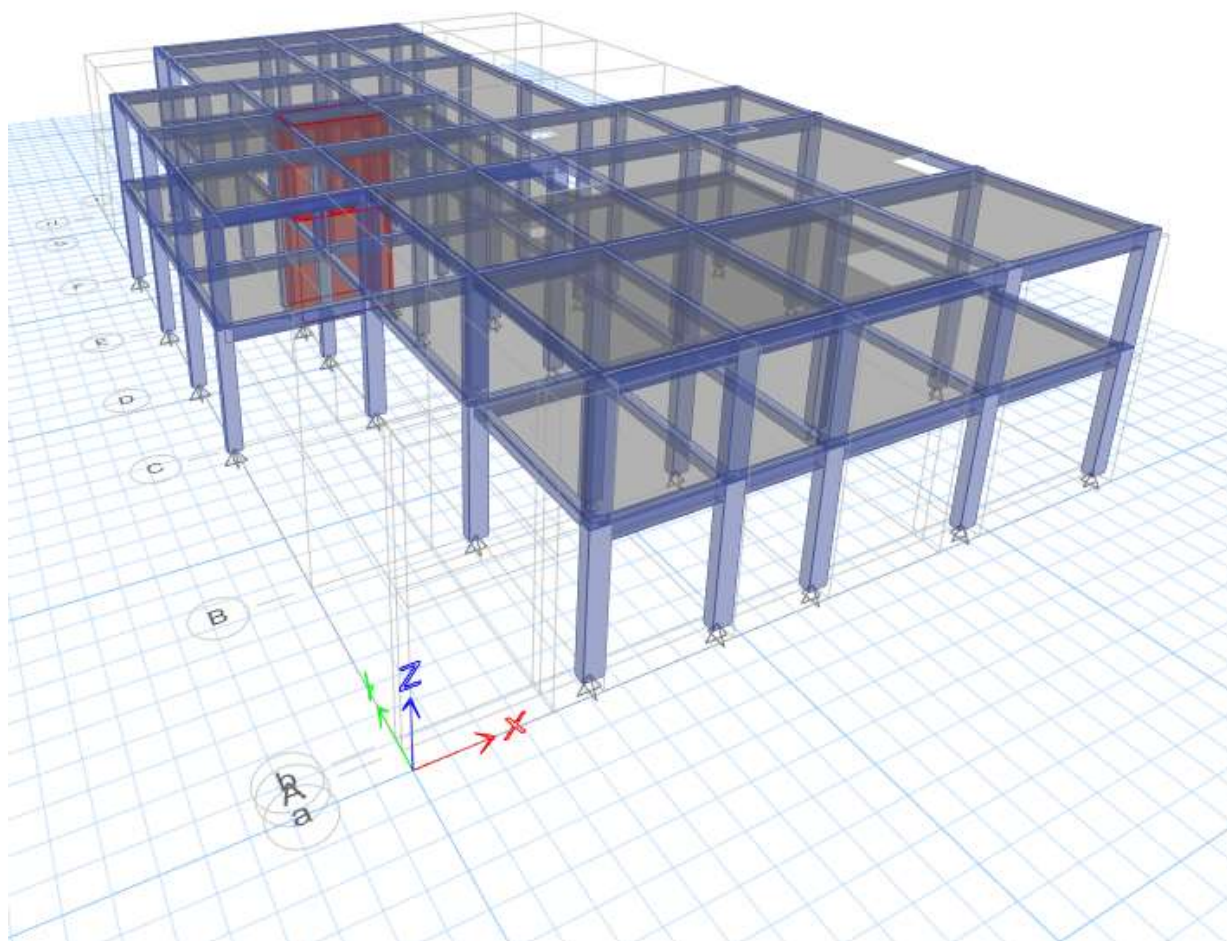


Figura 14. Modelado estructural en el software ETABs – Vista 3D.



b. Definición de Propiedades No Lineales:

Se especifico propiedades no lineales para elementos específicos como paredes, columnas y vigas, de acuerdo a los planos estructurales del expediente técnico, que pueden experimentar comportamiento no lineal bajo cargas dinámicas.

c. Definición de Apoyos Restringidos y materiales.

Se especifico apoyos restringidos (apoyos que no pueden moverse) en la base de la estructura para simular la interacción con el suelo y se realizó la definición de los materiales concreto y acero.

Figura 15. Definición de los materiales en el software ETABs.

The image displays two overlapping windows from the ETABs software used for defining material properties.

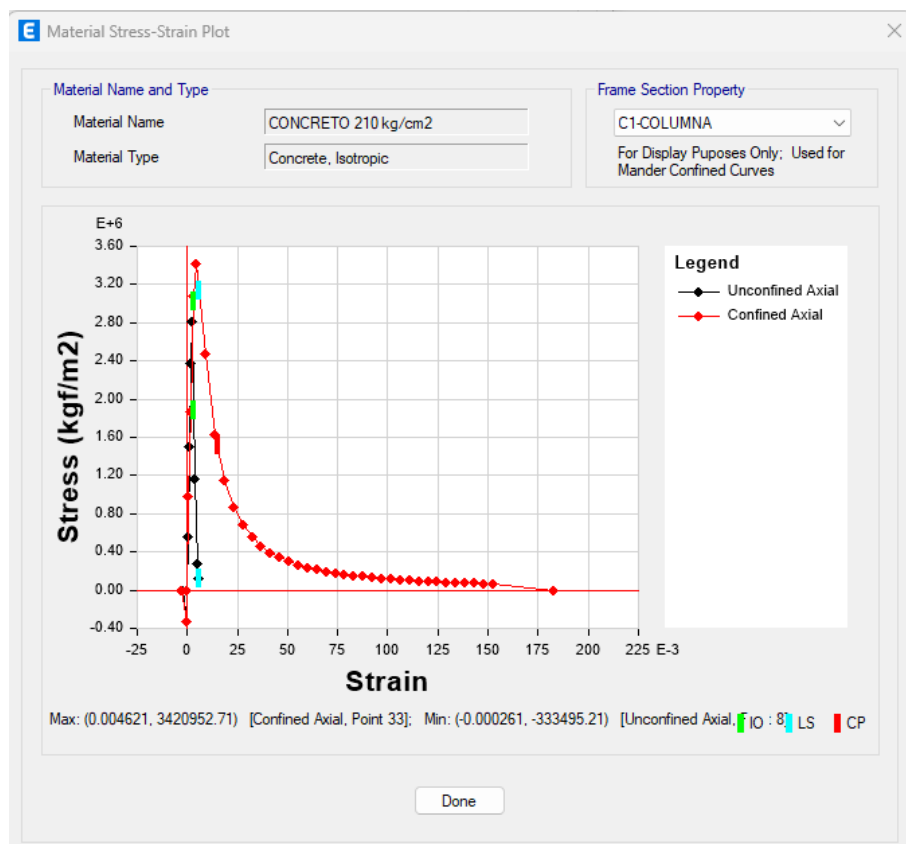
Material Property Data Window:

- General Data:** Material Name: CONCRETO 210 kg/cm², Material Type: Concrete, Directional Symmetry Type: Isotropic, Material Display Color: (selected), Material Notes: (empty).
- Material Weight and Mass:** ☒ Specify Weight Density, ☐ Specify Mass Density. Weight per Unit Volume: 2400 kg/m³, Mass per Unit Volume: 244.732 kg/m³.
- Mechanical Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 217370.65 kgf/cm², Poisson's Ratio, ν : 0.18, Coefficient of Thermal Expansion, α : 0.000008 1/°C, Shear Modulus, G: 92106.21 kgf/cm².
- Design Property Data:** (Empty field with a button to modify/show data).
- Advanced Material Property Data:** Buttons for Nonlinear Material Data, Material Damping Properties, and Time Dependent Properties.
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:** ☒ Program Default (Based on Concrete Slab Design Code), ☐ User Specified.

Nonlinear Material Data Window:

- Material Name and Type:** Material Name: CONCRETO 210 kg/cm², Material Type: Concrete, Isotropic.
- Hysteresis Type:** Takeda.
- Ductility-Prager Parameters:** Friction Angle: 0 deg, Dilational Angle: 0 deg.
- Acceptance Criteria Strain:**

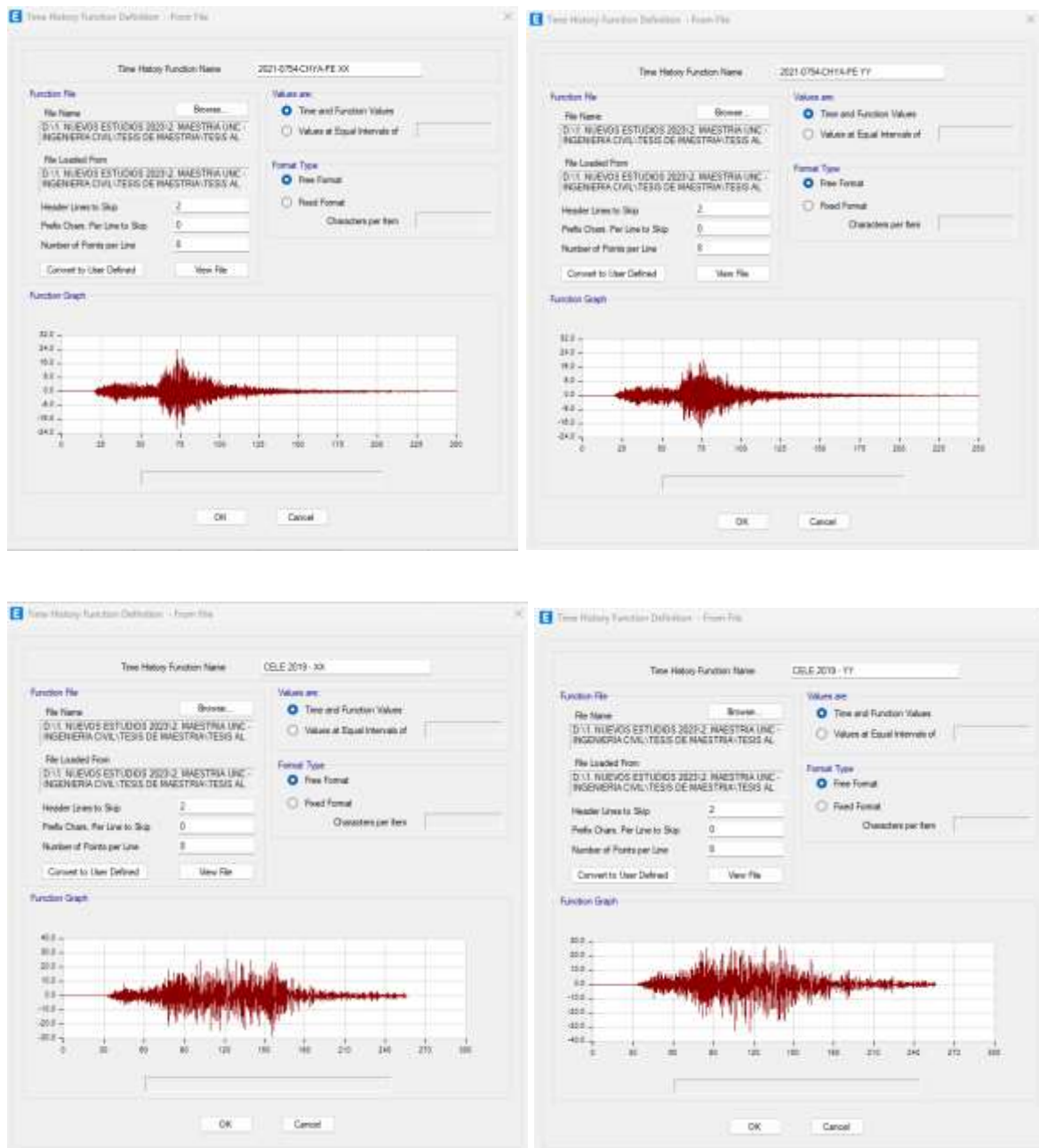
	Tension	Compression
ID	0.01	0.003
LS	3.62	0.006
CP	0.05	0.015
- Shear Strain Curve Definition Options:** ☒ Parametric (Mander), ☐ User Defined.
- Parametric Strain Data:**
 - Strain at Unconfined Compressive Strength, ϵ_c : 0.00218
 - Ultimate Unconfined Strain Capacity: 0.006
 - Final Compression Slope (Multiplier on E): -0.1



d. Definición de Excitaciones Dinámicas:

Se definieron las excitaciones dinámicas que se aplicarán al modelo, en este caso los acelerogramas sísmicos y otras funciones de carga dinámica en el tiempo.

Figura 16. Definición de la función tiempo-historia en el software ETABs.



e. Configuración del Análisis Dinámico No Lineal Tiempo-Historia:

En la pestaña de "Análisis" se seleccionó "Análisis Dinámico No Lineal". Se Configuraron los parámetros de análisis, incluyendo el método de integración, el paso de tiempo y otros ajustes.

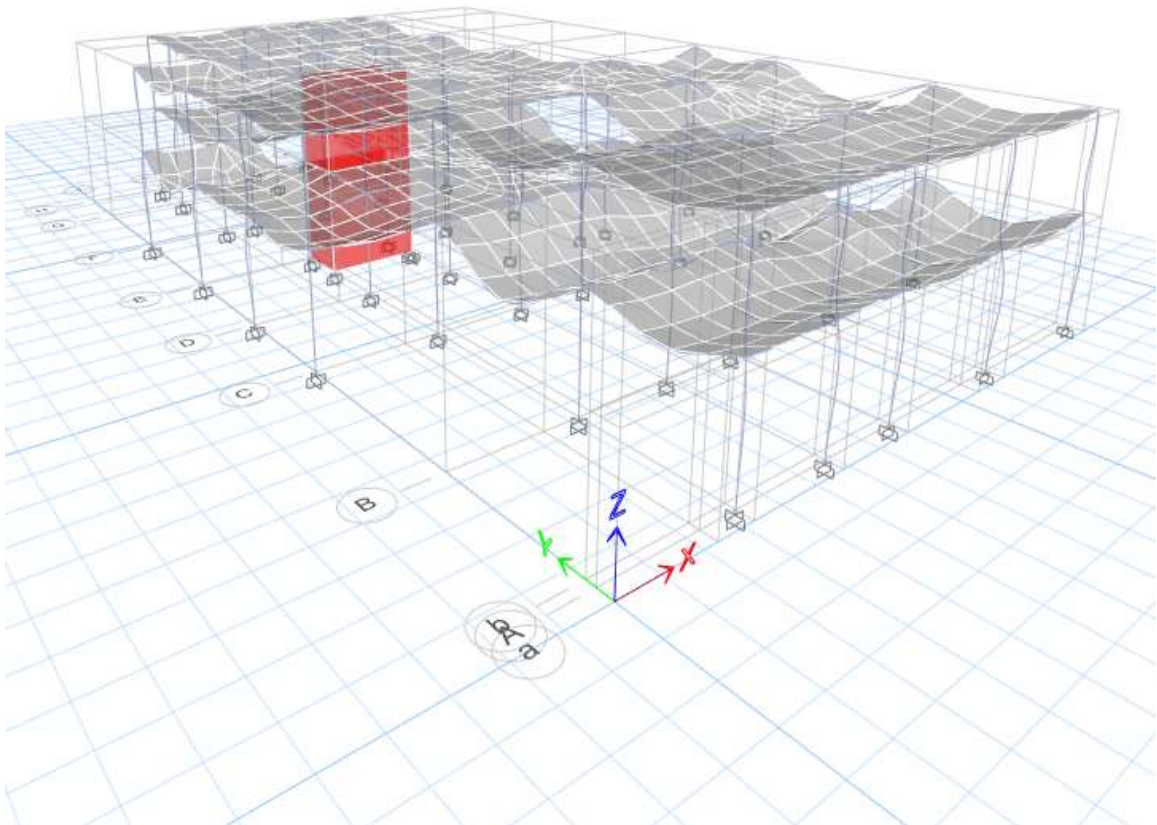
f. Definición de Casos de Análisis Dinámico:

Se crearon los casos de análisis dinámico no lineal tiempo-historia y se asignaron las excitaciones dinámicas correspondientes a cada caso.

g. Ejecución del Análisis:

Se ejecuto el análisis dinámico no lineal tiempo-historia y se revisaron los resultados obtenidos.

Figura 17. Ejecución de análisis en el software ETABs.



5.1.1.3.Resultados del Análisis No Lineal Tiempo-Historia.

a. BLOQUE I

Además de la máxima deriva entre pisos, el estudio proporcionó el desplazamiento máximo por piso en metro, estos valores se presentan a continuación:

Tabla 19. Desplazamiento máximo por piso – Bloque I

SIM.	BLOQUE I					
	Propiedades Mecánicas		DESPLAZAMIENTO MÁXIMO POR PISO (m)			
	f' c (kg/cm ²)	fy (kg/cm ²)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	203.27	4200.36	0.009249	0.009115	0.023025	0.025858
2	179.49	4465.21	0.011398	0.012261	0.028544	0.025881
3	244.76	4638.23	0.008073	0.008207	0.022172	0.021059
4	263.48	3986.92	0.009814	0.009625	0.021213	0.023653
5	188.86	4392.26	0.027567	0.022921	0.020913	0.024984
6	190.17	4539.96	0.011366	0.011851	0.026963	0.02867
7	244.17	4756	0.022534	0.023737	0.022477	0.023422
8	221.21	4536.98	0.010025	0.011117	0.024039	0.024251
9	281.85	4427.29	0.009	0.009577	0.02096	0.022987
10	288.42	4279.97	0.008394	0.008885	0.020593	0.021716
11	234.03	4256.65	0.008582	0.008964	0.02062	0.021904
12	241.37	4103.77	0.010201	0.011121	0.022546	0.023815
13	172.96	4531.65	0.007485	0.008969	0.021646	0.029838
14	245.62	3974.56	0.007911	0.008263	0.021184	0.022138
15	174.23	4510	0.009227	0.00948	0.021861	0.02111
16	180.11	4626.46	0.008326	0.008933	0.019984	0.020214
17	252.12	4064.69	0.009633	0.009728	0.023315	0.022822
18	244.98	4888.47	0.008604	0.011458	0.019798	0.020244
19	204.79	4167.79	0.009029	0.008925	0.021047	0.023914
20	169.28	4533.28	0.008439	0.008753	0.020183	0.019828
21	137.81	4608.35	0.010589	0.010234	0.02183	0.024307
22	239.46	4943.42	0.009896	0.008842	0.022031	0.022493
23	280.3	4137.24	0.010899	0.010437	0.02229	0.024849
24	223.39	4166.92	0.010514	0.011684	0.023801	0.02465
25	224.82	4358.63	0.010412	0.012184	0.025771	0.025616
26	204.4	4879.02	0.010368	0.011991	0.024079	0.025203
27	228.92	4359.33	0.009124	0.008672	0.022342	0.022144
28	192.35	4168.3	0.009785	0.010032	0.024782	0.022739
29	214.77	4670.51	0.011294	0.011466	0.027432	0.025834
30	209.49	4403.55	0.010988	0.010498	0.022818	0.021517
31	247.29	4226.44	0.009421	0.00845	0.021256	0.020222
32	210.63	4134.11	0.009058	0.009329	0.019594	0.021788
33	215.48	4299.16	0.008646	0.009655	0.019624	0.02082
34	228.68	3996	0.009005	0.009008	0.020384	0.022298
35	174.1	4644.82	0.008172	0.008036	0.018672	0.020083
36	242.35	4058.34	0.01099	0.010276	0.022147	0.023316
37	201.33	4676.09	0.011046	0.011474	0.023745	0.022298
38	205.66	4121.85	0.00856	0.009128	0.019097	0.018482
39	202.59	4259.99	0.011475	0.009786	0.021959	0.022026
40	175.43	4912.03	0.008932	0.009003	0.018958	0.018183
41	190.31	4624.44	0.008856	0.008575	0.021529	0.01937
42	210.12	4817.07	0.007864	0.008628	0.019668	0.019087
43	263.7	4423.72	0.011447	0.010873	0.024016	0.023315
44	220.82	4640.47	0.009573	0.010796	0.023363	0.020216
45	203.25	4745.83	0.008346	0.008652	0.020712	0.015135
46	198.63	4872.12	0.008947	0.01016	0.021411	0.022609

BLOQUE I						
SIM.	Propiedades Mecánicas		DESPLAZAMIENTO MÁXIMO POR PISO (m)			
	f' c (kg/cm ²)	fy (kg/cm ²)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
47	238.89	3936.17	0.009915	0.008789	0.009329	0.008994
48	120.26	4251.33	0.009532	0.009335	0.021724	0.023775
49	259.56	4742.76	0.010655	0.010011	0.020966	0.020321
50	204.44	4919.7	0.008452	0.009615	0.021423	0.021621
51	227.68	4244.39	0.008557	0.008434	0.021303	0.023925
52	192.29	4543.87	0.010546	0.011344	0.02641	0.023946
53	234.37	4982.96	0.007469	0.007593	0.020514	0.019484
54	230.25	4346.64	0.00908	0.008906	0.019627	0.021884
55	228.54	4599.81	0.025506	0.021207	0.01935	0.023116
56	250.42	4271.84	0.010516	0.010964	0.024947	0.026527
57	300.48	4601.65	0.02085	0.021962	0.020796	0.021671
58	227.18	3973.51	0.009275	0.010286	0.022242	0.022437
59	264.9	4610.48	0.008327	0.008861	0.019393	0.021268
60	276.86	4893.71	0.007767	0.008221	0.019054	0.020092
61	201.84	4734.28	0.00794	0.008294	0.019079	0.020266
62	239.8	4887.55	0.009438	0.010289	0.02086	0.022035
63	242.62	4714.57	0.006926	0.008299	0.020028	0.027607
64	167.77	4890.4	0.00732	0.007645	0.0196	0.020483
65	252.07	4207.97	0.008537	0.008771	0.020227	0.019532
66	229.82	4860.84	0.007703	0.008265	0.01849	0.018703
67	200.54	4873.88	0.008913	0.009	0.021572	0.021115
68	166.49	4601.76	0.007961	0.010601	0.018318	0.018731
69	287.7	4961.12	0.008354	0.008258	0.019473	0.022126
70	196.86	3973.46	0.007808	0.008099	0.018674	0.018346
71	196.17	4836.61	0.009798	0.009469	0.020198	0.022489
72	220.39	4496.95	0.009157	0.008181	0.020384	0.020812
73	190.48	4227.94	0.010085	0.009657	0.020623	0.022991
74	274.52	4206.52	0.009728	0.010811	0.022021	0.022807
75	277.32	4987.72	0.009633	0.011273	0.023844	0.0237
76	201.14	4942.48	0.009593	0.011095	0.022279	0.023319
77	197.33	4706.06	0.008442	0.008024	0.020671	0.020489
78	261.7	4184.99	0.009054	0.009282	0.022929	0.021039
79	233	4610.71	0.01045	0.010608	0.025381	0.023903
80	199.34	3960.45	0.010166	0.009714	0.021112	0.019908
81	217.68	4640.07	0.008716	0.007818	0.019666	0.01871
82	235.78	4965.11	0.00838	0.008631	0.018129	0.020159
83	168.92	4623.74	0.008	0.008933	0.018157	0.019263
84	252.12	3968.93	0.008332	0.008334	0.01886	0.020631
85	258.68	4259.32	0.007561	0.007435	0.017276	0.018581
86	281.29	4937.84	0.010168	0.009507	0.020492	0.021572
87	209.12	4088.01	0.01022	0.010616	0.02197	0.020631
88	239.32	4400.76	0.00792	0.008446	0.01767	0.0171
89	282.05	4072.49	0.010617	0.009055	0.020317	0.020379
90	257.62	4274.42	0.008264	0.00833	0.017541	0.016824
91	199.25	3972.8	0.008193	0.007934	0.01992	0.017921
92	225.96	4626.76	0.007276	0.007983	0.018197	0.01766
93	229.21	4134.84	0.010592	0.01006	0.02222	0.021572
94	232.25	4672.59	0.008857	0.009989	0.021616	0.018704
95	189.99	4125.65	0.007722	0.008005	0.019164	0.014003
96	218.46	4935.88	0.008278	0.0094	0.01981	0.020919
97	161.55	4930.45	0.009174	0.008132	0.008632	0.008322
98	170.66	4296.75	0.00882	0.008637	0.0201	0.021998
99	276.44	3997.38	0.009858	0.009262	0.019398	0.018802
100	297.12	4627.61	0.00782	0.008896	0.019821	0.020004
101	225.32	4014.61	0.009092	0.00896	0.022634	0.025419
102	217.86	4423.96	0.011204	0.012052	0.02806	0.025442
103	195.43	4455.88	0.007936	0.008068	0.021795	0.020701
104	234.01	4156.91	0.009648	0.009462	0.020852	0.023251
105	204.15	4178.44	0.027099	0.022532	0.020558	0.02456
106	258.8	4247.62	0.011173	0.011649	0.026505	0.028183

BLOQUE I						
SIM.	Propiedades Mecánicas		DESPLAZAMIENTO MÁXIMO POR PISO (m)			
	f' c (kg/cm ²)	fy (kg/cm ²)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
107	302.8	4465.18	0.022152	0.023334	0.022095	0.023025
108	227.01	4806.63	0.009855	0.010928	0.023631	0.023839
109	167.09	4536.94	0.008847	0.009414	0.020604	0.022597
110	173.42	4623.4	0.008252	0.008734	0.020244	0.021347
111	224.53	4194.39	0.008436	0.008812	0.02027	0.021532
112	206.51	4790.93	0.010027	0.010932	0.022163	0.023411
113	248.96	4038.9	0.007358	0.008817	0.021279	0.029332
114	223.36	3998.89	0.007777	0.008122	0.020824	0.021762
115	196.27	4060.68	0.00907	0.009319	0.02149	0.020752
116	250.6	4364.7	0.008184	0.008781	0.019645	0.019871
117	223.37	4190.35	0.009469	0.009563	0.022919	0.022434
118	160.45	4703.69	0.008458	0.011263	0.019462	0.019901
119	220.8	4869.47	0.008875	0.008774	0.02069	0.023508
120	279.99	3904.88	0.008296	0.008604	0.01984	0.019492
121	176.6	3978.03	0.01041	0.010061	0.021459	0.023894
122	203.09	4787.92	0.009728	0.008692	0.021657	0.022112
123	211.28	4563.22	0.010714	0.01026	0.021911	0.024427
124	214.78	4139.86	0.010336	0.011486	0.023396	0.024231
125	175.73	4590.27	0.010235	0.011977	0.025333	0.025181
126	201.49	4161.06	0.010192	0.011788	0.02367	0.024775
127	208.98	4178.74	0.008969	0.008525	0.021963	0.021768
128	155.02	4297.32	0.009619	0.009862	0.024361	0.022353
129	194.68	4212.57	0.011103	0.011271	0.026967	0.025396
130	235.36	4970.07	0.010801	0.01032	0.02243	0.021152
131	223.39	4948.04	0.009261	0.008307	0.020895	0.019878
132	216.03	4274.07	0.008904	0.00917	0.019262	0.021418
133	230.16	4993.29	0.008499	0.009491	0.019291	0.020466
134	237.76	4687.85	0.008852	0.008855	0.020038	0.02192
135	228.69	4505.61	0.008033	0.007899	0.018355	0.019742
136	257.05	4528.88	0.010803	0.010101	0.021771	0.02292
137	228.93	4948.02	0.010858	0.011279	0.023342	0.021919
138	204.2	3917.44	0.008414	0.008973	0.018773	0.018168
139	230.12	4900.75	0.01128	0.00962	0.021586	0.021652
140	178.1	4211.55	0.008781	0.00885	0.018636	0.017875
141	182.07	4641.77	0.008705	0.008429	0.021164	0.019041
142	286.47	4459.52	0.007731	0.008482	0.019334	0.018763
143	203.65	4940.71	0.011253	0.010689	0.023608	0.022919
144	190.72	4341.48	0.00941	0.010613	0.022966	0.019872
145	253.1	4922.17	0.008205	0.008505	0.02036	0.014878
146	172.67	4186.91	0.008795	0.009988	0.021048	0.022225
147	243.64	4233.74	0.009747	0.00864	0.009171	0.008842
148	239.51	4414.67	0.00937	0.009177	0.021355	0.023372
149	169.9	4668.8	0.010474	0.009841	0.02061	0.019976
150	253.35	4690.71	0.008308	0.009451	0.021059	0.021254
151	176.66	4934	0.009092	0.00896	0.022634	0.025419
152	248.66	4004.84	0.011204	0.012052	0.02806	0.025442
153	249.34	4621.85	0.007936	0.008068	0.021795	0.020701
154	203.29	4744.84	0.009648	0.009462	0.020852	0.023251
155	288.19	4462.29	0.027099	0.022532	0.020558	0.02456
156	227.7	4536.63	0.011173	0.011649	0.026505	0.028183
157	179.71	4347.57	0.022152	0.023334	0.022095	0.023025
158	199.28	4197.87	0.009855	0.010928	0.023631	0.023839
159	189.82	3932.92	0.008847	0.009414	0.020604	0.022597
160	252.26	4647.87	0.008252	0.008734	0.020244	0.021347
161	207.32	3996.07	0.008436	0.008812	0.02027	0.021532
162	287.32	4737.71	0.010027	0.010932	0.022163	0.023411
163	157.11	4561.03	0.007358	0.008817	0.021279	0.029332
164	227.74	4721.52	0.007777	0.008122	0.020824	0.021762
165	198.22	4473.72	0.00907	0.009319	0.02149	0.020752
166	218.85	4125.58	0.008184	0.008781	0.019645	0.019871

BLOQUE I						
SIM.	Propiedades Mecánicas		DESPLAZAMIENTO MÁXIMO POR PISO (m)			
	f' c (kg/cm ²)	fy (kg/cm ²)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
167	230.65	4037.09	0.009469	0.009563	0.022919	0.022434
168	211.17	4642.86	0.008458	0.011263	0.019462	0.019901
169	238.13	3996.58	0.008875	0.008774	0.02069	0.023508
170	142.59	4994.26	0.008296	0.008604	0.01984	0.019492
171	161.18	4013.64	0.01041	0.010061	0.021459	0.023894
172	235.57	4102.91	0.009728	0.008692	0.021657	0.022112
173	241.1	4716.23	0.010714	0.01026	0.021911	0.024427
174	228.63	4606.63	0.010336	0.011486	0.023396	0.024231
175	251.5	4676.42	0.010235	0.011977	0.025333	0.025181
176	265.88	4701.54	0.010192	0.011788	0.02367	0.024775
177	191.78	4132.09	0.008969	0.008525	0.021963	0.021768
178	167.17	4254.93	0.009619	0.009862	0.024361	0.022353
179	217.89	4020.88	0.011103	0.011271	0.026967	0.025396
180	264.59	4990.32	0.010801	0.01032	0.02243	0.021152
181	215.11	4882.02	0.009261	0.008307	0.020895	0.019878
182	201.8	4860.23	0.008904	0.00917	0.019262	0.021418
183	207.55	4943.45	0.008499	0.009491	0.019291	0.020466
184	194.5	4228.99	0.008852	0.008855	0.020038	0.02192
185	161.36	4547.02	0.008033	0.007899	0.018355	0.019742
186	248.01	4284.7	0.010803	0.010101	0.021771	0.02292
187	188.59	4293.65	0.010858	0.011279	0.023342	0.021919
188	242.91	4400.42	0.008414	0.008973	0.018773	0.018168
189	270.34	4673.84	0.01128	0.00962	0.021586	0.021652
190	190.77	4864.71	0.008781	0.00885	0.018636	0.017875
191	178.04	4849.04	0.008705	0.008429	0.021164	0.019041
192	233.1	4966.23	0.007731	0.008482	0.019334	0.018763
193	222.49	4388.24	0.011253	0.010689	0.023608	0.022919
194	199.71	4991.33	0.00941	0.010613	0.022966	0.019872
195	226.03	3974.25	0.008205	0.008505	0.02036	0.014878
196	245.32	4548.88	0.008795	0.009988	0.021048	0.022225
197	209.6	4362.74	0.009747	0.00864	0.009171	0.008842
198	257.79	3937.27	0.00937	0.009177	0.021355	0.023372
199	260.14	4974.39	0.010474	0.009841	0.02061	0.019976
200	196.98	4771.25	0.008308	0.009451	0.021059	0.021254
201	164.76	4602.91	0.010235	0.011977	0.025333	0.025181
202	203.26	4782.61	0.010192	0.011788	0.02367	0.024775
203	230.85	4254.89	0.008969	0.008525	0.021963	0.021768
204	175.59	4335.96	0.009619	0.009862	0.024361	0.022353
205	290.04	4419.41	0.011103	0.011271	0.026967	0.025396
206	252.03	4018.32	0.010801	0.01032	0.02243	0.021152
207	251.63	4809.92	0.009261	0.008307	0.020895	0.019878
208	257.12	4863.78	0.008904	0.00917	0.019262	0.021418
209	292.08	4172.79	0.008499	0.009491	0.019291	0.020466
210	221.96	4560.13	0.008852	0.008855	0.020038	0.02192
211	202.41	4178.62	0.008033	0.007899	0.018355	0.019742
212	212.94	4837.71	0.010803	0.010101	0.021771	0.02292
213	197.04	4586.34	0.010858	0.011279	0.023342	0.021919
214	214.24	3947.76	0.008414	0.008973	0.018773	0.018168
215	223.33	4752.91	0.01128	0.00962	0.021586	0.021652
216	199.67	3982.83	0.008781	0.00885	0.018636	0.017875
217	238.62	4858.34	0.008705	0.008429	0.021164	0.019041
218	153.82	4506.83	0.007731	0.008482	0.019334	0.018763
219	271.69	4698.91	0.011253	0.010689	0.023608	0.022919
220	120.32	3995	0.00941	0.010613	0.022966	0.019872
221	268.54	4469.93	0.008205	0.008505	0.02036	0.014878
222	248.6	4704.56	0.008795	0.009988	0.021048	0.022225
223	236.26	4252.89	0.009747	0.00864	0.009171	0.008842
224	250.99	4355.99	0.00937	0.009177	0.021355	0.023372
225	199.68	4542.61	0.010474	0.009841	0.02061	0.019976

Para producir las curvas de fragilidad, inicialmente ejecutamos 225 simulaciones en ETABS. Cada simulación proporcionará una máxima deriva entre pisos, y los resultados de las máximas derivas obtenidas son los siguientes:

Tabla 20. Derivas máximas en ambas direcciones – Bloque I

BLOQUE I							
Sim.	f'c (kg/cm²)	fy (kg/cm²)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
1	203.27	4200.36	0.001487	0.00144	0.004232	0.004693	0.004693
2	179.49	4465.21	0.001947	0.001986	0.005244	0.004714	0.005244
3	244.76	4638.23	0.001275	0.001298	0.004037	0.003789	0.004037
4	263.48	3986.92	0.001534	0.001511	0.003822	0.004321	0.004321
5	188.86	4392.26	0.005644	0.004482	0.003762	0.004611	0.005644
6	190.17	4539.96	0.00189	0.001949	0.004938	0.00524	0.00524
7	244.17	4756	0.003856	0.004203	0.004069	0.004364	0.004364
8	221.21	4536.98	0.001658	0.001828	0.004334	0.004425	0.004425
9	281.85	4427.29	0.001415	0.001498	0.003846	0.004151	0.004151
10	288.42	4279.97	0.001328	0.001399	0.003789	0.004017	0.004017
11	234.03	4256.65	0.001354	0.001422	0.003717	0.004015	0.004015
12	241.37	4103.77	0.001621	0.001864	0.004129	0.004344	0.004344
13	172.96	4531.65	0.001246	0.001442	0.004184	0.00391	0.004184
14	245.62	3974.56	0.001246	0.001302	0.003889	0.004007	0.004007
15	174.23	4510	0.001496	0.001595	0.003974	0.003942	0.003974
16	180.11	4626.46	0.001311	0.001462	0.003663	0.003763	0.003763
17	252.12	4064.69	0.001517	0.001708	0.004299	0.004193	0.004299
18	244.98	4888.47	0.001368	0.001947	0.003603	0.003673	0.003673
19	204.79	4167.79	0.001504	0.001407	0.00381	0.004339	0.004339
20	169.28	4533.28	0.001334	0.001387	0.003681	0.003557	0.003681
21	137.81	4608.35	0.001722	0.00161	0.003903	0.004437	0.004437
22	239.46	4943.42	0.001604	0.001404	0.004003	0.004163	0.004163
23	280.3	4137.24	0.001791	0.001643	0.004034	0.00454	0.00454
24	223.39	4166.92	0.001725	0.002032	0.004352	0.004568	0.004568
25	224.82	4358.63	0.001648	0.002277	0.004715	0.004648	0.004715
26	204.4	4879.02	0.001695	0.002045	0.004457	0.004606	0.004606
27	228.92	4359.33	0.00144	0.001373	0.004041	0.004001	0.004041
28	192.35	4168.3	0.001584	0.001581	0.004632	0.004185	0.004632
29	214.77	4670.51	0.001824	0.001838	0.005071	0.004691	0.005071
30	209.49	4403.55	0.001836	0.001774	0.004103	0.003922	0.004103
31	247.29	4226.44	0.001548	0.00136	0.003948	0.003756	0.003948
32	210.63	4134.11	0.001473	0.001553	0.003677	0.003968	0.003968
33	215.48	4299.16	0.001451	0.001581	0.003609	0.003719	0.003719
34	228.68	3996	0.001416	0.001431	0.003732	0.004172	0.004172
35	174.1	4644.82	0.001352	0.001342	0.003414	0.003712	0.003712
36	242.35	4058.34	0.001909	0.001632	0.004068	0.004319	0.004319
37	201.33	4676.09	0.001938	0.00201	0.004381	0.004076	0.004381
38	205.66	4121.85	0.001417	0.001467	0.003484	0.003371	0.003484
39	202.59	4259.99	0.001911	0.001587	0.004148	0.004095	0.004148
40	175.43	4912.03	0.001486	0.00145	0.003356	0.003505	0.003505
41	190.31	4624.44	0.001539	0.00136	0.004006	0.003603	0.004006
42	210.12	4817.07	0.00135	0.00148	0.003649	0.003516	0.003649
43	263.7	4423.72	0.00181	0.00185	0.004422	0.004223	0.004422
44	220.82	4640.47	0.001717	0.001862	0.00186	0.00383	0.00383
45	203.25	4745.83	0.001433	0.001427	0.003851	0.002794	0.003851
46	198.63	4872.12	0.001478	0.00161	0.004031	0.00419	0.00419
47	238.89	3936.17	0.001644	0.001481	0.001521	0.001534	0.001644
48	120.26	4251.33	0.001554	0.001525	0.004023	0.004385	0.004385
49	259.56	4742.76	0.001785	0.001591	0.003888	0.000303	0.003888
50	204.44	4919.7	0.001442	0.001598	0.003958	0.004004	0.004004

BLOQUE I							
Sim.	f'c (kg/cm²)	fy (kg/cm²)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
51	227.68	4244.39	0.001409	0.001367	0.00401	0.004447	0.004447
52	192.29	4543.87	0.001845	0.001882	0.004969	0.004467	0.004969
53	234.37	4982.96	0.001208	0.00123	0.003825	0.00359	0.003825
54	230.25	4346.64	0.001453	0.001432	0.003621	0.004095	0.004095
55	228.54	4599.81	0.005348	0.004247	0.003565	0.004369	0.005348
56	250.42	4271.84	0.001791	0.001847	0.004679	0.004965	0.004965
57	300.48	4601.65	0.003654	0.003983	0.003856	0.004135	0.004135
58	227.18	3973.51	0.001571	0.001732	0.004107	0.004193	0.004193
59	264.9	4610.48	0.001341	0.001419	0.003645	0.003933	0.003933
60	276.86	4893.71	0.001258	0.001326	0.003591	0.003807	0.003807
61	201.84	4734.28	0.001283	0.001347	0.003522	0.003804	0.003804
62	239.8	4887.55	0.001536	0.001767	0.003912	0.004116	0.004116
63	242.62	4714.57	0.001181	0.001367	0.003965	0.003705	0.003965
64	167.77	4890.4	0.001181	0.001234	0.003685	0.003797	0.003797
65	252.07	4207.97	0.001418	0.001511	0.003766	0.003735	0.003766
66	229.82	4860.84	0.001243	0.001385	0.003471	0.003566	0.003566
67	200.54	4873.88	0.001437	0.001618	0.004073	0.003973	0.004073
68	166.49	4601.76	0.001297	0.001845	0.003414	0.00348	0.00348
69	287.7	4961.12	0.001425	0.001333	0.00361	0.004111	0.004111
70	196.86	3973.46	0.001264	0.001315	0.003488	0.00337	0.003488
71	196.17	4836.61	0.001632	0.001526	0.003698	0.004204	0.004204
72	220.39	4496.95	0.00152	0.00133	0.003793	0.003945	0.003945
73	190.48	4227.94	0.001697	0.001557	0.003822	0.004302	0.004302
74	274.52	4206.52	0.001635	0.001925	0.004123	0.004328	0.004328
75	277.32	4987.72	0.001562	0.002157	0.004467	0.004404	0.004467
76	201.14	4942.48	0.001606	0.001937	0.004223	0.004365	0.004365
77	197.33	4706.06	0.001365	0.001301	0.003829	0.003791	0.003829
78	261.7	4184.99	0.001501	0.001498	0.004389	0.003965	0.004389
79	233	4610.71	0.001728	0.001741	0.004805	0.004445	0.004805
80	199.34	3960.45	0.001739	0.001681	0.003888	0.003717	0.003888
81	217.68	4640.07	0.001467	0.001289	0.003741	0.003559	0.003741
82	235.78	4965.11	0.001396	0.001471	0.003484	0.00376	0.00376
83	168.92	4623.74	0.001375	0.001498	0.00342	0.003524	0.003524
84	252.12	3968.93	0.001342	0.001356	0.003537	0.003953	0.003953
85	258.68	4259.32	0.001281	0.001272	0.003235	0.003517	0.003517
86	281.29	4937.84	0.001809	0.001547	0.003855	0.004093	0.004093
87	209.12	4088.01	0.001837	0.001905	0.004151	0.003863	0.004151
88	239.32	4400.76	0.001343	0.00139	0.003301	0.003194	0.003301
89	282.05	4072.49	0.001811	0.001504	0.00393	0.003881	0.00393
90	257.62	4274.42	0.001408	0.001374	0.00318	0.003321	0.003321
91	199.25	3972.8	0.001458	0.001289	0.003796	0.003414	0.003796
92	225.96	4626.76	0.001279	0.001403	0.003458	0.003332	0.003458
93	229.21	4134.84	0.001715	0.001753	0.00419	0.004001	0.00419
94	232.25	4672.59	0.001627	0.001764	0.001763	0.003629	0.003629
95	189.99	4125.65	0.001358	0.001352	0.003649	0.002647	0.003649
96	218.46	4935.88	0.001401	0.001526	0.003819	0.00397	0.00397
97	161.55	4930.45	0.001557	0.001403	0.001441	0.001453	0.001557
98	170.66	4296.75	0.001473	0.001445	0.003812	0.004155	0.004155
99	276.44	3997.38	0.001691	0.001508	0.003684	0.000287	0.003684
100	297.12	4627.61	0.001366	0.001514	0.00375	0.003794	0.003794
101	225.32	4014.61	0.00146	0.001417	0.004155	0.004607	0.004607
102	217.86	4423.96	0.001911	0.00195	0.005149	0.004628	0.005149
103	195.43	4455.88	0.001252	0.001274	0.003963	0.00372	0.003963
104	234.01	4156.91	0.001506	0.001484	0.003752	0.004242	0.004242
105	204.15	4178.44	0.005541	0.0044	0.003693	0.004527	0.005541
106	258.8	4247.62	0.001855	0.001913	0.004848	0.005145	0.005145
107	302.8	4465.18	0.003786	0.004126	0.003995	0.004285	0.004285
108	227.01	4806.63	0.001627	0.001795	0.004255	0.004345	0.004345
109	167.09	4536.94	0.001389	0.001471	0.003776	0.004075	0.004075
110	173.42	4623.4	0.001303	0.001374	0.00372	0.003944	0.003944

BLOQUE I							
Sim.	f'c (kg/cm²)	fy (kg/cm²)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
111	224.53	4194.39	0.001329	0.001396	0.003649	0.003941	0.003941
112	206.51	4790.93	0.001591	0.00183	0.004053	0.004265	0.004265
113	248.96	4038.9	0.001223	0.001416	0.004108	0.003839	0.004108
114	223.36	3998.89	0.001223	0.001279	0.003818	0.003934	0.003934
115	196.27	4060.68	0.001469	0.001566	0.003902	0.00387	0.003902
116	250.6	4364.7	0.001288	0.001435	0.003596	0.003695	0.003695
117	223.37	4190.35	0.001489	0.001676	0.00422	0.004117	0.00422
118	160.45	4703.69	0.001343	0.001911	0.003537	0.003606	0.003606
119	220.8	4869.47	0.001476	0.001381	0.00374	0.00426	0.00426
120	279.99	3904.88	0.00131	0.001362	0.003614	0.003492	0.003614
121	176.6	3978.03	0.001691	0.001581	0.003831	0.004356	0.004356
122	203.09	4787.92	0.001575	0.001378	0.00393	0.004087	0.004087
123	211.28	4563.22	0.001758	0.001613	0.00396	0.004457	0.004457
124	214.78	4139.86	0.001694	0.001995	0.004272	0.004484	0.004484
125	175.73	4590.27	0.001618	0.002235	0.004629	0.004563	0.004629
126	201.49	4161.06	0.001664	0.002007	0.004376	0.004522	0.004522
127	208.98	4178.74	0.001414	0.001348	0.003967	0.003927	0.003967
128	155.02	4297.32	0.001555	0.001552	0.004548	0.004108	0.004548
129	194.68	4212.57	0.00179	0.001804	0.004978	0.004605	0.004978
130	235.36	4970.07	0.001802	0.001742	0.004028	0.003851	0.004028
131	223.39	4948.04	0.00152	0.001335	0.003876	0.003687	0.003876
132	216.03	4274.07	0.001446	0.001524	0.00361	0.003896	0.003896
133	230.16	4993.29	0.001424	0.001552	0.003543	0.003651	0.003651
134	237.76	4687.85	0.00139	0.001405	0.003664	0.004096	0.004096
135	228.69	4505.61	0.001328	0.001318	0.003351	0.003644	0.003644
136	257.05	4528.88	0.001874	0.001602	0.003994	0.00424	0.00424
137	228.93	4948.02	0.001903	0.001973	0.004301	0.004002	0.004301
138	204.2	3917.44	0.001391	0.00144	0.00342	0.003309	0.00342
139	230.12	4900.75	0.001876	0.001558	0.004072	0.004021	0.004072
140	178.1	4211.55	0.001459	0.001424	0.003295	0.003441	0.003441
141	182.07	4641.77	0.001511	0.001335	0.003933	0.003537	0.003933
142	286.47	4459.52	0.001325	0.001453	0.003583	0.003452	0.003583
143	203.65	4940.71	0.001777	0.001816	0.004341	0.004146	0.004341
144	190.72	4341.48	0.001686	0.001828	0.001826	0.00376	0.00376
145	253.1	4922.17	0.001407	0.001401	0.003781	0.002743	0.003781
146	172.67	4186.91	0.001451	0.001581	0.003957	0.004113	0.004113
147	243.64	4233.74	0.001614	0.001454	0.001493	0.001506	0.001614
148	239.51	4414.67	0.001526	0.001497	0.00395	0.004305	0.004305
149	169.9	4668.8	0.001752	0.001562	0.003817	0.000297	0.003817
150	253.35	4690.71	0.001415	0.001569	0.003885	0.003931	0.003931
151	176.66	4934	0.001513	0.001468	0.004305	0.004773	0.004773
152	248.66	4004.84	0.00198	0.00202	0.005334	0.004795	0.005334
153	249.34	4621.85	0.001297	0.00132	0.004106	0.003854	0.004106
154	203.29	4744.84	0.00156	0.001537	0.003887	0.004395	0.004395
155	288.19	4462.29	0.005741	0.004559	0.003826	0.00469	0.005741
156	227.7	4536.63	0.001922	0.001982	0.005022	0.00533	0.00533
157	179.71	4347.57	0.003922	0.004275	0.004139	0.004439	0.004439
158	199.28	4197.87	0.001686	0.001859	0.004408	0.004501	0.004501
159	189.82	3932.92	0.001439	0.001524	0.003912	0.004222	0.004222
160	252.26	4647.87	0.00135	0.001423	0.003854	0.004086	0.004086
161	207.32	3996.07	0.001377	0.001446	0.003781	0.004083	0.004083
162	287.32	4737.71	0.001649	0.001896	0.004199	0.004418	0.004418
163	157.11	4561.03	0.001267	0.001467	0.004256	0.003977	0.004256
164	227.74	4721.52	0.001267	0.001325	0.003955	0.004075	0.004075
165	198.22	4473.72	0.001522	0.001622	0.004043	0.00401	0.004043
166	218.85	4125.58	0.001334	0.001487	0.003726	0.003828	0.003828
167	230.65	4037.09	0.001543	0.001737	0.004372	0.004265	0.004372
168	211.17	4642.86	0.001392	0.00198	0.003665	0.003736	0.003736
169	238.13	3996.58	0.001529	0.001431	0.003875	0.004413	0.004413
170	142.59	4994.26	0.001357	0.001411	0.003744	0.003617	0.003744

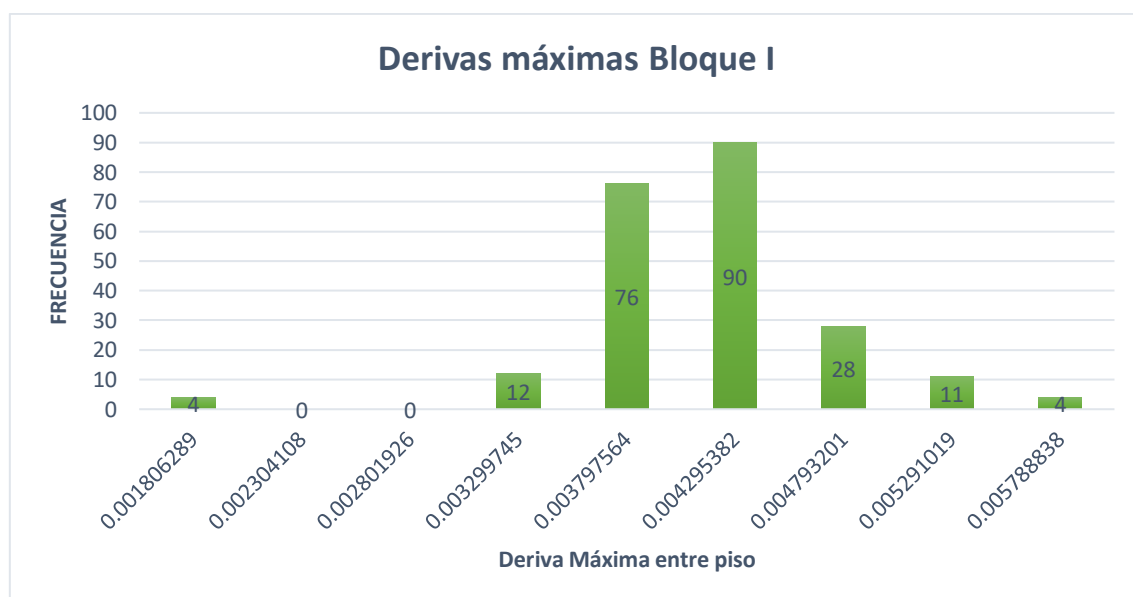
BLOQUE I							
Sim.	f'c (kg/cm²)	fy (kg/cm²)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
171	161.18	4013.64	0.001752	0.001638	0.00397	0.004513	0.004513
172	235.57	4102.91	0.001632	0.001428	0.004071	0.004234	0.004234
173	241.1	4716.23	0.001821	0.001671	0.004103	0.004618	0.004618
174	228.63	4606.63	0.001755	0.002067	0.004426	0.004646	0.004646
175	251.5	4676.42	0.001677	0.002316	0.004795	0.004727	0.004795
176	265.88	4701.54	0.001724	0.00208	0.004534	0.004685	0.004685
177	191.78	4132.09	0.001465	0.001397	0.00411	0.004069	0.00411
178	167.17	4254.93	0.001611	0.001608	0.004712	0.004257	0.004712
179	217.89	4020.88	0.001855	0.001869	0.005158	0.004771	0.005158
180	264.59	4990.32	0.001867	0.001805	0.004174	0.00399	0.004174
181	215.11	4882.02	0.001574	0.001383	0.004016	0.00382	0.004016
182	201.8	4860.23	0.001499	0.001579	0.00374	0.004036	0.004036
183	207.55	4943.45	0.001476	0.001608	0.003671	0.003783	0.003783
184	194.5	4228.99	0.001441	0.001456	0.003796	0.004244	0.004244
185	161.36	4547.02	0.001375	0.001365	0.003472	0.003776	0.003776
186	248.01	4284.7	0.001941	0.00166	0.004138	0.004393	0.004393
187	188.59	4293.65	0.001972	0.002045	0.004456	0.004146	0.004456
188	242.91	4400.42	0.001441	0.001492	0.003544	0.003429	0.003544
189	270.34	4673.84	0.001944	0.001614	0.004219	0.004166	0.004219
190	190.77	4864.71	0.001511	0.001475	0.003414	0.003565	0.003565
191	178.04	4849.04	0.001565	0.001383	0.004075	0.003665	0.004075
192	233.1	4966.23	0.001373	0.001506	0.003712	0.003577	0.003712
193	222.49	4388.24	0.001841	0.001881	0.004498	0.004295	0.004498
194	199.71	4991.33	0.001747	0.001894	0.001892	0.003895	0.003895
195	226.03	3974.25	0.001458	0.001451	0.003917	0.002842	0.003917
196	245.32	4548.88	0.001504	0.001638	0.0041	0.004262	0.004262
197	209.6	4362.74	0.001672	0.001506	0.001547	0.00156	0.001672
198	257.79	3937.27	0.001581	0.001551	0.004092	0.00446	0.00446
199	260.14	4974.39	0.001816	0.001619	0.003955	0.000308	0.003955
200	196.98	4771.25	0.001466	0.001625	0.004025	0.004073	0.004073
201	164.76	4602.91	0.001567	0.001521	0.00446	0.004945	0.004945
202	203.26	4782.61	0.002052	0.002093	0.005527	0.004968	0.005527
203	230.85	4254.89	0.001343	0.001368	0.004254	0.003993	0.004254
204	175.59	4335.96	0.001616	0.001593	0.004027	0.004554	0.004554
205	290.04	4419.41	0.005948	0.004723	0.003964	0.004859	0.005948
206	252.03	4018.32	0.001991	0.002054	0.005203	0.005522	0.005522
207	251.63	4809.92	0.004064	0.004429	0.004288	0.004599	0.004599
208	257.12	4863.78	0.001747	0.001926	0.004567	0.004664	0.004664
209	292.08	4172.79	0.001491	0.001579	0.004053	0.004374	0.004374
210	221.96	4560.13	0.001399	0.001475	0.003993	0.004234	0.004234
211	202.41	4178.62	0.001427	0.001498	0.003917	0.004231	0.004231
212	212.94	4837.71	0.001708	0.001965	0.004351	0.004578	0.004578
213	197.04	4586.34	0.001313	0.00152	0.004409	0.004121	0.004409
214	214.24	3947.76	0.001313	0.001372	0.004098	0.004222	0.004222
215	223.33	4752.91	0.001577	0.001681	0.004188	0.004154	0.004188
216	199.67	3982.83	0.001382	0.001541	0.00386	0.003966	0.003966
217	238.62	4858.34	0.001599	0.001799	0.00453	0.004419	0.00453
218	153.82	4506.83	0.001442	0.002052	0.003797	0.00387	0.00387
219	271.69	4698.91	0.001584	0.001483	0.004015	0.004572	0.004572
220	120.32	3995	0.001406	0.001462	0.003879	0.003748	0.003879
221	268.54	4469.93	0.001815	0.001697	0.004113	0.004675	0.004675
222	248.6	4704.56	0.00169	0.001479	0.004218	0.004387	0.004387
223	236.26	4252.89	0.001887	0.001731	0.004251	0.004784	0.004784
224	250.99	4355.99	0.001818	0.002141	0.004586	0.004813	0.004813
225	199.68	4542.61	0.001737	0.002399	0.004968	0.004898	0.004968

Con el fin de analizar la evolución de las máximas derivas entre pisos, se realizó un gráfico de frecuencias. Calculamos la deriva máxima promedio para diagnosticar el estado actual del primer módulo.

Tabla 21. Tabla de frecuencias - Derivas máximas en ambas direcciones – Bloque I

Intervalo		Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. relativa acumulada
Límite inferior	Límite superior					
0.00155738	0.002055199	0.00180629	4	4	0.0177778	0.0177778
0.002055199	0.002553017	0.00230411	0	4	0.0000000	0.0177778
0.002553017	0.003050836	0.00280193	0	4	0.0000000	0.0177778
0.003050836	0.003548654	0.00329974	12	16	0.0533333	0.0711111
0.003548654	0.004046473	0.00379756	76	92	0.3377778	0.4088889
0.004046473	0.004544291	0.00429538	90	182	0.4000000	0.8088889
0.004544291	0.00504211	0.0047932	28	210	0.1244444	0.9333333
0.00504211	0.005539928	0.00529102	11	221	0.0488889	0.9822222
0.005539928	0.006037747	0.00578884	4	225	0.0177778	1.0000000
Total			225		1.0000000	

Figura 18. Derivas máximas Bloque I



Utilizando los datos de las derivas, calculamos los desplazamientos espectrales mediante la fórmula proporcionada por HAZUS. Posteriormente, generamos gráficos que representen las curvas de vulnerabilidad para los estados de daño leve, moderado, extensivo y completo.

Tabla 22. Desplazamientos espectrales para el Bloque I.

BLOQUE I					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
1	0.00469	0.75	142.913	0.461	1.17
2	0.00524	0.75	142.913	0.539	1.37
3	0.00404	0.75	142.913	0.367	0.93
4	0.00432	0.75	142.913	0.408	1.04
5	0.00564	0.75	142.913	0.597	1.52
6	0.00524	0.75	142.913	0.539	1.37
7	0.00436	0.75	142.913	0.414	1.05
8	0.00443	0.75	142.913	0.422	1.07
9	0.00415	0.75	142.913	0.383	0.97
10	0.00402	0.75	142.913	0.364	0.92
11	0.00401	0.75	142.913	0.364	0.92
12	0.00434	0.75	142.913	0.411	1.04
13	0.00418	0.75	142.913	0.388	0.99
14	0.00401	0.75	142.913	0.363	0.92
15	0.00397	0.75	142.913	0.358	0.91
16	0.00376	0.75	142.913	0.328	0.83
17	0.0043	0.75	142.913	0.404	1.03
18	0.00367	0.75	142.913	0.315	0.8
19	0.00434	0.75	142.913	0.41	1.04
20	0.00368	0.75	142.913	0.316	0.8
21	0.00444	0.75	142.913	0.424	1.08
22	0.00416	0.75	142.913	0.385	0.98
23	0.00454	0.75	142.913	0.439	1.11
24	0.00457	0.75	142.913	0.443	1.12
25	0.00471	0.75	142.913	0.464	1.18
26	0.00461	0.75	142.913	0.448	1.14
27	0.00404	0.75	142.913	0.367	0.93
28	0.00463	0.75	142.913	0.452	1.15
29	0.00507	0.75	142.913	0.515	1.31
30	0.0041	0.75	142.913	0.376	0.96
31	0.00395	0.75	142.913	0.354	0.9
32	0.00397	0.75	142.913	0.357	0.91
33	0.00372	0.75	142.913	0.322	0.82
34	0.00417	0.75	142.913	0.386	0.98
35	0.00371	0.75	142.913	0.321	0.81
36	0.00432	0.75	142.913	0.407	1.03
37	0.00438	0.75	142.913	0.416	1.06
38	0.00348	0.75	142.913	0.288	0.73
39	0.00415	0.75	142.913	0.383	0.97
40	0.00351	0.75	142.913	0.291	0.74
41	0.00401	0.75	142.913	0.363	0.92
42	0.00365	0.75	142.913	0.312	0.79
43	0.00442	0.75	142.913	0.422	1.07
44	0.00383	0.75	142.913	0.337	0.86
45	0.00385	0.75	142.913	0.34	0.86
46	0.00419	0.75	142.913	0.389	0.99
47	0.00164	0.75	142.913	0.025	0.06
48	0.00438	0.75	142.913	0.417	1.06
49	0.00389	0.75	142.913	0.346	0.88
50	0.004	0.75	142.913	0.362	0.92
51	0.00445	0.75	142.913	0.426	1.08
52	0.00497	0.75	142.913	0.5	1.27
53	0.00383	0.75	142.913	0.337	0.86
54	0.00409	0.75	142.913	0.375	0.95
55	0.00535	0.75	142.913	0.554	1.41
56	0.00497	0.75	142.913	0.5	1.27
57	0.00414	0.75	142.913	0.381	0.97
58	0.00419	0.75	142.913	0.389	0.99
59	0.00393	0.75	142.913	0.352	0.89

BLOQUE I					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
60	0.00381	0.75	142.913	0.334	0.85
61	0.0038	0.75	142.913	0.334	0.85
62	0.00412	0.75	142.913	0.378	0.96
63	0.00396	0.75	142.913	0.357	0.91
64	0.0038	0.75	142.913	0.333	0.84
65	0.00377	0.75	142.913	0.328	0.83
66	0.00357	0.75	142.913	0.3	0.76
67	0.00407	0.75	142.913	0.372	0.95
68	0.00348	0.75	142.913	0.287	0.73
69	0.00411	0.75	142.913	0.378	0.96
70	0.00349	0.75	142.913	0.288	0.73
71	0.0042	0.75	142.913	0.391	0.99
72	0.00394	0.75	142.913	0.354	0.9
73	0.0043	0.75	142.913	0.405	1.03
74	0.00433	0.75	142.913	0.409	1.04
75	0.00447	0.75	142.913	0.428	1.09
76	0.00436	0.75	142.913	0.414	1.05
77	0.00383	0.75	142.913	0.337	0.86
78	0.00439	0.75	142.913	0.417	1.06
79	0.0048	0.75	142.913	0.477	1.21
80	0.00389	0.75	142.913	0.346	0.88
81	0.00374	0.75	142.913	0.325	0.82
82	0.00376	0.75	142.913	0.327	0.83
83	0.00352	0.75	142.913	0.294	0.75
84	0.00395	0.75	142.913	0.355	0.9
85	0.00352	0.75	142.913	0.293	0.74
86	0.00409	0.75	142.913	0.375	0.95
87	0.00415	0.75	142.913	0.383	0.97
88	0.0033	0.75	142.913	0.262	0.67
89	0.00393	0.75	142.913	0.352	0.89
90	0.00332	0.75	142.913	0.265	0.67
91	0.0038	0.75	142.913	0.333	0.84
92	0.00346	0.75	142.913	0.284	0.72
93	0.00419	0.75	142.913	0.389	0.99
94	0.00363	0.75	142.913	0.309	0.78
95	0.00365	0.75	142.913	0.312	0.79
96	0.00397	0.75	142.913	0.357	0.91
97	0.00156	0.75	142.913	0.013	0.03
98	0.00415	0.75	142.913	0.384	0.97
99	0.00368	0.75	142.913	0.317	0.8
100	0.00379	0.75	142.913	0.332	0.84
101	0.00461	0.75	142.913	0.448	1.14
102	0.00515	0.75	142.913	0.526	1.34
103	0.00396	0.75	142.913	0.356	0.91
104	0.00424	0.75	142.913	0.396	1.01
105	0.00554	0.75	142.913	0.582	1.48
106	0.00514	0.75	142.913	0.525	1.33
107	0.00428	0.75	142.913	0.402	1.02
108	0.00434	0.75	142.913	0.411	1.04
109	0.00408	0.75	142.913	0.372	0.95
110	0.00394	0.75	142.913	0.354	0.9
111	0.00394	0.75	142.913	0.353	0.9
112	0.00426	0.75	142.913	0.399	1.01
113	0.00411	0.75	142.913	0.377	0.96
114	0.00393	0.75	142.913	0.352	0.89
115	0.0039	0.75	142.913	0.348	0.88
116	0.00369	0.75	142.913	0.318	0.81
117	0.00422	0.75	142.913	0.393	1
118	0.00361	0.75	142.913	0.305	0.78
119	0.00426	0.75	142.913	0.399	1.01
120	0.00361	0.75	142.913	0.306	0.78

BLOQUE I					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
121	0.00436	0.75	142.913	0.412	1.05
122	0.00409	0.75	142.913	0.374	0.95
123	0.00446	0.75	142.913	0.427	1.08
124	0.00448	0.75	142.913	0.431	1.09
125	0.00463	0.75	142.913	0.451	1.15
126	0.00452	0.75	142.913	0.436	1.11
127	0.00397	0.75	142.913	0.357	0.91
128	0.00455	0.75	142.913	0.44	1.12
129	0.00498	0.75	142.913	0.501	1.27
130	0.00403	0.75	142.913	0.366	0.93
131	0.00388	0.75	142.913	0.344	0.87
132	0.0039	0.75	142.913	0.347	0.88
133	0.00365	0.75	142.913	0.312	0.79
134	0.0041	0.75	142.913	0.375	0.95
135	0.00364	0.75	142.913	0.311	0.79
136	0.00424	0.75	142.913	0.396	1.01
137	0.0043	0.75	142.913	0.405	1.03
138	0.00342	0.75	142.913	0.279	0.71
139	0.00407	0.75	142.913	0.372	0.94
140	0.00344	0.75	142.913	0.282	0.72
141	0.00393	0.75	142.913	0.352	0.89
142	0.00358	0.75	142.913	0.302	0.77
143	0.00434	0.75	142.913	0.41	1.04
144	0.00376	0.75	142.913	0.327	0.83
145	0.00378	0.75	142.913	0.33	0.84
146	0.00411	0.75	142.913	0.378	0.96
147	0.00161	0.75	142.913	0.021	0.05
148	0.0043	0.75	142.913	0.405	1.03
149	0.00382	0.75	142.913	0.335	0.85
150	0.00393	0.75	142.913	0.352	0.89
151	0.00477	0.75	142.913	0.472	1.2
152	0.00533	0.75	142.913	0.552	1.4
153	0.00411	0.75	142.913	0.377	0.96
154	0.0044	0.75	142.913	0.418	1.06
155	0.00574	0.75	142.913	0.61	1.55
156	0.00533	0.75	142.913	0.552	1.4
157	0.00444	0.75	142.913	0.424	1.08
158	0.0045	0.75	142.913	0.433	1.1
159	0.00422	0.75	142.913	0.393	1
160	0.00409	0.75	142.913	0.374	0.95
161	0.00408	0.75	142.913	0.374	0.95
162	0.00442	0.75	142.913	0.421	1.07
163	0.00426	0.75	142.913	0.398	1.01
164	0.00408	0.75	142.913	0.372	0.95
165	0.00404	0.75	142.913	0.368	0.93
166	0.00383	0.75	142.913	0.337	0.86
167	0.00437	0.75	142.913	0.415	1.05
168	0.00374	0.75	142.913	0.324	0.82
169	0.00441	0.75	142.913	0.421	1.07
170	0.00374	0.75	142.913	0.325	0.83
171	0.00451	0.75	142.913	0.435	1.1
172	0.00423	0.75	142.913	0.395	1
173	0.00462	0.75	142.913	0.45	1.14
174	0.00465	0.75	142.913	0.454	1.15
175	0.0048	0.75	142.913	0.475	1.21
176	0.00469	0.75	142.913	0.46	1.17
177	0.00411	0.75	142.913	0.377	0.96
178	0.00471	0.75	142.913	0.463	1.18
179	0.00516	0.75	142.913	0.527	1.34
180	0.00417	0.75	142.913	0.386	0.98
181	0.00402	0.75	142.913	0.364	0.92

BLOQUE I					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
182	0.00404	0.75	142.913	0.367	0.93
183	0.00378	0.75	142.913	0.331	0.84
184	0.00424	0.75	142.913	0.396	1.01
185	0.00378	0.75	142.913	0.33	0.84
186	0.00439	0.75	142.913	0.418	1.06
187	0.00446	0.75	142.913	0.427	1.08
188	0.00354	0.75	142.913	0.296	0.75
189	0.00422	0.75	142.913	0.393	1
190	0.00357	0.75	142.913	0.3	0.76
191	0.00407	0.75	142.913	0.372	0.95
192	0.00371	0.75	142.913	0.32	0.81
193	0.0045	0.75	142.913	0.433	1.1
194	0.0039	0.75	142.913	0.347	0.88
195	0.00392	0.75	142.913	0.35	0.89
196	0.00426	0.75	142.913	0.399	1.01
197	0.00167	0.75	142.913	0.029	0.07
198	0.00446	0.75	142.913	0.427	1.09
199	0.00395	0.75	142.913	0.355	0.9
200	0.00407	0.75	142.913	0.372	0.94
201	0.00495	0.75	142.913	0.497	1.26
202	0.00553	0.75	142.913	0.58	1.47
203	0.00425	0.75	142.913	0.398	1.01
204	0.00455	0.75	142.913	0.441	1.12
205	0.00595	0.75	142.913	0.64	1.63
206	0.00552	0.75	142.913	0.579	1.47
207	0.0046	0.75	142.913	0.447	1.14
208	0.00466	0.75	142.913	0.456	1.16
209	0.00437	0.75	142.913	0.415	1.05
210	0.00423	0.75	142.913	0.395	1
211	0.00423	0.75	142.913	0.395	1
212	0.00458	0.75	142.913	0.444	1.13
213	0.00441	0.75	142.913	0.42	1.07
214	0.00422	0.75	142.913	0.393	1
215	0.00419	0.75	142.913	0.389	0.99
216	0.00397	0.75	142.913	0.357	0.91
217	0.00453	0.75	142.913	0.437	1.11
218	0.00387	0.75	142.913	0.343	0.87
219	0.00457	0.75	142.913	0.443	1.13
220	0.00388	0.75	142.913	0.344	0.87
221	0.00468	0.75	142.913	0.458	1.16
222	0.00439	0.75	142.913	0.417	1.06
223	0.00478	0.75	142.913	0.474	1.2
224	0.00481	0.75	142.913	0.478	1.21
225	0.00497	0.75	142.913	0.5	1.27

A continuación, se presentan los valores asociados a las curvas de fragilidad:

Tabla 23. Valores de probabilidad para curvas de fragilidad para el Bloque I.

N°	Desp. Espectral (pulg)	BLOQUE I							
		DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
1	0.01257	-6.83124	4.21E-12	-7.61702	1.30E-14	-9.03188	8.44E-20	-8.16492	1.61E-16
2	0.0206	-6.12595	4.51E-10	-6.91173	2.39E-12	-8.32658	4.16E-17	-7.61019	1.37E-14
3	0.02488	-5.85569	2.38E-09	-6.64147	1.55E-11	-8.05633	3.93E-16	-7.39763	6.93E-14
4	0.02891	-5.64151	8.43E-09	-6.42729	6.49E-11	-7.84215	2.21E-15	-7.22918	2.43E-13
5	0.26182	-2.49367	6.32E-03	-3.27945	5.20E-04	-4.6943	1.34E-06	-4.75334	1.00E-06
6	0.26468	-2.47816	6.60E-03	-3.26394	5.49E-04	-4.67879	1.44E-06	-4.74114	1.06E-06
7	0.27883	-2.40374	8.11E-03	-3.18952	7.13E-04	-4.60437	2.07E-06	-4.68261	1.42E-06
8	0.28179	-2.38865	8.46E-03	-3.17443	7.51E-04	-4.58928	2.22E-06	-4.67074	1.50E-06
9	0.28421	-2.37644	8.74E-03	-3.16222	7.83E-04	-4.57708	2.36E-06	-4.66114	1.57E-06
10	0.28735	-2.36072	9.12E-03	-3.1465	8.26E-04	-4.56136	2.54E-06	-4.64878	1.67E-06
11	0.28792	-2.3579	9.19E-03	-3.14368	8.34E-04	-4.55853	2.58E-06	-4.64656	1.69E-06
12	0.2885	-2.35505	9.26E-03	-3.14083	8.42E-04	-4.55569	2.61E-06	-4.64432	1.71E-06
13	0.29094	-2.34301	9.56E-03	-3.12879	8.78E-04	-4.54365	2.76E-06	-4.63485	1.79E-06
14	0.29269	-2.33444	9.79E-03	-3.12022	9.04E-04	-4.53508	2.88E-06	-4.62811	1.85E-06
15	0.29364	-2.3298	9.91E-03	-3.11558	9.18E-04	-4.53043	2.94E-06	-4.62446	1.88E-06
16	0.29645	-2.31618	1.03E-02	-3.10196	9.61E-04	-4.51682	3.14E-06	-4.61374	1.98E-06
17	0.29952	-2.30147	1.07E-02	-3.08725	1.01E-03	-4.50211	3.36E-06	-4.60217	2.09E-06
18	0.29964	-2.30089	1.07E-02	-3.08667	1.01E-03	-4.50153	3.37E-06	-4.60172	2.10E-06
19	0.30203	-2.28957	1.10E-02	-3.07535	1.05E-03	-4.49021	3.56E-06	-4.59282	2.19E-06
20	0.30529	-2.27425	1.15E-02	-3.06003	1.11E-03	-4.47488	3.82E-06	-4.58076	2.32E-06
21	0.30647	-2.26871	1.16E-02	-3.0545	1.13E-03	-4.46935	3.92E-06	-4.57641	2.37E-06
22	0.3086	-2.25882	1.19E-02	-3.0446	1.16E-03	-4.45945	4.11E-06	-4.56863	2.45E-06
23	0.31081	-2.24861	1.23E-02	-3.03439	1.21E-03	-4.44925	4.31E-06	-4.5606	2.55E-06
24	0.31155	-2.24522	1.24E-02	-3.031	1.22E-03	-4.44586	4.38E-06	-4.55793	2.58E-06
25	0.31155	-2.24521	1.24E-02	-3.03099	1.22E-03	-4.44585	4.38E-06	-4.55793	2.58E-06
26	0.3118	-2.24408	1.24E-02	-3.02986	1.22E-03	-4.44472	4.40E-06	-4.55704	2.59E-06
27	0.31487	-2.23009	1.29E-02	-3.01587	1.28E-03	-4.43072	4.70E-06	-4.54603	2.73E-06
28	0.31608	-2.22462	1.31E-02	-3.0104	1.30E-03	-4.42526	4.82E-06	-4.54173	2.79E-06
29	0.31651	-2.22267	1.31E-02	-3.00845	1.31E-03	-4.42331	4.86E-06	-4.5402	2.81E-06
30	0.31802	-2.21587	1.34E-02	-3.00165	1.34E-03	-4.4165	5.02E-06	-4.53485	2.88E-06
31	0.32049	-2.20482	1.37E-02	-2.9906	1.39E-03	-4.40545	5.28E-06	-4.52616	3.00E-06
32	0.3205	-2.20477	1.37E-02	-2.99055	1.39E-03	-4.4054	5.28E-06	-4.52612	3.00E-06
33	0.32151	-2.20029	1.39E-02	-2.98607	1.41E-03	-4.40093	5.39E-06	-4.5226	3.05E-06
34	0.32386	-2.18985	1.43E-02	-2.97563	1.46E-03	-4.39049	5.65E-06	-4.51439	3.18E-06
35	0.3247	-2.18616	1.44E-02	-2.97194	1.48E-03	-4.38679	5.75E-06	-4.51148	3.22E-06
36	0.32509	-2.18445	1.45E-02	-2.97023	1.49E-03	-4.38509	5.80E-06	-4.51014	3.24E-06
37	0.3273	-2.17478	1.48E-02	-2.96056	1.54E-03	-4.37542	6.06E-06	-4.50253	3.36E-06
38	0.32737	-2.17447	1.48E-02	-2.96025	1.54E-03	-4.3751	6.07E-06	-4.50229	3.36E-06
39	0.32784	-2.17242	1.49E-02	-2.9582	1.55E-03	-4.37305	6.13E-06	-4.50067	3.39E-06
40	0.32823	-2.17073	1.50E-02	-2.95651	1.56E-03	-4.37137	6.17E-06	-4.49935	3.41E-06
41	0.32959	-2.16481	1.52E-02	-2.95059	1.59E-03	-4.36545	6.34E-06	-4.49469	3.48E-06
42	0.33036	-2.16149	1.53E-02	-2.94727	1.60E-03	-4.36212	6.44E-06	-4.49208	3.53E-06
43	0.33061	-2.16038	1.54E-02	-2.94616	1.61E-03	-4.36102	6.47E-06	-4.49121	3.54E-06
44	0.33223	-2.15342	1.56E-02	-2.9392	1.65E-03	-4.35406	6.68E-06	-4.48573	3.63E-06
45	0.33252	-2.15219	1.57E-02	-2.93797	1.65E-03	-4.35283	6.72E-06	-4.48476	3.65E-06
46	0.33261	-2.15178	1.57E-02	-2.93756	1.65E-03	-4.35242	6.73E-06	-4.48444	3.66E-06
47	0.33366	-2.14729	1.59E-02	-2.93307	1.68E-03	-4.34792	6.87E-06	-4.48091	3.72E-06
48	0.33404	-2.14566	1.60E-02	-2.93144	1.69E-03	-4.34629	6.92E-06	-4.47963	3.74E-06
49	0.33549	-2.13946	1.62E-02	-2.92524	1.72E-03	-4.3401	7.12E-06	-4.47475	3.83E-06
50	0.33671	-2.13429	1.64E-02	-2.92007	1.75E-03	-4.33493	7.29E-06	-4.47069	3.90E-06
51	0.33706	-2.13281	1.65E-02	-2.91859	1.76E-03	-4.33345	7.34E-06	-4.46952	3.92E-06
52	0.33718	-2.13227	1.65E-02	-2.91805	1.76E-03	-4.33291	7.36E-06	-4.4691	3.93E-06
53	0.33729	-2.13181	1.65E-02	-2.9176	1.76E-03	-4.33245	7.37E-06	-4.46874	3.93E-06
54	0.34041	-2.11867	1.71E-02	-2.90445	1.84E-03	-4.31931	7.83E-06	-4.4584	4.13E-06
55	0.34311	-2.10738	1.75E-02	-2.89316	1.91E-03	-4.30801	8.24E-06	-4.44952	4.30E-06
56	0.34398	-2.10376	1.77E-02	-2.88954	1.93E-03	-4.3044	8.37E-06	-4.44667	4.36E-06
57	0.34438	-2.10209	1.78E-02	-2.88787	1.94E-03	-4.30273	8.44E-06	-4.44536	4.39E-06
58	0.34564	-2.0969	1.80E-02	-2.88268	1.97E-03	-4.29753	8.64E-06	-4.44128	4.47E-06
59	0.34566	-2.09679	1.80E-02	-2.88257	1.97E-03	-4.29743	8.64E-06	-4.44119	4.47E-06
60	0.34667	-2.09264	1.82E-02	-2.87842	2.00E-03	-4.29327	8.80E-06	-4.43792	4.54E-06
61	0.34675	-2.09233	1.82E-02	-2.87811	2.00E-03	-4.29296	8.82E-06	-4.43768	4.55E-06

BLOQUE I									
N°	Desp. Espectral (pulg)	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
62	0.34763	-2.08867	1.84E-02	-2.87445	2.02E-03	-4.28931	8.96E-06	-4.43481	4.61E-06
63	0.34984	-2.07963	1.88E-02	-2.86541	2.08E-03	-4.28027	9.33E-06	-4.42769	4.76E-06
64	0.35167	-2.0722	1.91E-02	-2.85798	2.13E-03	-4.27283	9.65E-06	-4.42185	4.89E-06
65	0.35178	-2.07174	1.91E-02	-2.85752	2.13E-03	-4.27237	9.67E-06	-4.42149	4.90E-06
66	0.35208	-2.07053	1.92E-02	-2.85631	2.14E-03	-4.27117	9.72E-06	-4.42054	4.92E-06
67	0.35214	-2.07026	1.92E-02	-2.85604	2.14E-03	-4.2709	9.73E-06	-4.42033	4.93E-06
68	0.35217	-2.07013	1.92E-02	-2.85591	2.15E-03	-4.27077	9.74E-06	-4.42023	4.93E-06
69	0.35326	-2.06574	1.94E-02	-2.85152	2.18E-03	-4.26637	9.93E-06	-4.41677	5.01E-06
70	0.35366	-2.06414	1.95E-02	-2.84992	2.19E-03	-4.26478	1.00E-05	-4.41551	5.04E-06
71	0.35376	-2.06371	1.95E-02	-2.84949	2.19E-03	-4.26434	1.00E-05	-4.41517	5.05E-06
72	0.35429	-2.0616	1.96E-02	-2.84738	2.20E-03	-4.26223	1.01E-05	-4.41351	5.09E-06
73	0.355	-2.05871	1.98E-02	-2.84449	2.22E-03	-4.25935	1.03E-05	-4.41124	5.14E-06
74	0.35516	-2.05808	1.98E-02	-2.84386	2.23E-03	-4.25871	1.03E-05	-4.41074	5.15E-06
75	0.35642	-2.05302	2.00E-02	-2.8388	2.26E-03	-4.25365	1.05E-05	-4.40676	5.25E-06
76	0.35662	-2.05221	2.01E-02	-2.83799	2.27E-03	-4.25285	1.06E-05	-4.40613	5.26E-06
77	0.35678	-2.05157	2.01E-02	-2.83735	2.27E-03	-4.2522	1.06E-05	-4.40562	5.27E-06
78	0.35691	-2.05104	2.01E-02	-2.83682	2.28E-03	-4.25168	1.06E-05	-4.40521	5.28E-06
79	0.3571	-2.05029	2.02E-02	-2.83607	2.28E-03	-4.25093	1.06E-05	-4.40462	5.30E-06
80	0.35738	-2.04916	2.02E-02	-2.83494	2.29E-03	-4.2498	1.07E-05	-4.40373	5.32E-06
81	0.35801	-2.04667	2.03E-02	-2.83245	2.31E-03	-4.24731	1.08E-05	-4.40177	5.37E-06
82	0.36223	-2.02992	2.12E-02	-2.8157	2.43E-03	-4.23056	1.17E-05	-4.3886	5.70E-06
83	0.36253	-2.02873	2.12E-02	-2.81451	2.44E-03	-4.22937	1.17E-05	-4.38766	5.73E-06
84	0.36263	-2.02834	2.13E-02	-2.81412	2.45E-03	-4.22897	1.17E-05	-4.38735	5.74E-06
85	0.36374	-2.02398	2.15E-02	-2.80977	2.48E-03	-4.22462	1.20E-05	-4.38393	5.83E-06
86	0.36395	-2.02313	2.15E-02	-2.80891	2.49E-03	-4.22377	1.20E-05	-4.38326	5.85E-06
87	0.36414	-2.02241	2.16E-02	-2.80819	2.49E-03	-4.22304	1.21E-05	-4.38269	5.86E-06
88	0.3657	-2.0163	2.19E-02	-2.80208	2.54E-03	-4.21694	1.24E-05	-4.37789	5.99E-06
89	0.36682	-2.01193	2.21E-02	-2.79771	2.57E-03	-4.21257	1.26E-05	-4.37445	6.09E-06
90	0.36695	-2.0114	2.21E-02	-2.79718	2.58E-03	-4.21204	1.27E-05	-4.37403	6.10E-06
91	0.36746	-2.00945	2.22E-02	-2.79523	2.59E-03	-4.21008	1.28E-05	-4.37249	6.14E-06
92	0.36774	-2.00835	2.23E-02	-2.79413	2.60E-03	-4.20899	1.28E-05	-4.37163	6.17E-06
93	0.37192	-1.99221	2.32E-02	-2.77799	2.73E-03	-4.19285	1.38E-05	-4.35894	6.53E-06
94	0.37203	-1.99176	2.32E-02	-2.77754	2.74E-03	-4.1924	1.38E-05	-4.35858	6.55E-06
95	0.37215	-1.99131	2.32E-02	-2.77709	2.74E-03	-4.19195	1.38E-05	-4.35823	6.56E-06
96	0.37234	-1.99059	2.33E-02	-2.77637	2.75E-03	-4.19122	1.39E-05	-4.35766	6.57E-06
97	0.37241	-1.99032	2.33E-02	-2.7761	2.75E-03	-4.19095	1.39E-05	-4.35745	6.58E-06
98	0.37244	-1.99019	2.33E-02	-2.77597	2.75E-03	-4.19083	1.39E-05	-4.35735	6.58E-06
99	0.37357	-1.98588	2.35E-02	-2.77166	2.79E-03	-4.18652	1.42E-05	-4.35396	6.68E-06
100	0.37398	-1.98432	2.36E-02	-2.7701	2.80E-03	-4.18496	1.43E-05	-4.35273	6.72E-06
101	0.37409	-1.9839	2.36E-02	-2.76968	2.81E-03	-4.18453	1.43E-05	-4.3524	6.73E-06
102	0.37491	-1.98075	2.38E-02	-2.76653	2.83E-03	-4.18138	1.45E-05	-4.34992	6.81E-06
103	0.3752	-1.97966	2.39E-02	-2.76544	2.84E-03	-4.18029	1.46E-05	-4.34906	6.84E-06
104	0.37537	-1.979	2.39E-02	-2.76478	2.85E-03	-4.17964	1.46E-05	-4.34855	6.85E-06
105	0.37641	-1.97507	2.41E-02	-2.76085	2.88E-03	-4.17571	1.49E-05	-4.34546	6.95E-06
106	0.37684	-1.97342	2.42E-02	-2.7592	2.90E-03	-4.17406	1.50E-05	-4.34416	6.99E-06
107	0.37705	-1.97263	2.43E-02	-2.75841	2.90E-03	-4.17327	1.50E-05	-4.34354	7.01E-06
108	0.37735	-1.97149	2.43E-02	-2.75727	2.91E-03	-4.17212	1.51E-05	-4.34264	7.04E-06
109	0.37758	-1.97062	2.44E-02	-2.7564	2.92E-03	-4.17125	1.51E-05	-4.34195	7.06E-06
110	0.37784	-1.96964	2.44E-02	-2.75542	2.93E-03	-4.17028	1.52E-05	-4.34119	7.09E-06
111	0.37825	-1.9681	2.45E-02	-2.75388	2.94E-03	-4.16873	1.53E-05	-4.33997	7.13E-06
112	0.38101	-1.9577	2.51E-02	-2.74348	3.04E-03	-4.15833	1.60E-05	-4.33179	7.40E-06
113	0.38274	-1.95123	2.55E-02	-2.73701	3.10E-03	-4.15187	1.65E-05	-4.32671	7.57E-06
114	0.38324	-1.94936	2.56E-02	-2.73514	3.12E-03	-4.14999	1.66E-05	-4.32523	7.62E-06
115	0.3833	-1.94915	2.56E-02	-2.73493	3.12E-03	-4.14979	1.66E-05	-4.32507	7.62E-06
116	0.38378	-1.94738	2.57E-02	-2.73316	3.14E-03	-4.14801	1.68E-05	-4.32367	7.67E-06
117	0.38495	-1.943	2.60E-02	-2.72878	3.18E-03	-4.14363	1.71E-05	-4.32023	7.79E-06
118	0.38626	-1.93816	2.63E-02	-2.72394	3.23E-03	-4.13879	1.75E-05	-4.31642	7.93E-06
119	0.38645	-1.93744	2.63E-02	-2.72322	3.23E-03	-4.13807	1.75E-05	-4.31586	7.95E-06
120	0.38797	-1.93185	2.67E-02	-2.71763	3.29E-03	-4.13248	1.79E-05	-4.31146	8.11E-06
121	0.38857	-1.92964	2.68E-02	-2.71542	3.31E-03	-4.13028	1.81E-05	-4.30973	8.17E-06
122	0.38877	-1.92889	2.69E-02	-2.71467	3.32E-03	-4.12953	1.82E-05	-4.30913	8.19E-06
123	0.38883	-1.9287	2.69E-02	-2.71448	3.32E-03	-4.12934	1.82E-05	-4.30899	8.20E-06
124	0.3893	-1.92695	2.70E-02	-2.71273	3.34E-03	-4.12759	1.83E-05	-4.30761	8.25E-06

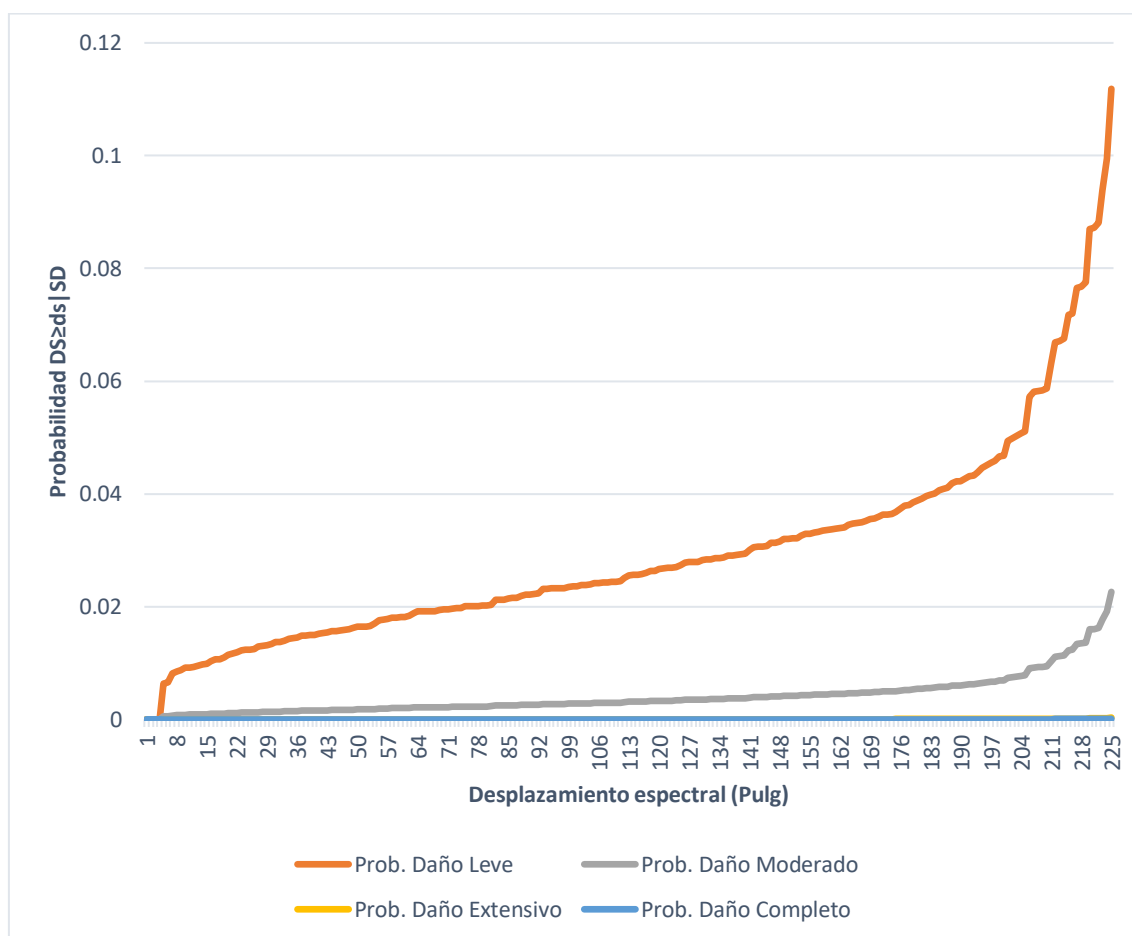
BLOQUE I									
N°	Desp. Espectral (pulg)	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
125	0.39083	-1.92137	2.73E-02	-2.70715	3.39E-03	-4.122	1.88E-05	-4.30322	8.42E-06
126	0.3929	-1.91381	2.78E-02	-2.69959	3.47E-03	-4.11445	1.94E-05	-4.29728	8.65E-06
127	0.39314	-1.91293	2.79E-02	-2.69871	3.48E-03	-4.11357	1.95E-05	-4.29658	8.67E-06
128	0.39341	-1.91196	2.79E-02	-2.69774	3.49E-03	-4.11259	1.96E-05	-4.29582	8.70E-06
129	0.39344	-1.91183	2.79E-02	-2.69761	3.49E-03	-4.11247	1.96E-05	-4.29572	8.71E-06
130	0.39461	-1.90761	2.82E-02	-2.69339	3.54E-03	-4.10824	1.99E-05	-4.2924	8.84E-06
131	0.39503	-1.90607	2.83E-02	-2.69185	3.55E-03	-4.10671	2.01E-05	-4.29119	8.89E-06
132	0.39515	-1.90566	2.83E-02	-2.69144	3.56E-03	-4.10629	2.01E-05	-4.29086	8.90E-06
133	0.396	-1.90257	2.85E-02	-2.68835	3.59E-03	-4.1032	2.04E-05	-4.28843	9.00E-06
134	0.3963	-1.9015	2.86E-02	-2.68728	3.60E-03	-4.10214	2.05E-05	-4.28759	9.03E-06
135	0.39648	-1.90086	2.87E-02	-2.68664	3.61E-03	-4.10149	2.05E-05	-4.28709	9.05E-06
136	0.398	-1.89538	2.90E-02	-2.68117	3.67E-03	-4.09602	2.10E-05	-4.28278	9.23E-06
137	0.39822	-1.89461	2.91E-02	-2.68039	3.68E-03	-4.09524	2.11E-05	-4.28217	9.25E-06
138	0.39877	-1.89263	2.92E-02	-2.67841	3.70E-03	-4.09327	2.13E-05	-4.28062	9.32E-06
139	0.39903	-1.89168	2.93E-02	-2.67746	3.71E-03	-4.09231	2.14E-05	-4.27986	9.35E-06
140	0.39946	-1.89016	2.94E-02	-2.67594	3.73E-03	-4.09079	2.15E-05	-4.27867	9.40E-06
141	0.40232	-1.87996	3.01E-02	-2.66574	3.84E-03	-4.08059	2.25E-05	-4.27065	9.75E-06
142	0.40436	-1.87274	3.06E-02	-2.65852	3.92E-03	-4.07337	2.32E-05	-4.26497	1.00E-05
143	0.40469	-1.87157	3.06E-02	-2.65735	3.94E-03	-4.07221	2.33E-05	-4.26405	1.00E-05
144	0.40483	-1.87107	3.07E-02	-2.65685	3.94E-03	-4.07171	2.33E-05	-4.26366	1.01E-05
145	0.40518	-1.86983	3.08E-02	-2.65561	3.96E-03	-4.07046	2.35E-05	-4.26268	1.01E-05
146	0.40728	-1.86247	3.13E-02	-2.64825	4.05E-03	-4.06311	2.42E-05	-4.2569	1.04E-05
147	0.40758	-1.86142	3.13E-02	-2.6472	4.06E-03	-4.06205	2.43E-05	-4.25607	1.04E-05
148	0.40855	-1.85802	3.16E-02	-2.6438	4.10E-03	-4.05865	2.47E-05	-4.25339	1.05E-05
149	0.41009	-1.85263	3.20E-02	-2.63841	4.16E-03	-4.05327	2.53E-05	-4.24916	1.07E-05
150	0.41042	-1.8515	3.20E-02	-2.63728	4.18E-03	-4.05214	2.54E-05	-4.24827	1.08E-05
151	0.41079	-1.85018	3.21E-02	-2.63596	4.19E-03	-4.05082	2.55E-05	-4.24723	1.08E-05
152	0.41091	-1.84978	3.22E-02	-2.63556	4.20E-03	-4.05042	2.56E-05	-4.24692	1.08E-05
153	0.41249	-1.8443	3.26E-02	-2.63008	4.27E-03	-4.04494	2.62E-05	-4.24261	1.10E-05
154	0.41371	-1.84008	3.29E-02	-2.62586	4.32E-03	-4.04071	2.66E-05	-4.23928	1.12E-05
155	0.41379	-1.83981	3.29E-02	-2.62559	4.32E-03	-4.04045	2.67E-05	-4.23907	1.12E-05
156	0.41489	-1.83602	3.32E-02	-2.6218	4.37E-03	-4.03666	2.71E-05	-4.23609	1.14E-05
157	0.41517	-1.83506	3.32E-02	-2.62084	4.39E-03	-4.0357	2.72E-05	-4.23534	1.14E-05
158	0.41612	-1.83177	3.35E-02	-2.61755	4.43E-03	-4.03241	2.76E-05	-4.23275	1.15E-05
159	0.41663	-1.83004	3.36E-02	-2.61582	4.45E-03	-4.03068	2.78E-05	-4.23139	1.16E-05
160	0.41697	-1.82888	3.37E-02	-2.61466	4.47E-03	-4.02951	2.79E-05	-4.23047	1.17E-05
161	0.41731	-1.82769	3.38E-02	-2.61347	4.48E-03	-4.02833	2.81E-05	-4.22954	1.17E-05
162	0.41785	-1.82585	3.39E-02	-2.61163	4.51E-03	-4.02648	2.83E-05	-4.22809	1.18E-05
163	0.41816	-1.8248	3.40E-02	-2.61058	4.52E-03	-4.02543	2.84E-05	-4.22726	1.18E-05
164	0.42015	-1.81803	3.45E-02	-2.60381	4.61E-03	-4.01866	2.93E-05	-4.22194	1.21E-05
165	0.42072	-1.81609	3.47E-02	-2.60187	4.64E-03	-4.01672	2.95E-05	-4.22041	1.22E-05
166	0.42143	-1.81366	3.49E-02	-2.59944	4.67E-03	-4.0143	2.98E-05	-4.2185	1.23E-05
167	0.42196	-1.81189	3.50E-02	-2.59767	4.69E-03	-4.01252	3.00E-05	-4.21711	1.24E-05
168	0.42246	-1.81019	3.51E-02	-2.59597	4.72E-03	-4.01082	3.03E-05	-4.21577	1.24E-05
169	0.42407	-1.80476	3.56E-02	-2.59054	4.79E-03	-4.00539	3.10E-05	-4.2115	1.27E-05
170	0.4244	-1.80364	3.56E-02	-2.58942	4.81E-03	-4.00428	3.11E-05	-4.21062	1.27E-05
171	0.42551	-1.79991	3.59E-02	-2.58569	4.86E-03	-4.00055	3.16E-05	-4.20769	1.29E-05
172	0.42685	-1.7954	3.63E-02	-2.58118	4.92E-03	-3.99604	3.22E-05	-4.20414	1.31E-05
173	0.427	-1.79491	3.63E-02	-2.58069	4.93E-03	-3.99555	3.23E-05	-4.20376	1.31E-05
174	0.42736	-1.79369	3.64E-02	-2.57947	4.95E-03	-3.99433	3.24E-05	-4.2028	1.32E-05
175	0.42846	-1.79003	3.67E-02	-2.57581	5.00E-03	-3.99067	3.29E-05	-4.19992	1.34E-05
176	0.43085	-1.78209	3.74E-02	-2.56787	5.12E-03	-3.98272	3.41E-05	-4.19367	1.37E-05
177	0.43278	-1.77569	3.79E-02	-2.56147	5.21E-03	-3.97632	3.50E-05	-4.18864	1.40E-05
178	0.4333	-1.774	3.80E-02	-2.55978	5.24E-03	-3.97464	3.52E-05	-4.18731	1.41E-05
179	0.43493	-1.76861	3.85E-02	-2.5544	5.32E-03	-3.96925	3.60E-05	-4.18308	1.44E-05
180	0.43628	-1.7642	3.88E-02	-2.54998	5.39E-03	-3.96483	3.67E-05	-4.1796	1.46E-05
181	0.43742	-1.76048	3.92E-02	-2.54626	5.44E-03	-3.96111	3.73E-05	-4.17667	1.48E-05
182	0.43885	-1.75581	3.96E-02	-2.54159	5.52E-03	-3.95645	3.80E-05	-4.17301	1.50E-05
183	0.43993	-1.75229	3.99E-02	-2.53807	5.57E-03	-3.95293	3.86E-05	-4.17024	1.52E-05
184	0.44081	-1.74945	4.01E-02	-2.53523	5.62E-03	-3.95008	3.91E-05	-4.168	1.54E-05
185	0.44277	-1.7431	4.07E-02	-2.52888	5.72E-03	-3.94374	4.01E-05	-4.16301	1.57E-05
186	0.44346	-1.74089	4.09E-02	-2.52667	5.76E-03	-3.94152	4.05E-05	-4.16127	1.58E-05
187	0.4442	-1.7385	4.11E-02	-2.52428	5.80E-03	-3.93913	4.09E-05	-4.15939	1.60E-05

BLOQUE I									
N°	Desp. Espectral (pulg)	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
188	0.44727	-1.72865	4.19E-02	-2.51443	5.96E-03	-3.92929	4.26E-05	-4.15164	1.65E-05
189	0.4483	-1.72537	4.22E-02	-2.51115	6.02E-03	-3.92601	4.32E-05	-4.14906	1.67E-05
190	0.44842	-1.72498	4.23E-02	-2.51077	6.02E-03	-3.92562	4.33E-05	-4.14876	1.67E-05
191	0.44997	-1.72007	4.27E-02	-2.50585	6.11E-03	-3.9207	4.41E-05	-4.14489	1.70E-05
192	0.45148	-1.71527	4.31E-02	-2.50105	6.19E-03	-3.9159	4.50E-05	-4.14112	1.73E-05
193	0.45202	-1.71356	4.33E-02	-2.49934	6.22E-03	-3.9142	4.54E-05	-4.13978	1.74E-05
194	0.45395	-1.70746	4.39E-02	-2.49324	6.33E-03	-3.9081	4.65E-05	-4.13498	1.77E-05
195	0.45649	-1.69951	4.46E-02	-2.48529	6.47E-03	-3.90014	4.81E-05	-4.12872	1.82E-05
196	0.45819	-1.69421	4.51E-02	-2.47999	6.57E-03	-3.89485	4.91E-05	-4.12455	1.86E-05
197	0.45958	-1.68987	4.55E-02	-2.47565	6.65E-03	-3.8905	5.00E-05	-4.12114	1.89E-05
198	0.46067	-1.68649	4.59E-02	-2.47227	6.71E-03	-3.88713	5.07E-05	-4.11849	1.91E-05
199	0.46336	-1.67815	4.67E-02	-2.46393	6.87E-03	-3.87879	5.25E-05	-4.11193	1.96E-05
200	0.46378	-1.67686	4.68E-02	-2.46264	6.90E-03	-3.87749	5.28E-05	-4.11091	1.97E-05
201	0.47216	-1.65129	4.93E-02	-2.43707	7.40E-03	-3.85193	5.86E-05	-4.0908	2.15E-05
202	0.47376	-1.64645	4.98E-02	-2.43223	7.50E-03	-3.84709	5.98E-05	-4.08699	2.19E-05
203	0.47533	-1.64173	5.03E-02	-2.42751	7.60E-03	-3.84237	6.09E-05	-4.08328	2.22E-05
204	0.47667	-1.6377	5.07E-02	-2.42348	7.69E-03	-3.83834	6.19E-05	-4.08011	2.25E-05
205	0.47789	-1.63405	5.11E-02	-2.41983	7.76E-03	-3.83468	6.29E-05	-4.07723	2.28E-05
206	0.49675	-1.57875	5.72E-02	-2.36453	9.03E-03	-3.77938	7.86E-05	-4.03374	2.74E-05
207	0.49963	-1.57049	5.82E-02	-2.35627	9.23E-03	-3.77113	8.13E-05	-4.02725	2.82E-05
208	0.50004	-1.56933	5.83E-02	-2.35511	9.26E-03	-3.76997	8.16E-05	-4.02634	2.83E-05
209	0.50021	-1.56886	5.83E-02	-2.35464	9.27E-03	-3.76949	8.18E-05	-4.02596	2.84E-05
210	0.50143	-1.56537	5.87E-02	-2.35115	9.36E-03	-3.766	8.29E-05	-4.02322	2.87E-05
211	0.51466	-1.52816	6.32E-02	-2.31394	1.03E-02	-3.72879	9.62E-05	-3.99395	3.25E-05
212	0.52522	-1.49915	6.69E-02	-2.28493	1.12E-02	-3.69978	1.08E-04	-3.97114	3.58E-05
213	0.52581	-1.49754	6.71E-02	-2.28332	1.12E-02	-3.69817	1.09E-04	-3.96987	3.60E-05
214	0.52708	-1.4941	6.76E-02	-2.27988	1.13E-02	-3.69473	1.10E-04	-3.96716	3.64E-05
215	0.53889	-1.46243	7.18E-02	-2.24821	1.23E-02	-3.66306	1.25E-04	-3.94225	4.04E-05
216	0.5395	-1.46083	7.20E-02	-2.24661	1.23E-02	-3.66147	1.25E-04	-3.941	4.06E-05
217	0.55173	-1.42881	7.65E-02	-2.21459	1.34E-02	-3.62944	1.42E-04	-3.91581	4.51E-05
218	0.55234	-1.42722	7.68E-02	-2.213	1.34E-02	-3.62786	1.43E-04	-3.91456	4.53E-05
219	0.55432	-1.4221	7.75E-02	-2.20788	1.36E-02	-3.62274	1.46E-04	-3.91054	4.60E-05
220	0.57919	-1.35941	8.70E-02	-2.14519	1.60E-02	-3.56005	1.85E-04	-3.86123	5.64E-05
221	0.57983	-1.35784	8.73E-02	-2.14362	1.60E-02	-3.55848	1.87E-04	-3.86	5.67E-05
222	0.58188	-1.35279	8.81E-02	-2.13857	1.62E-02	-3.55343	1.90E-04	-3.85602	5.76E-05
223	0.59661	-1.31708	9.39E-02	-2.10286	1.77E-02	-3.51772	2.18E-04	-3.82794	6.46E-05
224	0.61043	-1.28436	9.95E-02	-2.07014	1.92E-02	-3.485	2.46E-04	-3.8022	7.17E-05
225	0.64001	-1.21676	1.12E-01	-2.00254	2.26E-02	-3.4174	3.16E-04	-3.74903	8.88E-05

A continuación, se presentan las representaciones gráficas de vulnerabilidad para el

Bloque I.

Figura 19. Curvas de fragilidad - Bloque I.



Se profundizará en el análisis la interpretación de resultados en el apartado: **Án**álisis, interpretación y discusión de resultados.

b. BLOQUE II

Similar al bloque I, además de la máxima deriva entre pisos, el estudio proporcionó el desplazamiento máximo por piso en metros. Estos valores se presentan a continuación:

Tabla 24. Desplazamiento máximo por piso – Bloque II

SIM.	BLOQUE II					
	Propiedades Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	f'c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
1	210	4200.77	0.011518	0.011351	0.028672	0.032201
2	163.1	4767.06	0.014194	0.015268	0.035546	0.03223
3	203.89	4428.37	0.010053	0.01022	0.02761	0.026224
4	163.46	4962.96	0.012221	0.011986	0.026416	0.029454
5	227.51	4887.61	0.034329	0.028543	0.026043	0.031113
6	172.16	4530.55	0.014153	0.014757	0.033577	0.035703
7	227.94	4029.08	0.028062	0.029559	0.02799	0.029167

BLOQUE II						
SIM.	Propiedades Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	f' c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
8	214.45	4434.04	0.012484	0.013843	0.029936	0.030199
9	165.91	4454.17	0.011208	0.011926	0.026101	0.028625
10	176.32	4508.36	0.010453	0.011065	0.025645	0.027042
11	254.61	4695.29	0.010687	0.011163	0.025678	0.027276
12	265.9	4140.86	0.012703	0.013848	0.028076	0.029657
13	178.22	4109.18	0.009321	0.011169	0.026956	0.037157
14	235.54	3977.96	0.009852	0.010289	0.02638	0.027568
15	243.64	4257.71	0.01149	0.011806	0.027223	0.026288
16	186.07	4925.5	0.010368	0.011124	0.024886	0.025172
17	243.59	4100.5	0.011996	0.012114	0.029034	0.028419
18	229.73	4753.95	0.010714	0.014268	0.024654	0.02521
19	244.28	4011.59	0.011243	0.011114	0.026209	0.02978
20	248.97	4280.34	0.010509	0.0109	0.025133	0.024692
21	211.91	4807.38	0.013187	0.012745	0.027184	0.030269
22	254.32	4427.43	0.012324	0.011011	0.027435	0.028011
23	261.13	4923.11	0.013573	0.012997	0.027757	0.030944
24	249.09	4011.6	0.013093	0.01455	0.029638	0.030696
25	206	3936.44	0.012965	0.015172	0.032092	0.031899
26	228.04	4858.91	0.012911	0.014933	0.029986	0.031385
27	187.04	4074.39	0.011362	0.010799	0.027822	0.027576
28	232.54	4482.34	0.012186	0.012493	0.03086	0.028317
29	229.93	4499.37	0.014065	0.014278	0.034161	0.032171
30	230.05	4207.77	0.013683	0.013074	0.028414	0.026795
31	240.88	4945.65	0.011731	0.010523	0.026469	0.025182
32	213.47	3951.49	0.011279	0.011617	0.024401	0.027132
33	192.87	4241.12	0.010767	0.012023	0.024438	0.025926
34	172.52	4936.16	0.011214	0.011217	0.025384	0.027768
35	162.19	4561.86	0.010176	0.010007	0.023252	0.025009
36	250.38	4850.5	0.013686	0.012796	0.02758	0.029035
37	155.85	4420.51	0.013755	0.014289	0.02957	0.027767
38	268.27	4629.13	0.010659	0.011367	0.023782	0.023015
39	152.49	4886.43	0.014289	0.012187	0.027345	0.027428
40	174.24	4947.2	0.011123	0.011211	0.023608	0.022643
41	181.97	4011.15	0.011028	0.010678	0.02681	0.024121
42	222.73	4203.58	0.009793	0.010745	0.024492	0.023769
43	238.99	4904.75	0.014255	0.01354	0.029906	0.029034
44	263.62	4904.3	0.011921	0.013445	0.029093	0.025174
45	257.17	4176.78	0.010394	0.010774	0.025792	0.018847
46	230.52	4040.91	0.011142	0.012652	0.026663	0.028155
47	240.21	4789.22	0.012347	0.010945	0.011618	0.011201
48	170.79	4250.04	0.01187	0.011625	0.027052	0.029607
49	223.58	4127.93	0.013268	0.012466	0.026108	0.025306
50	227.44	4499.68	0.010525	0.011973	0.026677	0.026924
51	183.52	4594.47	0.011518	0.011351	0.028672	0.032201
52	185.13	4929.1	0.014194	0.015268	0.035546	0.032223
53	174.33	4785.44	0.010053	0.01022	0.02761	0.026224
54	263.79	4118.55	0.012221	0.011986	0.026416	0.029454
55	206.17	3930.27	0.034329	0.028543	0.026043	0.031113
56	178.14	4067.05	0.014153	0.014757	0.033577	0.035703
57	260.73	4018.13	0.028062	0.029559	0.02799	0.029167
58	227.28	4390.49	0.012484	0.013843	0.029936	0.030199
59	232.59	4151.68	0.011208	0.011926	0.026101	0.028625
60	157.61	4192.81	0.010453	0.011065	0.025645	0.027042
61	190.61	4973.46	0.010687	0.011163	0.025678	0.027276
62	255.73	4072.16	0.012703	0.013848	0.028076	0.029657
63	246.56	4020.39	0.009321	0.011169	0.026956	0.037157
64	158.34	4623.46	0.009852	0.010289	0.02638	0.027568
65	176.04	3999.56	0.01149	0.011806	0.027223	0.026288
66	179.53	4370.78	0.010368	0.011124	0.024886	0.025172
67	241.14	4083.24	0.011996	0.012114	0.029034	0.028419

BLOQUE II						
SIM.	Propiedades Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	f'c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
68	186.25	4836.22	0.010714	0.014268	0.024654	0.02521
69	236.43	4797.8	0.011243	0.011114	0.026209	0.02978
70	171.55	4848.1	0.010509	0.0109	0.025133	0.024692
71	214.37	4367.7	0.013187	0.012745	0.027184	0.030269
72	155.63	4964.17	0.012324	0.011011	0.027435	0.028011
73	197.29	4807.82	0.013573	0.012997	0.027757	0.030944
74	228.38	4715.17	0.013093	0.01455	0.029638	0.030696
75	259.93	4376.35	0.012965	0.015172	0.032092	0.031899
76	252.7	4768.84	0.012911	0.014933	0.029986	0.031385
77	238.04	4718.86	0.011362	0.010799	0.027822	0.027576
78	206.16	4609.74	0.012186	0.012493	0.03086	0.028317
79	250.7	4270.78	0.014065	0.014278	0.034161	0.032171
80	167.29	4083.16	0.013683	0.013074	0.028414	0.026795
81	246.56	4495.7	0.011731	0.010523	0.026469	0.025182
82	193.34	3997.14	0.011279	0.011617	0.024401	0.027132
83	197.58	4216.62	0.010767	0.012023	0.024438	0.025926
84	259.64	4489.52	0.011214	0.011217	0.025384	0.027768
85	222.2	4641.24	0.010176	0.010007	0.023252	0.025009
86	178.14	4126.09	0.013686	0.012796	0.02758	0.029035
87	222.42	4268.21	0.013755	0.014289	0.02957	0.027767
88	163.6	4436.61	0.010659	0.011367	0.023782	0.023015
89	191.46	4212.8	0.014289	0.012187	0.027345	0.027428
90	209.68	4212.3	0.011123	0.011211	0.023608	0.022643
91	163.62	4359.26	0.011028	0.010678	0.02681	0.024121
92	168.3	4456.22	0.009793	0.010745	0.024492	0.023769
93	189.95	4639.37	0.014255	0.01354	0.029906	0.029034
94	226.68	4513.37	0.011921	0.013445	0.029093	0.025174
95	227.27	4548.46	0.010394	0.010774	0.025792	0.018847
96	184.09	4155.95	0.011142	0.012652	0.026663	0.028155
97	257.36	4665.14	0.012347	0.010945	0.011618	0.011201
98	217.46	3975.41	0.01187	0.011625	0.027052	0.029607
99	169.7	4457.2	0.013268	0.012466	0.026108	0.025306
100	194.71	4313.65	0.010525	0.011973	0.026677	0.026924
101	224.35	4293.99	0.011518	0.011351	0.028672	0.032201
102	158.22	4885.5	0.014194	0.015268	0.035546	0.03223
103	268.9	4067.26	0.010053	0.01022	0.02761	0.026224
104	249.19	4620.03	0.012221	0.011986	0.026416	0.029454
105	198.93	4653.73	0.034329	0.028543	0.026043	0.031113
106	198.9	4986.28	0.014153	0.014757	0.033577	0.035703
107	204.86	4572.01	0.028062	0.029559	0.02799	0.029167
108	261.13	4037.99	0.012484	0.013843	0.029936	0.030199
109	221.76	4398.08	0.011208	0.011926	0.026101	0.028625
110	162.87	4150.27	0.010453	0.011065	0.025645	0.027042
111	224.82	4186.95	0.010687	0.011163	0.025678	0.027276
112	154.34	4271.64	0.012703	0.013848	0.028076	0.029657
113	175	4499.17	0.009321	0.011169	0.026956	0.037157
114	251.76	4371.63	0.009852	0.010289	0.02638	0.027568
115	197.76	4976.13	0.01149	0.011806	0.027223	0.026288
116	179.49	4129.69	0.010368	0.011124	0.024886	0.025172
117	221.62	4101.54	0.011996	0.012114	0.029034	0.028419
118	249.16	4354.14	0.010714	0.014268	0.024654	0.02521
119	174.46	4893.44	0.011243	0.011114	0.026209	0.02978
120	171.75	4079.9	0.010509	0.0109	0.025133	0.024692
121	200.63	4067.79	0.013187	0.012745	0.027184	0.030269
122	157.12	4061.08	0.012324	0.011011	0.027435	0.028011
123	246.54	4794.2	0.013573	0.012997	0.027757	0.030944
124	208.01	4401.98	0.013093	0.01455	0.029638	0.030696
125	239.65	4382.58	0.012965	0.015172	0.032092	0.031899
126	239.76	4579.73	0.012911	0.014933	0.029986	0.031385
127	215.78	4238.08	0.011362	0.010799	0.027822	0.027576

BLOQUE II						
SIM.	Propiedades Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	f'c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
128	220.82	4945	0.012186	0.012493	0.03086	0.028317
129	162.98	4964.45	0.014065	0.014278	0.034161	0.032171
130	247.29	3944.58	0.013683	0.013074	0.028414	0.026795
131	161.31	4145.66	0.011731	0.010523	0.026469	0.025182
132	266.69	4344.04	0.011279	0.011617	0.024401	0.027132
133	244.93	4009.54	0.010767	0.012023	0.024438	0.025926
134	177.05	4400.82	0.011214	0.011217	0.025384	0.027768
135	238.59	4287.67	0.010176	0.010007	0.023252	0.025009
136	178.03	4198.02	0.013686	0.012796	0.02758	0.029035
137	166.52	4428.91	0.013755	0.014289	0.02957	0.027767
138	187.76	4857.29	0.010659	0.011367	0.023782	0.023015
139	226.46	4579.13	0.014289	0.012187	0.027345	0.027428
140	269.87	4557.28	0.011123	0.011211	0.023608	0.022643
141	266.68	4126.51	0.011028	0.010678	0.02681	0.024121
142	176.84	4401.28	0.009793	0.010745	0.024492	0.023769
143	196.59	4579.3	0.014255	0.01354	0.029906	0.029034
144	151.89	4785.86	0.011921	0.013445	0.029093	0.025174
145	196.05	4535.46	0.010394	0.010774	0.025792	0.018847
146	154.61	4280.37	0.011142	0.012652	0.026663	0.028155
147	171.3	4869.2	0.012347	0.010945	0.011618	0.011201
148	197.65	4502.31	0.01187	0.011625	0.027052	0.029607
149	199.54	4233.36	0.013268	0.012466	0.026108	0.025306
150	174.46	4712.3	0.010525	0.011973	0.026677	0.026924
151	214.96	4656.16	0.011518	0.011351	0.028672	0.032201
152	167.12	4086.59	0.014194	0.015268	0.035546	0.03223
153	259.65	4884.79	0.010053	0.01022	0.02761	0.026224
154	229.11	4925.39	0.012221	0.011986	0.026416	0.029454
155	167.11	3929.53	0.034329	0.028543	0.026043	0.031113
156	266.44	4684.64	0.014153	0.014757	0.033577	0.035703
157	263.16	4293.93	0.028062	0.029559	0.02799	0.029167
158	171.96	4923.29	0.012484	0.013843	0.029936	0.030199
159	265.97	4267.05	0.011208	0.011926	0.026101	0.028625
160	217.41	4163.42	0.010453	0.011065	0.025645	0.027042
161	187.5	4011.09	0.010687	0.011163	0.025678	0.027276
162	224	4715.47	0.012703	0.013848	0.028076	0.029657
163	247.55	4258.52	0.009321	0.011169	0.026956	0.037157
164	186.93	3979.77	0.009852	0.010289	0.02638	0.027568
165	219	4959.95	0.01149	0.011806	0.027223	0.026288
166	266.25	4081.14	0.010368	0.011124	0.024886	0.025172
167	187.89	4072.48	0.011996	0.012114	0.029034	0.028419
168	218.51	4786.6	0.010714	0.014268	0.024654	0.02521
169	232.14	4832.08	0.011243	0.011114	0.026209	0.02978
170	183.35	4349.53	0.010509	0.0109	0.025133	0.024692
171	179.24	4609.52	0.013187	0.012745	0.027184	0.030269
172	208.77	4460.76	0.012324	0.011011	0.027435	0.028011
173	178.18	4373.55	0.013573	0.012997	0.027757	0.030944
174	259.55	4049.85	0.013093	0.01455	0.029638	0.030696
175	175.49	4024.47	0.012965	0.015172	0.032092	0.031899
176	259.55	4900.29	0.012911	0.014933	0.029986	0.031385
177	266.76	3969.65	0.011362	0.010799	0.027822	0.027576
178	252.44	4231.8	0.012186	0.012493	0.03086	0.028317
179	188.9	4069.1	0.014065	0.014278	0.034161	0.032171
180	162.8	4087.63	0.013683	0.013074	0.028414	0.026795
181	153.14	4550.94	0.011731	0.010523	0.026469	0.025182
182	254.84	4085	0.011279	0.011617	0.024401	0.027132
183	164.01	4854.52	0.010767	0.012023	0.024438	0.025926
184	270.92	4991.5	0.011214	0.011217	0.025384	0.027768
185	206.16	4919.96	0.010176	0.010007	0.023252	0.025009
186	250.08	4717.39	0.013686	0.012796	0.02758	0.029035
187	162.99	3941.35	0.013755	0.014289	0.02957	0.027767

BLOQUE II						
SIM.	Propiedades Mecánicas		Desplazamiento máximo por piso (m)			
	f' c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	En la dirección X		En la dirección y	
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda
188	220.54	4868.85	0.010659	0.011367	0.023782	0.023015
189	246.32	4679.45	0.014289	0.012187	0.027345	0.027428
190	171.3	4997.71	0.011123	0.011211	0.023608	0.022643
191	172.65	4806.27	0.011028	0.010678	0.02681	0.024121
192	251.43	4865.72	0.009793	0.010745	0.024492	0.023769
193	241.58	3949.27	0.014255	0.01354	0.029906	0.029034
194	258.23	4107.02	0.011921	0.013445	0.029093	0.025174
195	166.65	4153.1	0.010394	0.010774	0.025792	0.018847
196	204.65	4255.08	0.011142	0.012652	0.026663	0.028155
197	222.32	4199.27	0.012347	0.010945	0.011618	0.011201
198	252.93	4193.01	0.01187	0.011625	0.027052	0.029607
199	196.07	4457.75	0.013268	0.012466	0.026108	0.025306
200	266.81	4660.89	0.010525	0.011973	0.026677	0.026924
201	202.84	4032.13	0.012965	0.015172	0.032092	0.031899
202	221.11	4752.7	0.012911	0.014933	0.029986	0.031385
203	211.18	4103.81	0.011362	0.010799	0.027822	0.027576
204	270.88	3919.94	0.012186	0.012493	0.03086	0.028317
205	185.35	4142.05	0.014065	0.014278	0.034161	0.032171
206	211.53	3962.57	0.013683	0.013074	0.028414	0.026795
207	254.11	4939.23	0.011731	0.010523	0.026469	0.025182
208	211.9	4385.72	0.011279	0.011617	0.024401	0.027132
209	241.1	4434.21	0.010767	0.012023	0.024438	0.025926
210	162.8	4492.4	0.011214	0.011217	0.025384	0.027768
211	258	4077.02	0.010176	0.010007	0.023252	0.025009
212	255.29	4180.67	0.013686	0.012796	0.02758	0.029035
213	195.18	4910.02	0.013755	0.014289	0.02957	0.027767
214	268.12	4091.98	0.010659	0.011367	0.023782	0.023015
215	201.67	4577.96	0.014289	0.012187	0.027345	0.027428
216	263.14	4540.63	0.011123	0.011211	0.023608	0.022643
217	267.4	3914.69	0.011028	0.010678	0.02681	0.024121
218	269.62	4685.76	0.009793	0.010745	0.024492	0.023769
219	250.83	3963.44	0.014255	0.01354	0.029906	0.029034
220	236.22	4084.11	0.011921	0.013445	0.029093	0.025174
221	201.67	4667.65	0.010394	0.010774	0.025792	0.018847
222	169.16	4958.6	0.011142	0.012652	0.026663	0.028155
223	269.62	4905.05	0.012347	0.010945	0.011618	0.011201
224	238.92	4959.3	0.01187	0.011625	0.027052	0.029607
225	195.15	4108.42	0.013268	0.012466	0.026108	0.025306

Para producir las curvas de fragilidad, inicialmente ejecutamos 225 simulaciones en ETABs. Cada simulación proporcionó una máxima deriva entre pisos, y los resultados de las máximas derivas para el Bloque II obtenidas son los siguientes:

Tabla 25. Derivas máximas de entrepiso - Bloque II

BLOQUE II							
Sim.	f' c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
1	210	4200.77	0.001672	0.00162	0.004758	0.005276	0.005276
2	163.1	4767.06	0.002189	0.002233	0.005897	0.0053	0.005897
3	203.89	4428.37	0.001433	0.00146	0.004539	0.00426	0.004539
4	163.46	4962.96	0.001725	0.001699	0.004297	0.004859	0.004859
5	227.51	4887.61	0.006346	0.005039	0.00423	0.005185	0.006346
6	172.16	4530.55	0.002125	0.002191	0.005552	0.005892	0.005892

BLOQUE II							
Sim.	f' c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
7	227.94	4029.08	0.004336	0.004726	0.004576	0.004907	0.004907
8	214.45	4434.04	0.001864	0.002055	0.004873	0.004976	0.004976
9	165.91	4454.17	0.001591	0.001684	0.004325	0.004667	0.004667
10	176.32	4508.36	0.001493	0.001573	0.004261	0.004517	0.004517
11	254.61	4695.29	0.001522	0.001599	0.004179	0.004514	0.004514
12	265.9	4140.86	0.001823	0.002096	0.004642	0.004884	0.004884
13	178.22	4109.18	0.001401	0.001622	0.004705	0.004397	0.004705
14	235.54	3977.96	0.001401	0.001464	0.004372	0.004505	0.004505
15	243.64	4257.71	0.001683	0.001793	0.004469	0.004432	0.004469
16	186.07	4925.5	0.001475	0.001644	0.004118	0.004231	0.004231
17	243.59	4100.5	0.001706	0.00192	0.004833	0.004715	0.004833
18	229.73	4753.95	0.001539	0.002189	0.004051	0.004129	0.004129
19	244.28	4011.59	0.001691	0.001582	0.004284	0.004879	0.004879
20	248.97	4280.34	0.0015	0.00156	0.004139	0.003999	0.004139
21	211.91	4807.38	0.001937	0.001811	0.004388	0.004989	0.004989
22	254.32	4427.43	0.001804	0.001578	0.0045	0.004681	0.004681
23	261.13	4923.11	0.002013	0.001847	0.004535	0.005105	0.005105
24	249.09	4011.6	0.00194	0.002285	0.004893	0.005136	0.005136
25	206	3936.44	0.001853	0.00256	0.005301	0.005226	0.005301
26	228.04	4858.91	0.001906	0.002299	0.005011	0.005179	0.005179
27	187.04	4074.39	0.001619	0.001544	0.004543	0.004498	0.004543
28	232.54	4482.34	0.001781	0.001778	0.005208	0.004705	0.005208
29	229.93	4499.37	0.00205	0.002066	0.005701	0.005274	0.005701
30	230.05	4207.77	0.002064	0.001995	0.004614	0.00441	0.004614
31	240.88	4945.65	0.00174	0.001529	0.00444	0.004223	0.00444
32	213.47	3951.49	0.001657	0.001746	0.004134	0.004462	0.004462
33	192.87	4241.12	0.001631	0.001778	0.004058	0.004182	0.004182
34	172.52	4936.16	0.001592	0.001609	0.004197	0.004691	0.004691
35	162.19	4561.86	0.00152	0.001509	0.003838	0.004174	0.004174
36	250.38	4850.5	0.002146	0.001835	0.004574	0.004856	0.004856
37	155.85	4420.51	0.002179	0.00226	0.004926	0.004583	0.004926
38	268.27	4629.13	0.001593	0.001649	0.003917	0.00379	0.003917
39	152.49	4886.43	0.002149	0.001785	0.004663	0.004605	0.004663
40	174.24	4947.2	0.001671	0.00163	0.003773	0.003941	0.003941
41	181.97	4011.15	0.00173	0.001529	0.004504	0.004051	0.004504
42	222.73	4203.58	0.001518	0.001664	0.004103	0.003954	0.004103
43	238.99	4904.75	0.002035	0.00208	0.004972	0.004748	0.004972
44	263.62	4904.3	0.001931	0.002093	0.002092	0.004306	0.004306
45	257.17	4176.78	0.001611	0.001604	0.00433	0.003141	0.00433
46	230.52	4040.91	0.001662	0.001811	0.004532	0.004711	0.004711
47	240.21	4789.22	0.001848	0.001665	0.00171	0.001725	0.001848
48	170.79	4250.04	0.001747	0.001714	0.004523	0.00493	0.00493
49	223.58	4127.93	0.002007	0.001789	0.004371	0.00034	0.004371
50	227.44	4499.68	0.001621	0.001797	0.00445	0.004502	0.004502
51	183.52	4594.47	0.00176	0.001708	0.005009	0.005554	0.005554
52	185.13	4929.1	0.002304	0.002351	0.006207	0.005579	0.006207
53	174.33	4785.44	0.001509	0.001536	0.004778	0.004484	0.004778
54	263.79	4118.55	0.001815	0.001789	0.004523	0.005115	0.005115
55	206.17	3930.27	0.00668	0.005304	0.004453	0.005458	0.00668
56	178.14	4067.05	0.002237	0.002307	0.005844	0.006202	0.006202
57	260.73	4018.13	0.004564	0.004975	0.004816	0.005165	0.005165
58	227.28	4390.49	0.001962	0.002163	0.00513	0.005238	0.005238
59	232.59	4151.68	0.001675	0.001773	0.004552	0.004913	0.004913
60	157.61	4192.81	0.001571	0.001656	0.004485	0.004755	0.004755
61	190.61	4973.46	0.001602	0.001683	0.004399	0.004751	0.004751
62	255.73	4072.16	0.001919	0.002207	0.004886	0.005141	0.005141
63	246.56	4020.39	0.001475	0.001707	0.004952	0.004628	0.004952
64	158.34	4623.46	0.001475	0.001541	0.004602	0.004742	0.004742
65	176.04	3999.56	0.001771	0.001888	0.004704	0.004666	0.004704
66	179.53	4370.78	0.001552	0.00173	0.004335	0.004454	0.004454

BLOQUE II							
Sim.	f' c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
67	241.14	4083.24	0.001795	0.002021	0.005088	0.004963	0.005088
68	186.25	4836.22	0.00162	0.002304	0.004264	0.004347	0.004347
69	236.43	4797.8	0.00178	0.001665	0.004509	0.005135	0.005135
70	171.55	4848.1	0.001579	0.001642	0.004357	0.004209	0.004357
71	214.37	4367.7	0.002038	0.001906	0.004619	0.005251	0.005251
72	155.63	4964.17	0.001899	0.001661	0.004737	0.004927	0.004927
73	197.29	4807.82	0.002119	0.001944	0.004774	0.005373	0.005373
74	228.38	4715.17	0.002042	0.002405	0.00515	0.005406	0.005406
75	259.93	4376.35	0.001951	0.002695	0.00558	0.005501	0.00558
76	252.7	4768.84	0.002006	0.00242	0.005275	0.005452	0.005452
77	238.04	4718.86	0.001705	0.001625	0.004782	0.004735	0.004782
78	206.16	4609.74	0.001874	0.001871	0.005483	0.004953	0.005483
79	250.7	4270.78	0.002158	0.002175	0.006001	0.005552	0.006001
80	167.29	4083.16	0.002173	0.0021	0.004856	0.004642	0.004856
81	246.56	4495.7	0.001832	0.00161	0.004673	0.004445	0.004673
82	193.34	3997.14	0.001744	0.001838	0.004352	0.004696	0.004696
83	197.58	4216.62	0.001717	0.001871	0.004272	0.004402	0.004402
84	259.64	4489.52	0.001676	0.001694	0.004418	0.004938	0.004938
85	222.2	4641.24	0.0016	0.001589	0.00404	0.004393	0.004393
86	178.14	4126.09	0.002259	0.001932	0.004815	0.005112	0.005112
87	222.42	4268.21	0.002294	0.002379	0.005185	0.004825	0.005185
88	163.6	4436.61	0.001677	0.001736	0.004124	0.00399	0.004124
89	191.46	4212.8	0.002262	0.001879	0.004909	0.004847	0.004909
90	209.68	4212.3	0.001759	0.001716	0.003972	0.004149	0.004149
91	163.62	4359.26	0.001821	0.00161	0.004741	0.004264	0.004741
92	168.3	4456.22	0.001598	0.001752	0.004319	0.004162	0.004319
93	189.95	4639.37	0.002142	0.002189	0.005234	0.004998	0.005234
94	226.68	4513.37	0.002033	0.002203	0.002202	0.004532	0.004532
95	227.27	4548.46	0.001696	0.001689	0.004558	0.003307	0.004558
96	184.09	4155.95	0.00175	0.001906	0.004771	0.004959	0.004959
97	257.36	4665.14	0.001945	0.001753	0.0018	0.001815	0.001945
98	217.46	3975.41	0.001839	0.001804	0.004761	0.005189	0.005189
99	169.7	4457.2	0.002113	0.001884	0.004602	0.000358	0.004602
100	194.71	4313.65	0.001706	0.001891	0.004684	0.004739	0.004739
101	224.35	4293.99	0.001824	0.001769	0.005189	0.005754	0.005754
102	158.22	4885.5	0.002387	0.002436	0.006431	0.00578	0.006431
103	268.9	4067.26	0.001563	0.001592	0.00495	0.004646	0.00495
104	249.19	4620.03	0.001881	0.001853	0.004686	0.005299	0.005299
105	198.93	4653.73	0.006921	0.005496	0.004613	0.005654	0.006921
106	198.9	4986.28	0.002317	0.00239	0.006055	0.006426	0.006426
107	204.86	4572.01	0.004729	0.005154	0.00499	0.005352	0.005352
108	261.13	4037.99	0.002033	0.002241	0.005314	0.005427	0.005427
109	221.76	4398.08	0.001735	0.001837	0.004717	0.00509	0.00509
110	162.87	4150.27	0.001628	0.001716	0.004647	0.004926	0.004926
111	224.82	4186.95	0.00166	0.001744	0.004558	0.004923	0.004923
112	154.34	4271.64	0.001988	0.002286	0.005063	0.005327	0.005327
113	175	4499.17	0.001528	0.001769	0.005131	0.004795	0.005131
114	251.76	4371.63	0.001528	0.001597	0.004768	0.004913	0.004913
115	197.76	4976.13	0.001835	0.001956	0.004874	0.004834	0.004874
116	179.49	4129.69	0.001608	0.001793	0.004491	0.004615	0.004615
117	221.62	4101.54	0.00186	0.002094	0.005271	0.005142	0.005271
118	249.16	4354.14	0.001678	0.002387	0.004418	0.004503	0.004503
119	174.46	4893.44	0.001844	0.001725	0.004672	0.00532	0.00532
120	171.75	4079.9	0.001636	0.001701	0.004514	0.004361	0.004514
121	200.63	4067.79	0.002112	0.001975	0.004786	0.00544	0.00544
122	157.12	4061.08	0.001967	0.001721	0.004908	0.005105	0.005105
123	246.54	4794.2	0.002196	0.002014	0.004946	0.005567	0.005567
124	208.01	4401.98	0.002115	0.002492	0.005336	0.005601	0.005601
125	239.65	4382.58	0.002021	0.002792	0.005781	0.005699	0.005781
126	239.76	4579.73	0.002078	0.002507	0.005465	0.005648	0.005648

BLOQUE II							
Sim.	f' c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
127	215.78	4238.08	0.001766	0.001684	0.004955	0.004906	0.004955
128	220.82	4945	0.001942	0.001939	0.00568	0.005132	0.00568
129	162.98	4964.45	0.002236	0.002253	0.006218	0.005752	0.006218
130	247.29	3944.58	0.002251	0.002176	0.005031	0.00481	0.005031
131	161.31	4145.66	0.001898	0.001668	0.004842	0.004605	0.004842
132	266.69	4344.04	0.001807	0.001904	0.004509	0.004866	0.004866
133	244.93	4009.54	0.001779	0.001939	0.004426	0.00456	0.00456
134	177.05	4400.82	0.001737	0.001755	0.004577	0.005116	0.005116
135	238.59	4287.67	0.001658	0.001646	0.004186	0.004552	0.004552
136	178.03	4198.02	0.002341	0.002002	0.004988	0.005296	0.005296
137	166.52	4428.91	0.002377	0.002465	0.005372	0.004999	0.005372
138	187.76	4857.29	0.001738	0.001799	0.004272	0.004133	0.004272
139	226.46	4579.13	0.002343	0.001946	0.005086	0.005022	0.005086
140	269.87	4557.28	0.001822	0.001778	0.004115	0.004298	0.004298
141	266.68	4126.51	0.001887	0.001668	0.004912	0.004418	0.004912
142	176.84	4401.28	0.001656	0.001815	0.004475	0.004312	0.004475
143	196.59	4579.3	0.002219	0.002268	0.005422	0.005178	0.005422
144	151.89	4785.86	0.002106	0.002283	0.002281	0.004696	0.004696
145	196.05	4535.46	0.001757	0.00175	0.004723	0.003426	0.004723
146	154.61	4280.37	0.001813	0.001975	0.004943	0.005138	0.005138
147	171.3	4869.2	0.002015	0.001816	0.001865	0.001881	0.002015
148	197.65	4502.31	0.001906	0.00187	0.004933	0.005377	0.005377
149	199.54	4233.36	0.002189	0.001952	0.004767	0.000371	0.004767
150	174.46	4712.3	0.001768	0.001959	0.004853	0.00491	0.00491
151	214.96	4656.16	0.00189	0.001833	0.005376	0.005962	0.005962
152	167.12	4086.59	0.002473	0.002523	0.006663	0.005989	0.006663
153	259.65	4884.79	0.00162	0.001649	0.005129	0.004813	0.005129
154	229.11	4925.39	0.001949	0.00192	0.004855	0.00549	0.00549
155	167.11	3929.53	0.00717	0.005694	0.004779	0.005858	0.00717
156	266.44	4684.64	0.002401	0.002476	0.006273	0.006657	0.006657
157	263.16	4293.93	0.004899	0.00534	0.00517	0.005544	0.005544
158	171.96	4923.29	0.002106	0.002322	0.005506	0.005622	0.005622
159	265.97	4267.05	0.001798	0.001903	0.004887	0.005274	0.005274
160	217.41	4163.42	0.001687	0.001778	0.004814	0.005104	0.005104
161	187.5	4011.09	0.00172	0.001806	0.004722	0.0051	0.0051
162	224	4715.47	0.002059	0.002369	0.005245	0.005519	0.005519
163	247.55	4258.52	0.001583	0.001832	0.005316	0.004968	0.005316
164	186.93	3979.77	0.001583	0.001654	0.00494	0.00509	0.00509
165	219	4959.95	0.001901	0.002026	0.005049	0.005008	0.005049
166	266.25	4081.14	0.001666	0.001857	0.004653	0.004781	0.004781
167	187.89	4072.48	0.001927	0.002169	0.005461	0.005327	0.005461
168	218.51	4786.6	0.001739	0.002473	0.004577	0.004666	0.004666
169	232.14	4832.08	0.00191	0.001788	0.00484	0.005512	0.005512
170	183.35	4349.53	0.001695	0.001763	0.004677	0.004518	0.004677
171	179.24	4609.52	0.002188	0.002046	0.004958	0.005637	0.005637
172	208.77	4460.76	0.002038	0.001783	0.005085	0.005289	0.005289
173	178.18	4373.55	0.002275	0.002087	0.005124	0.005768	0.005768
174	259.55	4049.85	0.002192	0.002581	0.005528	0.005803	0.005803
175	175.49	4024.47	0.002094	0.002892	0.00599	0.005905	0.00599
176	259.55	4900.29	0.002153	0.002598	0.005662	0.005852	0.005852
177	266.76	3969.65	0.00183	0.001745	0.005133	0.005082	0.005133
178	252.44	4231.8	0.002012	0.002008	0.005885	0.005317	0.005885
179	188.9	4069.1	0.002317	0.002335	0.006442	0.005959	0.006442
180	162.8	4087.63	0.002332	0.002254	0.005213	0.004983	0.005213
181	153.14	4550.94	0.001966	0.001728	0.005016	0.004771	0.005016
182	254.84	4085	0.001872	0.001973	0.004671	0.005041	0.005041
183	164.01	4854.52	0.001843	0.002008	0.004585	0.004725	0.004725
184	270.92	4991.5	0.001799	0.001818	0.004742	0.0053	0.0053
185	206.16	4919.96	0.001718	0.001705	0.004337	0.004716	0.004716
186	250.08	4717.39	0.002425	0.002074	0.005168	0.005487	0.005487

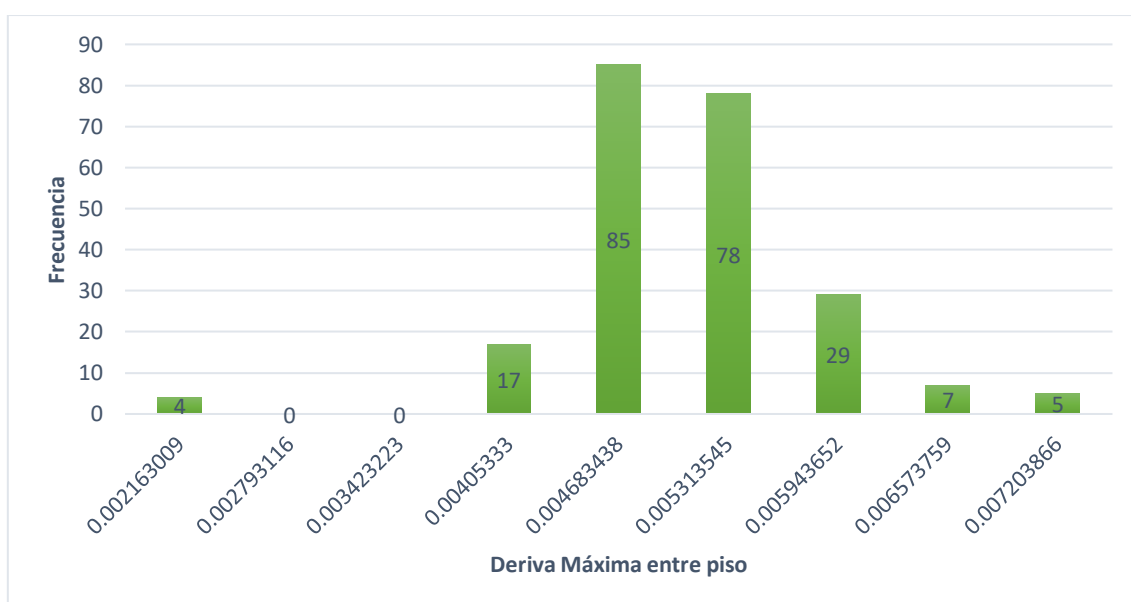
BLOQUE II							
Sim.	f' c (kg/cm2)	fy (kg/cm2)	Derivas máximas en ambas direcciones				Deriva máxima
			En dirección X		En dirección Y		
			Derecha	Izquierda	Derecha	Izquierda	
187	162.99	3941.35	0.002463	0.002554	0.005566	0.005179	0.005566
188	220.54	4868.85	0.0018	0.001864	0.004426	0.004282	0.004426
189	246.32	4679.45	0.002428	0.002017	0.005269	0.005203	0.005269
190	171.3	4997.71	0.001888	0.001842	0.004264	0.004453	0.004453
191	172.65	4806.27	0.001955	0.001728	0.00509	0.004577	0.00509
192	251.43	4865.72	0.001715	0.001881	0.004636	0.004467	0.004636
193	241.58	3949.27	0.002299	0.00235	0.005618	0.005365	0.005618
194	258.23	4107.02	0.002182	0.002365	0.002363	0.004865	0.004865
195	166.65	4153.1	0.001821	0.001813	0.004893	0.003549	0.004893
196	204.65	4255.08	0.001878	0.002046	0.005121	0.005323	0.005323
197	222.32	4199.27	0.002088	0.001882	0.001932	0.001949	0.002088
198	252.93	4193.01	0.001974	0.001937	0.005111	0.00557	0.00557
199	196.07	4457.75	0.002268	0.002022	0.004939	0.000384	0.004939
200	266.81	4660.89	0.001831	0.00203	0.005028	0.005087	0.005087
201	202.84	4032.13	0.001958	0.001899	0.00557	0.006177	0.006177
202	221.11	4752.7	0.002562	0.002614	0.006903	0.006205	0.006903
203	211.18	4103.81	0.001678	0.001709	0.005314	0.004987	0.005314
204	270.88	3919.94	0.002019	0.001989	0.00503	0.005688	0.005688
205	185.35	4142.05	0.007429	0.005899	0.004952	0.006069	0.007429
206	211.53	3962.57	0.002487	0.002565	0.006499	0.006897	0.006897
207	254.11	4939.23	0.005076	0.005532	0.005356	0.005744	0.005744
208	211.9	4385.72	0.002182	0.002406	0.005705	0.005825	0.005825
209	241.1	4434.21	0.001862	0.001972	0.005063	0.005464	0.005464
210	162.8	4492.4	0.001747	0.001842	0.004988	0.005288	0.005288
211	258	4077.02	0.001782	0.001872	0.004892	0.005284	0.005284
212	255.29	4180.67	0.002134	0.002454	0.005434	0.005718	0.005718
213	195.18	4910.02	0.00164	0.001898	0.005507	0.005147	0.005507
214	268.12	4091.98	0.00164	0.001714	0.005118	0.005274	0.005274
215	201.67	4577.96	0.00197	0.002099	0.005231	0.005189	0.005231
216	263.14	4540.63	0.001726	0.001924	0.004821	0.004954	0.004954
217	267.4	3914.69	0.001997	0.002248	0.005658	0.005519	0.005658
218	269.62	4685.76	0.001801	0.002562	0.004742	0.004834	0.004834
219	250.83	3963.44	0.001979	0.001852	0.005015	0.005711	0.005711
220	236.22	4084.11	0.001756	0.001826	0.004845	0.004681	0.004845
221	201.67	4667.65	0.002267	0.00212	0.005137	0.00584	0.00584
222	169.16	4958.6	0.002111	0.001848	0.005268	0.00548	0.00548
223	269.62	4905.05	0.002357	0.002162	0.005309	0.005976	0.005976
224	238.92	4959.3	0.002271	0.002674	0.005728	0.006012	0.006012
225	195.15	4108.42	0.00217	0.002997	0.006206	0.006118	0.006206

A fin de analizar la evolución de las máximas derivas entre pisos, realizamos un gráfico de frecuencias. Calculamos la deriva máxima promedio para diagnosticar el estado actual del Bloque II.

Tabla 26. Tabla de frecuencias derivas máximas - Bloque II

Intervalo		Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. relativa acumulada
Límite inferior	Límite superior					
0.0018480	0.0024781	0.0021630	4	4	0.0177778	0.0177778
0.0024781	0.0031082	0.0027931	0	4	0.0000000	0.0177778
0.0031082	0.0037383	0.0034232	0	4	0.0000000	0.0177778
0.0037383	0.0043684	0.0040533	17	21	0.0755556	0.0933333
0.0043684	0.0049985	0.0046834	85	106	0.3777778	0.4711111
0.0049985	0.0056286	0.0053135	78	184	0.3466667	0.8177778
0.0056286	0.0062587	0.0059437	29	213	0.1288889	0.9466667
0.0062587	0.0068888	0.0065738	7	220	0.0311111	0.9777778
0.0068888	0.0075189	0.0072039	5	225	0.0222222	1.0000000
Total			225		1	

Figura 20. Gráfico de derivas máximas – Bloque II



De manera similar, utilizando los datos de las derivas, calcularemos los desplazamientos espectrales mediante la fórmula proporcionada por HAZUS. Posteriormente, generaremos gráficos que representen las curvas de vulnerabilidad para los estados de daño leve, moderado, extensivo y completo.

Tabla 27. Desplazamientos espectrales para el Bloque II

BLOQUE II					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
1	0.00528	0.75	142.913	0.544	1.38
2	0.0059	0.75	142.913	0.633	1.61
3	0.00454	0.75	142.913	0.439	1.11
4	0.00486	0.75	142.913	0.484	1.23
5	0.00635	0.75	142.913	0.697	1.77
6	0.00589	0.75	142.913	0.632	1.61

BLOQUE II					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
7	0.00491	0.75	142.913	0.491	1.25
8	0.00498	0.75	142.913	0.501	1.27
9	0.00467	0.75	142.913	0.457	1.16
10	0.00452	0.75	142.913	0.436	1.11
11	0.00451	0.75	142.913	0.435	1.11
12	0.00488	0.75	142.913	0.488	1.24
13	0.0047	0.75	142.913	0.462	1.17
14	0.00451	0.75	142.913	0.434	1.1
15	0.00447	0.75	142.913	0.429	1.09
16	0.00423	0.75	142.913	0.395	1
17	0.00483	0.75	142.913	0.481	1.22
18	0.00413	0.75	142.913	0.38	0.97
19	0.00488	0.75	142.913	0.487	1.24
20	0.00414	0.75	142.913	0.382	0.97
21	0.00499	0.75	142.913	0.503	1.28
22	0.00468	0.75	142.913	0.459	1.17
23	0.0051	0.75	142.913	0.52	1.32
24	0.00514	0.75	142.913	0.524	1.33
25	0.0053	0.75	142.913	0.548	1.39
26	0.00518	0.75	142.913	0.53	1.35
27	0.00454	0.75	142.913	0.439	1.12
28	0.00521	0.75	142.913	0.534	1.36
29	0.0057	0.75	142.913	0.605	1.54
30	0.00461	0.75	142.913	0.449	1.14
31	0.00444	0.75	142.913	0.424	1.08
32	0.00446	0.75	142.913	0.428	1.09
33	0.00418	0.75	142.913	0.388	0.98
34	0.00469	0.75	142.913	0.46	1.17
35	0.00417	0.75	142.913	0.386	0.98
36	0.00486	0.75	142.913	0.484	1.23
37	0.00493	0.75	142.913	0.494	1.25
38	0.00392	0.75	142.913	0.35	0.89
39	0.00466	0.75	142.913	0.456	1.16
40	0.00394	0.75	142.913	0.353	0.9
41	0.0045	0.75	142.913	0.434	1.1
42	0.0041	0.75	142.913	0.376	0.96
43	0.00497	0.75	142.913	0.501	1.27
44	0.00431	0.75	142.913	0.405	1.03
45	0.00433	0.75	142.913	0.409	1.04
46	0.00471	0.75	142.913	0.463	1.18
47	0.00185	0.75	142.913	0.054	0.14
48	0.00493	0.75	142.913	0.495	1.26
49	0.00437	0.75	142.913	0.415	1.05
50	0.0045	0.75	142.913	0.433	1.1
51	0.00555	0.75	142.913	0.584	1.48
52	0.00621	0.75	142.913	0.677	1.72
53	0.00478	0.75	142.913	0.473	1.2
54	0.00511	0.75	142.913	0.521	1.32
55	0.00668	0.75	142.913	0.745	1.89
56	0.0062	0.75	142.913	0.676	1.72
57	0.00517	0.75	142.913	0.528	1.34
58	0.00524	0.75	142.913	0.539	1.37
59	0.00491	0.75	142.913	0.492	1.25
60	0.00475	0.75	142.913	0.47	1.19
61	0.00475	0.75	142.913	0.469	1.19
62	0.00514	0.75	142.913	0.525	1.33
63	0.00495	0.75	142.913	0.498	1.26
64	0.00474	0.75	142.913	0.468	1.19
65	0.0047	0.75	142.913	0.462	1.17
66	0.00445	0.75	142.913	0.427	1.08
67	0.00509	0.75	142.913	0.517	1.31

BLOQUE II					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
68	0.00435	0.75	142.913	0.411	1.04
69	0.00514	0.75	142.913	0.524	1.33
70	0.00436	0.75	142.913	0.413	1.05
71	0.00525	0.75	142.913	0.54	1.37
72	0.00493	0.75	142.913	0.494	1.26
73	0.00537	0.75	142.913	0.558	1.42
74	0.00541	0.75	142.913	0.563	1.43
75	0.00558	0.75	142.913	0.587	1.49
76	0.00545	0.75	142.913	0.569	1.45
77	0.00478	0.75	142.913	0.473	1.2
78	0.00548	0.75	142.913	0.574	1.46
79	0.006	0.75	142.913	0.648	1.65
80	0.00486	0.75	142.913	0.484	1.23
81	0.00467	0.75	142.913	0.458	1.16
82	0.0047	0.75	142.913	0.461	1.17
83	0.0044	0.75	142.913	0.419	1.06
84	0.00494	0.75	142.913	0.496	1.26
85	0.00439	0.75	142.913	0.418	1.06
86	0.00511	0.75	142.913	0.521	1.32
87	0.00519	0.75	142.913	0.531	1.35
88	0.00412	0.75	142.913	0.379	0.96
89	0.00491	0.75	142.913	0.492	1.25
90	0.00415	0.75	142.913	0.383	0.97
91	0.00474	0.75	142.913	0.468	1.19
92	0.00432	0.75	142.913	0.407	1.03
93	0.00523	0.75	142.913	0.538	1.37
94	0.00453	0.75	142.913	0.438	1.11
95	0.00456	0.75	142.913	0.441	1.12
96	0.00496	0.75	142.913	0.499	1.27
97	0.00195	0.75	142.913	0.068	0.17
98	0.00519	0.75	142.913	0.532	1.35
99	0.0046	0.75	142.913	0.448	1.14
100	0.00474	0.75	142.913	0.467	1.19
101	0.00575	0.75	142.913	0.612	1.56
102	0.00643	0.75	142.913	0.709	1.8
103	0.00495	0.75	142.913	0.497	1.26
104	0.0053	0.75	142.913	0.547	1.39
105	0.00692	0.75	142.913	0.779	1.98
106	0.00643	0.75	142.913	0.708	1.8
107	0.00535	0.75	142.913	0.555	1.41
108	0.00543	0.75	142.913	0.566	1.44
109	0.00509	0.75	142.913	0.517	1.31
110	0.00493	0.75	142.913	0.494	1.25
111	0.00492	0.75	142.913	0.494	1.25
112	0.00533	0.75	142.913	0.551	1.4
113	0.00513	0.75	142.913	0.523	1.33
114	0.00491	0.75	142.913	0.492	1.25
115	0.00487	0.75	142.913	0.487	1.24
116	0.00461	0.75	142.913	0.45	1.14
117	0.00527	0.75	142.913	0.543	1.38
118	0.0045	0.75	142.913	0.434	1.1
119	0.00532	0.75	142.913	0.55	1.4
120	0.00451	0.75	142.913	0.435	1.11
121	0.00544	0.75	142.913	0.568	1.44
122	0.0051	0.75	142.913	0.52	1.32
123	0.00557	0.75	142.913	0.586	1.49
124	0.0056	0.75	142.913	0.59	1.5
125	0.00578	0.75	142.913	0.616	1.57
126	0.00565	0.75	142.913	0.597	1.52
127	0.00495	0.75	142.913	0.498	1.27
128	0.00568	0.75	142.913	0.602	1.53

BLOQUE II					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
129	0.00622	0.75	142.913	0.679	1.72
130	0.00503	0.75	142.913	0.509	1.29
131	0.00484	0.75	142.913	0.482	1.22
132	0.00487	0.75	142.913	0.485	1.23
133	0.00456	0.75	142.913	0.442	1.12
134	0.00512	0.75	142.913	0.521	1.32
135	0.00455	0.75	142.913	0.441	1.12
136	0.0053	0.75	142.913	0.547	1.39
137	0.00537	0.75	142.913	0.558	1.42
138	0.00427	0.75	142.913	0.401	1.02
139	0.00509	0.75	142.913	0.517	1.31
140	0.0043	0.75	142.913	0.404	1.03
141	0.00491	0.75	142.913	0.492	1.25
142	0.00448	0.75	142.913	0.43	1.09
143	0.00542	0.75	142.913	0.565	1.43
144	0.0047	0.75	142.913	0.461	1.17
145	0.00472	0.75	142.913	0.465	1.18
146	0.00514	0.75	142.913	0.524	1.33
147	0.00202	0.75	142.913	0.078	0.2
148	0.00538	0.75	142.913	0.558	1.42
149	0.00477	0.75	142.913	0.471	1.2
150	0.00491	0.75	142.913	0.492	1.25
151	0.00596	0.75	142.913	0.642	1.63
152	0.00666	0.75	142.913	0.742	1.89
153	0.00513	0.75	142.913	0.523	1.33
154	0.00549	0.75	142.913	0.575	1.46
155	0.00717	0.75	142.913	0.815	2.07
156	0.00666	0.75	142.913	0.741	1.88
157	0.00554	0.75	142.913	0.582	1.48
158	0.00562	0.75	142.913	0.593	1.51
159	0.00527	0.75	142.913	0.544	1.38
160	0.0051	0.75	142.913	0.519	1.32
161	0.0051	0.75	142.913	0.519	1.32
162	0.00552	0.75	142.913	0.579	1.47
163	0.00532	0.75	142.913	0.55	1.4
164	0.00509	0.75	142.913	0.517	1.31
165	0.00505	0.75	142.913	0.512	1.3
166	0.00478	0.75	142.913	0.473	1.2
167	0.00546	0.75	142.913	0.571	1.45
168	0.00467	0.75	142.913	0.457	1.16
169	0.00551	0.75	142.913	0.578	1.47
170	0.00468	0.75	142.913	0.458	1.16
171	0.00564	0.75	142.913	0.596	1.51
172	0.00529	0.75	142.913	0.546	1.39
173	0.00577	0.75	142.913	0.614	1.56
174	0.0058	0.75	142.913	0.619	1.57
175	0.00599	0.75	142.913	0.646	1.64
176	0.00585	0.75	142.913	0.626	1.59
177	0.00513	0.75	142.913	0.524	1.33
178	0.00589	0.75	142.913	0.631	1.6
179	0.00644	0.75	142.913	0.711	1.81
180	0.00521	0.75	142.913	0.535	1.36
181	0.00502	0.75	142.913	0.507	1.29
182	0.00504	0.75	142.913	0.51	1.3
183	0.00472	0.75	142.913	0.465	1.18
184	0.0053	0.75	142.913	0.548	1.39
185	0.00472	0.75	142.913	0.464	1.18
186	0.00549	0.75	142.913	0.574	1.46
187	0.00557	0.75	142.913	0.585	1.49
188	0.00443	0.75	142.913	0.423	1.07
189	0.00527	0.75	142.913	0.543	1.38

BLOQUE II					
Sim.	Deriva máxima	Factor Modal	Altura de entrepiso (Pulg)	Desp. Espectral (Pulg)	Desp. Espectral (cm)
190	0.00445	0.75	142.913	0.426	1.08
191	0.00509	0.75	142.913	0.517	1.31
192	0.00464	0.75	142.913	0.453	1.15
193	0.00562	0.75	142.913	0.593	1.51
194	0.00487	0.75	142.913	0.485	1.23
195	0.00489	0.75	142.913	0.489	1.24
196	0.00532	0.75	142.913	0.551	1.4
197	0.00209	0.75	142.913	0.088	0.22
198	0.00557	0.75	142.913	0.586	1.49
199	0.00494	0.75	142.913	0.496	1.26
200	0.00509	0.75	142.913	0.517	1.31
201	0.00618	0.75	142.913	0.673	1.71
202	0.0069	0.75	142.913	0.777	1.97
203	0.00531	0.75	142.913	0.549	1.4
204	0.00569	0.75	142.913	0.603	1.53
205	0.00743	0.75	142.913	0.852	2.16
206	0.0069	0.75	142.913	0.776	1.97
207	0.00574	0.75	142.913	0.611	1.55
208	0.00582	0.75	142.913	0.622	1.58
209	0.00546	0.75	142.913	0.571	1.45
210	0.00529	0.75	142.913	0.546	1.39
211	0.00528	0.75	142.913	0.545	1.38
212	0.00572	0.75	142.913	0.607	1.54
213	0.00551	0.75	142.913	0.577	1.47
214	0.00527	0.75	142.913	0.544	1.38
215	0.00523	0.75	142.913	0.538	1.37
216	0.00495	0.75	142.913	0.498	1.26
217	0.00566	0.75	142.913	0.599	1.52
218	0.00483	0.75	142.913	0.481	1.22
219	0.00571	0.75	142.913	0.606	1.54
220	0.00485	0.75	142.913	0.482	1.23
221	0.00584	0.75	142.913	0.625	1.59
222	0.00548	0.75	142.913	0.573	1.46
223	0.00598	0.75	142.913	0.644	1.64
224	0.00601	0.75	142.913	0.649	1.65
225	0.00621	0.75	142.913	0.677	1.72

Los valores obtenidos para la generación de curvas de fragilidad se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 28. Valores de probabilidad para curvas de fragilidad- Bloque II

BLOQUE II									
N°	Desp. Espectral (pulg)	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
1	0.0541	-4.74633	1.04E-06	-5.53211	1.58E-08	-6.94697	1.87E-12	-6.5251	3.40E-11
2	0.068	-4.41964	4.94E-06	-5.20542	9.68E-08	-6.62028	1.79E-11	-6.26815	1.83E-10
3	0.07802	-4.22321	1.20E-05	-5.00899	2.74E-07	-6.42385	6.64E-11	-6.11366	4.87E-10
4	0.08841	-4.0447	2.62E-05	-4.83048	6.81E-07	-6.24534	2.11E-10	-5.97326	1.16E-09
5	0.34985	-2.07959	1.88E-02	-2.86537	2.08E-03	-4.28023	9.34E-06	-4.42766	4.76E-06
6	0.35324	-2.06581	1.94E-02	-2.85159	2.18E-03	-4.26644	9.93E-06	-4.41682	5.01E-06
7	0.37642	-1.97503	2.41E-02	-2.76081	2.88E-03	-4.17566	1.49E-05	-4.34542	6.95E-06
8	0.37932	-1.96407	2.48E-02	-2.74985	2.98E-03	-4.16471	1.56E-05	-4.3368	7.23E-06
9	0.38015	-1.96094	2.49E-02	-2.74672	3.01E-03	-4.16157	1.58E-05	-4.33434	7.31E-06
10	0.38151	-1.95585	2.52E-02	-2.74163	3.06E-03	-4.15648	1.62E-05	-4.33034	7.44E-06
11	0.38289	-1.95069	2.55E-02	-2.73647	3.11E-03	-4.15132	1.65E-05	-4.32628	7.58E-06
12	0.38648	-1.93734	2.64E-02	-2.72312	3.23E-03	-4.13798	1.75E-05	-4.31578	7.95E-06
13	0.38761	-1.93317	2.66E-02	-2.71895	3.27E-03	-4.1338	1.78E-05	-4.3125	8.07E-06
14	0.39473	-1.90716	2.83E-02	-2.69294	3.54E-03	-4.10779	2.00E-05	-4.29204	8.85E-06

BLOQUE II									
N°	Desp. Espectral (pulg)	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
15	0.40056	-1.88621	2.96E-02	-2.67199	3.77E-03	-4.08685	2.19E-05	-4.27557	9.53E-06
16	0.40426	-1.87308	3.05E-02	-2.65886	3.92E-03	-4.07371	2.31E-05	-4.26524	9.98E-06
17	0.40536	-1.8692	3.08E-02	-2.65498	3.97E-03	-4.06984	2.35E-05	-4.26219	1.01E-05
18	0.40728	-1.86245	3.13E-02	-2.64823	4.05E-03	-4.06308	2.42E-05	-4.25688	1.04E-05
19	0.40887	-1.85691	3.17E-02	-2.64269	4.11E-03	-4.05754	2.48E-05	-4.25252	1.06E-05
20	0.41121	-1.84874	3.22E-02	-2.63452	4.21E-03	-4.04937	2.57E-05	-4.24609	1.09E-05
21	0.41264	-1.84379	3.26E-02	-2.62957	4.27E-03	-4.04442	2.62E-05	-4.2422	1.11E-05
22	0.41474	-1.83651	3.31E-02	-2.62229	4.37E-03	-4.03715	2.71E-05	-4.23648	1.14E-05
23	0.41787	-1.82577	3.39E-02	-2.61155	4.51E-03	-4.02641	2.83E-05	-4.22803	1.18E-05
24	0.41906	-1.82171	3.42E-02	-2.60749	4.56E-03	-4.02234	2.88E-05	-4.22483	1.20E-05
25	0.42258	-1.80978	3.52E-02	-2.59556	4.72E-03	-4.01042	3.03E-05	-4.21545	1.25E-05
26	0.42447	-1.80341	3.57E-02	-2.58919	4.81E-03	-4.00404	3.11E-05	-4.21044	1.27E-05
27	0.42641	-1.79688	3.62E-02	-2.58266	4.90E-03	-3.99752	3.20E-05	-4.20531	1.30E-05
28	0.42656	-1.79638	3.62E-02	-2.58216	4.91E-03	-3.99701	3.21E-05	-4.20491	1.31E-05
29	0.42763	-1.79279	3.65E-02	-2.57857	4.96E-03	-3.99343	3.26E-05	-4.20209	1.32E-05
30	0.42865	-1.7894	3.68E-02	-2.57518	5.01E-03	-3.99003	3.30E-05	-4.19942	1.34E-05
31	0.42954	-1.78644	3.70E-02	-2.57222	5.05E-03	-3.98708	3.34E-05	-4.1971	1.35E-05
32	0.4334	-1.77366	3.81E-02	-2.55944	5.24E-03	-3.9743	3.53E-05	-4.18704	1.41E-05
33	0.43361	-1.77297	3.81E-02	-2.55875	5.25E-03	-3.97361	3.54E-05	-4.1865	1.42E-05
34	0.43374	-1.77254	3.82E-02	-2.55832	5.26E-03	-3.97318	3.55E-05	-4.18617	1.42E-05
35	0.43385	-1.77217	3.82E-02	-2.55795	5.26E-03	-3.97281	3.55E-05	-4.18587	1.42E-05
36	0.43509	-1.76811	3.85E-02	-2.55389	5.33E-03	-3.96874	3.61E-05	-4.18268	1.44E-05
37	0.43509	-1.76808	3.85E-02	-2.55386	5.33E-03	-3.96872	3.61E-05	-4.18266	1.44E-05
38	0.43555	-1.7666	3.86E-02	-2.55238	5.35E-03	-3.96723	3.64E-05	-4.18149	1.45E-05
39	0.43775	-1.75939	3.93E-02	-2.54518	5.46E-03	-3.96003	3.75E-05	-4.17582	1.48E-05
40	0.43871	-1.75625	3.95E-02	-2.54203	5.51E-03	-3.95689	3.80E-05	-4.17335	1.50E-05
41	0.43928	-1.75441	3.97E-02	-2.54019	5.54E-03	-3.95505	3.83E-05	-4.17191	1.51E-05
42	0.44051	-1.7504	4.00E-02	-2.53618	5.60E-03	-3.95104	3.89E-05	-4.16875	1.53E-05
43	0.44144	-1.74741	4.03E-02	-2.53319	5.65E-03	-3.94804	3.94E-05	-4.16639	1.55E-05
44	0.44175	-1.74641	4.04E-02	-2.53219	5.67E-03	-3.94705	3.96E-05	-4.16561	1.55E-05
45	0.44763	-1.72752	4.20E-02	-2.5133	5.98E-03	-3.92815	4.28E-05	-4.15075	1.66E-05
46	0.44934	-1.72206	4.25E-02	-2.50784	6.07E-03	-3.9227	4.38E-05	-4.14646	1.69E-05
47	0.44951	-1.72151	4.26E-02	-2.50729	6.08E-03	-3.92214	4.39E-05	-4.14603	1.69E-05
48	0.4526	-1.71174	4.35E-02	-2.49752	6.25E-03	-3.91238	4.57E-05	-4.13834	1.75E-05
49	0.45646	-1.69959	4.46E-02	-2.48537	6.47E-03	-3.90023	4.81E-05	-4.12879	1.82E-05
50	0.45681	-1.6985	4.47E-02	-2.48428	6.49E-03	-3.89913	4.83E-05	-4.12793	1.83E-05
51	0.45703	-1.69783	4.48E-02	-2.48361	6.50E-03	-3.89846	4.84E-05	-4.1274	1.83E-05
52	0.45786	-1.69522	4.50E-02	-2.481	6.55E-03	-3.89586	4.89E-05	-4.12535	1.85E-05
53	0.45835	-1.69371	4.52E-02	-2.47949	6.58E-03	-3.89435	4.92E-05	-4.12416	1.86E-05
54	0.45895	-1.69183	4.53E-02	-2.47761	6.61E-03	-3.89247	4.96E-05	-4.12268	1.87E-05
55	0.46042	-1.68726	4.58E-02	-2.47304	6.70E-03	-3.8879	5.06E-05	-4.11909	1.90E-05
56	0.4611	-1.68514	4.60E-02	-2.47092	6.74E-03	-3.88578	5.10E-05	-4.11742	1.92E-05
57	0.46119	-1.68486	4.60E-02	-2.47064	6.74E-03	-3.8855	5.11E-05	-4.1172	1.92E-05
58	0.46226	-1.68155	4.63E-02	-2.46733	6.81E-03	-3.88219	5.18E-05	-4.1146	1.94E-05
59	0.46234	-1.68131	4.64E-02	-2.46709	6.81E-03	-3.88195	5.18E-05	-4.11441	1.94E-05
60	0.46325	-1.67852	4.66E-02	-2.4643	6.86E-03	-3.87916	5.24E-05	-4.11221	1.96E-05
61	0.46397	-1.6763	4.68E-02	-2.46208	6.91E-03	-3.87693	5.29E-05	-4.11047	1.97E-05
62	0.46492	-1.67335	4.71E-02	-2.45913	6.96E-03	-3.87399	5.35E-05	-4.10815	1.99E-05
63	0.46524	-1.67237	4.72E-02	-2.45815	6.98E-03	-3.87301	5.38E-05	-4.10738	2.00E-05
64	0.46726	-1.66619	4.78E-02	-2.45197	7.10E-03	-3.86682	5.51E-05	-4.10251	2.04E-05
65	0.46762	-1.6651	4.79E-02	-2.45088	7.13E-03	-3.86573	5.54E-05	-4.10166	2.05E-05
66	0.46774	-1.66473	4.80E-02	-2.45051	7.13E-03	-3.86537	5.55E-05	-4.10137	2.05E-05
67	0.46905	-1.66074	4.84E-02	-2.44652	7.21E-03	-3.86138	5.64E-05	-4.09823	2.08E-05
68	0.46952	-1.65929	4.85E-02	-2.44507	7.24E-03	-3.85993	5.67E-05	-4.09709	2.09E-05
69	0.47134	-1.65378	4.91E-02	-2.43956	7.35E-03	-3.85442	5.80E-05	-4.09276	2.13E-05
70	0.47285	-1.64919	4.96E-02	-2.43497	7.45E-03	-3.84982	5.91E-05	-4.08914	2.16E-05
71	0.47329	-1.64787	4.97E-02	-2.43365	7.47E-03	-3.84851	5.94E-05	-4.08811	2.17E-05
72	0.47345	-1.64739	4.97E-02	-2.43317	7.48E-03	-3.84803	5.95E-05	-4.08773	2.18E-05
73	0.48077	-1.62548	5.20E-02	-2.41126	7.95E-03	-3.82611	6.51E-05	-4.07049	2.35E-05
74	0.48085	-1.62522	5.21E-02	-2.411	7.95E-03	-3.82586	6.52E-05	-4.0703	2.35E-05
75	0.48194	-1.622	5.24E-02	-2.40778	8.02E-03	-3.82264	6.60E-05	-4.06776	2.37E-05
76	0.48244	-1.62051	5.26E-02	-2.40629	8.06E-03	-3.82115	6.64E-05	-4.06659	2.39E-05
77	0.48404	-1.61579	5.31E-02	-2.40157	8.16E-03	-3.81642	6.77E-05	-4.06287	2.42E-05

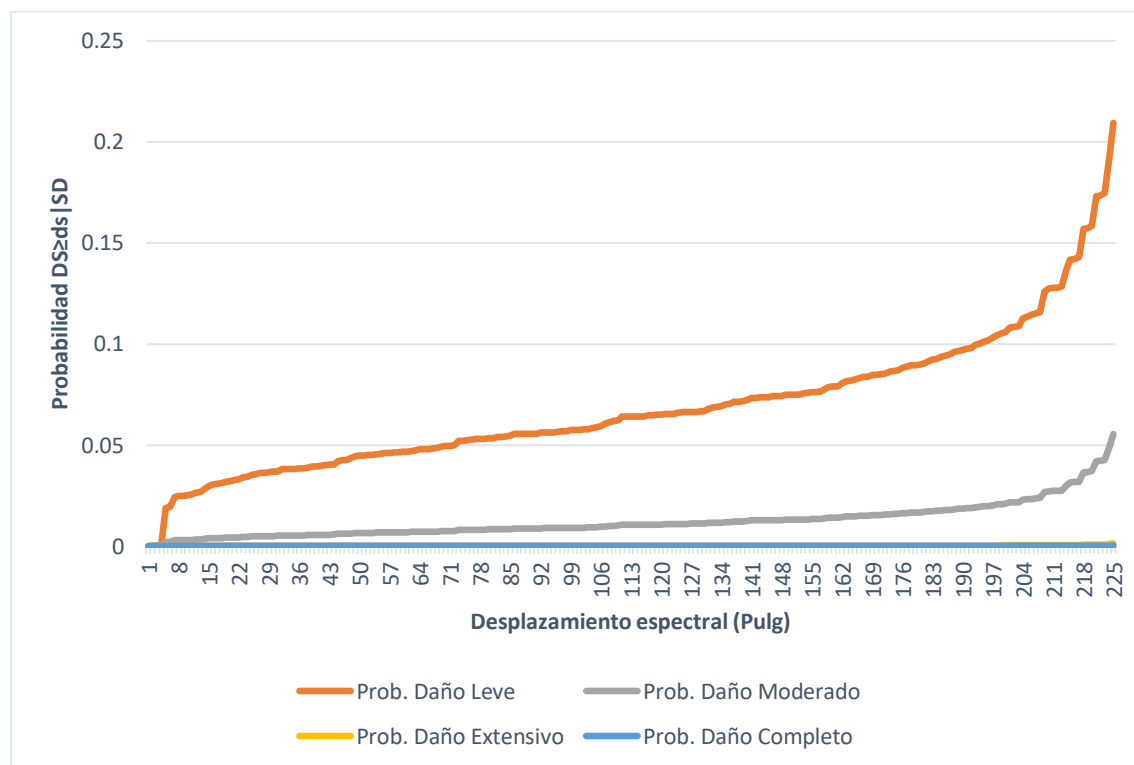
BLOQUE II									
N°	Desp. Espectral (pulg)	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
78	0.48405	-1.61577	5.31E-02	-2.40155	8.16E-03	-3.8164	6.77E-05	-4.06286	2.42E-05
79	0.48439	-1.61477	5.32E-02	-2.40055	8.19E-03	-3.8154	6.80E-05	-4.06207	2.43E-05
80	0.4853	-1.61208	5.35E-02	-2.39786	8.25E-03	-3.81271	6.87E-05	-4.05996	2.45E-05
81	0.48539	-1.61181	5.35E-02	-2.39759	8.25E-03	-3.81244	6.88E-05	-4.05974	2.46E-05
82	0.4865	-1.60854	5.39E-02	-2.39432	8.33E-03	-3.80918	6.97E-05	-4.05718	2.48E-05
83	0.48721	-1.60646	5.41E-02	-2.39224	8.37E-03	-3.80709	7.03E-05	-4.05553	2.50E-05
84	0.488	-1.60414	5.43E-02	-2.38992	8.43E-03	-3.80477	7.10E-05	-4.05371	2.52E-05
85	0.48926	-1.60047	5.47E-02	-2.38625	8.51E-03	-3.8011	7.20E-05	-4.05083	2.55E-05
86	0.49128	-1.59457	5.54E-02	-2.38035	8.65E-03	-3.79521	7.38E-05	-4.04619	2.60E-05
87	0.49154	-1.59383	5.55E-02	-2.37961	8.67E-03	-3.79446	7.40E-05	-4.0456	2.61E-05
88	0.49168	-1.59342	5.55E-02	-2.3792	8.68E-03	-3.79405	7.41E-05	-4.04528	2.61E-05
89	0.49205	-1.59234	5.57E-02	-2.37812	8.70E-03	-3.79298	7.44E-05	-4.04443	2.62E-05
90	0.49213	-1.5921	5.57E-02	-2.37788	8.71E-03	-3.79274	7.45E-05	-4.04424	2.62E-05
91	0.49217	-1.59198	5.57E-02	-2.37777	8.71E-03	-3.79262	7.45E-05	-4.04415	2.63E-05
92	0.49353	-1.58805	5.61E-02	-2.37383	8.80E-03	-3.78869	7.57E-05	-4.04106	2.66E-05
93	0.494	-1.5867	5.63E-02	-2.37248	8.83E-03	-3.78734	7.61E-05	-4.04	2.67E-05
94	0.49402	-1.58663	5.63E-02	-2.37241	8.84E-03	-3.78726	7.62E-05	-4.03994	2.67E-05
95	0.49416	-1.58624	5.63E-02	-2.37202	8.85E-03	-3.78687	7.63E-05	-4.03963	2.68E-05
96	0.49456	-1.58507	5.65E-02	-2.37085	8.87E-03	-3.78571	7.66E-05	-4.03871	2.69E-05
97	0.4957	-1.58177	5.69E-02	-2.36755	8.95E-03	-3.78241	7.77E-05	-4.03612	2.72E-05
98	0.4959	-1.5812	5.69E-02	-2.36698	8.97E-03	-3.78184	7.78E-05	-4.03567	2.72E-05
99	0.49748	-1.57668	5.74E-02	-2.36246	9.08E-03	-3.77731	7.93E-05	-4.03211	2.76E-05
100	0.49773	-1.57595	5.75E-02	-2.36174	9.09E-03	-3.77659	7.95E-05	-4.03154	2.77E-05
101	0.49793	-1.57538	5.76E-02	-2.36116	9.11E-03	-3.77602	7.97E-05	-4.03109	2.78E-05
102	0.49809	-1.57491	5.76E-02	-2.36069	9.12E-03	-3.77555	7.98E-05	-4.03072	2.78E-05
103	0.49868	-1.57322	5.78E-02	-2.35901	9.16E-03	-3.77386	8.04E-05	-4.0294	2.80E-05
104	0.50055	-1.56787	5.85E-02	-2.35365	9.30E-03	-3.7685	8.21E-05	-4.02518	2.85E-05
105	0.50112	-1.56625	5.86E-02	-2.35203	9.34E-03	-3.76689	8.26E-05	-4.02391	2.86E-05
106	0.50293	-1.56111	5.92E-02	-2.34689	9.47E-03	-3.76174	8.44E-05	-4.01987	2.91E-05
107	0.50689	-1.5499	6.06E-02	-2.33568	9.75E-03	-3.75054	8.82E-05	-4.01105	3.02E-05
108	0.50906	-1.54378	6.13E-02	-2.32956	9.91E-03	-3.74441	9.04E-05	-4.00624	3.08E-05
109	0.51046	-1.53986	6.18E-02	-2.32564	1.00E-02	-3.74049	9.18E-05	-4.00315	3.13E-05
110	0.51161	-1.53664	6.22E-02	-2.32242	1.01E-02	-3.73728	9.30E-05	-4.00063	3.16E-05
111	0.51683	-1.52214	6.40E-02	-2.30793	1.05E-02	-3.72278	9.85E-05	-3.98922	3.31E-05
112	0.51698	-1.52174	6.40E-02	-2.30752	1.05E-02	-3.72238	9.87E-05	-3.9889	3.32E-05
113	0.51713	-1.52134	6.41E-02	-2.30712	1.05E-02	-3.72197	9.88E-05	-3.98859	3.32E-05
114	0.51736	-1.52068	6.42E-02	-2.30646	1.05E-02	-3.72132	9.91E-05	-3.98807	3.33E-05
115	0.51745	-1.52044	6.42E-02	-2.30622	1.05E-02	-3.72108	9.92E-05	-3.98788	3.33E-05
116	0.51749	-1.52033	6.42E-02	-2.30611	1.06E-02	-3.72096	9.92E-05	-3.98779	3.33E-05
117	0.5189	-1.51646	6.47E-02	-2.30224	1.07E-02	-3.71709	1.01E-04	-3.98475	3.38E-05
118	0.51941	-1.51505	6.49E-02	-2.30083	1.07E-02	-3.71568	1.01E-04	-3.98364	3.39E-05
119	0.51955	-1.51467	6.49E-02	-2.30045	1.07E-02	-3.7153	1.01E-04	-3.98334	3.40E-05
120	0.51955	-1.51466	6.49E-02	-2.30044	1.07E-02	-3.7153	1.01E-04	-3.98334	3.40E-05
121	0.52058	-1.51183	6.53E-02	-2.29761	1.08E-02	-3.71247	1.03E-04	-3.98111	3.43E-05
122	0.52093	-1.51085	6.54E-02	-2.29664	1.08E-02	-3.71149	1.03E-04	-3.98034	3.44E-05
123	0.52115	-1.51027	6.55E-02	-2.29605	1.08E-02	-3.7109	1.03E-04	-3.97988	3.45E-05
124	0.52298	-1.50525	6.61E-02	-2.29103	1.10E-02	-3.70588	1.05E-04	-3.97593	3.51E-05
125	0.52324	-1.50453	6.62E-02	-2.29031	1.10E-02	-3.70517	1.06E-04	-3.97537	3.51E-05
126	0.52362	-1.5035	6.64E-02	-2.28928	1.10E-02	-3.70414	1.06E-04	-3.97456	3.53E-05
127	0.52391	-1.50272	6.65E-02	-2.2885	1.11E-02	-3.70336	1.06E-04	-3.97394	3.53E-05
128	0.52396	-1.50259	6.65E-02	-2.28837	1.11E-02	-3.70323	1.06E-04	-3.97384	3.54E-05
129	0.52423	-1.50184	6.66E-02	-2.28762	1.11E-02	-3.70248	1.07E-04	-3.97325	3.54E-05
130	0.52474	-1.50045	6.67E-02	-2.28623	1.11E-02	-3.70109	1.07E-04	-3.97216	3.56E-05
131	0.52819	-1.49108	6.80E-02	-2.27687	1.14E-02	-3.69172	1.11E-04	-3.96479	3.67E-05
132	0.53017	-1.48574	6.87E-02	-2.27152	1.16E-02	-3.68637	1.14E-04	-3.96059	3.74E-05
133	0.53105	-1.48338	6.90E-02	-2.26916	1.16E-02	-3.68402	1.15E-04	-3.95873	3.77E-05
134	0.53164	-1.48178	6.92E-02	-2.26756	1.17E-02	-3.68242	1.16E-04	-3.95748	3.79E-05
135	0.53436	-1.47451	7.02E-02	-2.26029	1.19E-02	-3.67514	1.19E-04	-3.95176	3.88E-05
136	0.53499	-1.47282	7.04E-02	-2.2586	1.20E-02	-3.67345	1.20E-04	-3.95042	3.90E-05
137	0.53763	-1.46578	7.14E-02	-2.25156	1.22E-02	-3.66642	1.23E-04	-3.94489	3.99E-05
138	0.53795	-1.46493	7.15E-02	-2.25071	1.22E-02	-3.66557	1.23E-04	-3.94422	4.00E-05
139	0.53855	-1.46335	7.17E-02	-2.24913	1.23E-02	-3.66399	1.24E-04	-3.94298	4.02E-05
140	0.54045	-1.45831	7.24E-02	-2.24409	1.24E-02	-3.65895	1.27E-04	-3.93902	4.09E-05

BLOQUE II									
N°	Desp. Espectral (pulg)	DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
141	0.54304	-1.45149	7.33E-02	-2.23727	1.26E-02	-3.65212	1.30E-04	-3.93365	4.18E-05
142	0.54334	-1.45069	7.34E-02	-2.23647	1.27E-02	-3.65133	1.30E-04	-3.93302	4.19E-05
143	0.54368	-1.44981	7.36E-02	-2.23559	1.27E-02	-3.65044	1.31E-04	-3.93233	4.21E-05
144	0.54372	-1.4497	7.36E-02	-2.23548	1.27E-02	-3.65033	1.31E-04	-3.93224	4.21E-05
145	0.54408	-1.44875	7.37E-02	-2.23453	1.27E-02	-3.64938	1.31E-04	-3.9315	4.22E-05
146	0.54518	-1.44588	7.41E-02	-2.23166	1.28E-02	-3.64651	1.33E-04	-3.92924	4.26E-05
147	0.5457	-1.44449	7.43E-02	-2.23027	1.29E-02	-3.64513	1.34E-04	-3.92815	4.28E-05
148	0.54585	-1.44411	7.44E-02	-2.22989	1.29E-02	-3.64475	1.34E-04	-3.92785	4.29E-05
149	0.54692	-1.44132	7.47E-02	-2.2271	1.30E-02	-3.64195	1.35E-04	-3.92565	4.32E-05
150	0.54729	-1.44035	7.49E-02	-2.22613	1.30E-02	-3.64099	1.36E-04	-3.92489	4.34E-05
151	0.54751	-1.43977	7.50E-02	-2.22555	1.30E-02	-3.64041	1.36E-04	-3.92444	4.35E-05
152	0.54758	-1.43958	7.50E-02	-2.22536	1.30E-02	-3.64021	1.36E-04	-3.92428	4.35E-05
153	0.54941	-1.43482	7.57E-02	-2.2206	1.32E-02	-3.63546	1.39E-04	-3.92054	4.42E-05
154	0.54968	-1.43412	7.58E-02	-2.2199	1.32E-02	-3.63475	1.39E-04	-3.91999	4.43E-05
155	0.55037	-1.43233	7.60E-02	-2.21811	1.33E-02	-3.63297	1.40E-04	-3.91858	4.45E-05
156	0.5507	-1.43146	7.61E-02	-2.21724	1.33E-02	-3.6321	1.41E-04	-3.9179	4.47E-05
157	0.55123	-1.43009	7.63E-02	-2.21587	1.34E-02	-3.63073	1.41E-04	-3.91682	4.49E-05
158	0.55481	-1.42085	7.77E-02	-2.20664	1.37E-02	-3.62149	1.46E-04	-3.90956	4.62E-05
159	0.55777	-1.41326	7.88E-02	-2.19904	1.39E-02	-3.61389	1.51E-04	-3.90358	4.74E-05
160	0.55794	-1.4128	7.89E-02	-2.19858	1.40E-02	-3.61344	1.51E-04	-3.90322	4.75E-05
161	0.55838	-1.41168	7.90E-02	-2.19746	1.40E-02	-3.61231	1.52E-04	-3.90234	4.76E-05
162	0.56259	-1.40097	8.06E-02	-2.18675	1.44E-02	-3.6016	1.58E-04	-3.89391	4.93E-05
163	0.56492	-1.39506	8.15E-02	-2.18084	1.46E-02	-3.59569	1.62E-04	-3.88927	5.03E-05
164	0.56553	-1.3935	8.17E-02	-2.17928	1.47E-02	-3.59413	1.63E-04	-3.88804	5.05E-05
165	0.56751	-1.38852	8.25E-02	-2.1743	1.48E-02	-3.58916	1.66E-04	-3.88413	5.13E-05
166	0.56913	-1.38444	8.31E-02	-2.17022	1.50E-02	-3.58508	1.68E-04	-3.88092	5.20E-05
167	0.5705	-1.381	8.36E-02	-2.16678	1.51E-02	-3.58164	1.71E-04	-3.87821	5.26E-05
168	0.57085	-1.38013	8.38E-02	-2.16591	1.52E-02	-3.58077	1.71E-04	-3.87753	5.28E-05
169	0.5731	-1.37451	8.46E-02	-2.16029	1.54E-02	-3.57515	1.75E-04	-3.87311	5.37E-05
170	0.57353	-1.37343	8.48E-02	-2.15921	1.54E-02	-3.57407	1.76E-04	-3.87226	5.39E-05
171	0.57421	-1.37176	8.51E-02	-2.15754	1.55E-02	-3.57239	1.77E-04	-3.87094	5.42E-05
172	0.57459	-1.3708	8.52E-02	-2.15658	1.55E-02	-3.57144	1.78E-04	-3.87019	5.44E-05
173	0.57707	-1.36465	8.62E-02	-2.15043	1.58E-02	-3.56529	1.82E-04	-3.86535	5.55E-05
174	0.57778	-1.36289	8.65E-02	-2.14867	1.58E-02	-3.56352	1.83E-04	-3.86396	5.58E-05
175	0.57868	-1.36068	8.68E-02	-2.14646	1.59E-02	-3.56131	1.85E-04	-3.86223	5.62E-05
176	0.58238	-1.35156	8.83E-02	-2.13734	1.63E-02	-3.5522	1.91E-04	-3.85506	5.79E-05
177	0.58377	-1.34817	8.88E-02	-2.13395	1.64E-02	-3.5488	1.93E-04	-3.85239	5.85E-05
178	0.58545	-1.34406	8.95E-02	-2.12984	1.66E-02	-3.5447	1.97E-04	-3.84916	5.93E-05
179	0.58563	-1.34361	8.95E-02	-2.12939	1.66E-02	-3.54425	1.97E-04	-3.8488	5.93E-05
180	0.58609	-1.3425	8.97E-02	-2.12828	1.67E-02	-3.54314	1.98E-04	-3.84793	5.96E-05
181	0.58746	-1.33917	9.03E-02	-2.12495	1.68E-02	-3.5398	2.00E-04	-3.84531	6.02E-05
182	0.59044	-1.33193	9.14E-02	-2.11771	1.71E-02	-3.53257	2.06E-04	-3.83962	6.16E-05
183	0.59286	-1.32609	9.24E-02	-2.11187	1.73E-02	-3.52673	2.10E-04	-3.83503	6.28E-05
184	0.5935	-1.32456	9.27E-02	-2.11034	1.74E-02	-3.52519	2.12E-04	-3.83382	6.31E-05
185	0.59554	-1.31964	9.35E-02	-2.10543	1.76E-02	-3.52028	2.16E-04	-3.82995	6.41E-05
186	0.59722	-1.31562	9.42E-02	-2.1014	1.78E-02	-3.51625	2.19E-04	-3.82678	6.49E-05
187	0.59864	-1.31222	9.47E-02	-2.098	1.80E-02	-3.51286	2.22E-04	-3.82411	6.56E-05
188	0.60178	-1.30475	9.60E-02	-2.09053	1.83E-02	-3.50538	2.28E-04	-3.81823	6.72E-05
189	0.60288	-1.30215	9.64E-02	-2.08793	1.84E-02	-3.50278	2.30E-04	-3.81619	6.78E-05
190	0.60479	-1.29763	9.72E-02	-2.08341	1.86E-02	-3.49826	2.34E-04	-3.81263	6.87E-05
191	0.60619	-1.29433	9.78E-02	-2.08011	1.88E-02	-3.49497	2.37E-04	-3.81004	6.95E-05
192	0.60711	-1.29215	9.82E-02	-2.07793	1.89E-02	-3.49278	2.39E-04	-3.80833	7.00E-05
193	0.61095	-1.28315	9.97E-02	-2.06893	1.93E-02	-3.48378	2.47E-04	-3.80125	7.20E-05
194	0.61239	-1.27979	1.00E-01	-2.06557	1.94E-02	-3.48043	2.50E-04	-3.79861	7.28E-05
195	0.61432	-1.2753	1.01E-01	-2.06108	1.96E-02	-3.47593	2.55E-04	-3.79507	7.38E-05
196	0.61621	-1.2709	1.02E-01	-2.05669	1.99E-02	-3.47154	2.59E-04	-3.79162	7.48E-05
197	0.6193	-1.26376	1.03E-01	-2.04954	2.02E-02	-3.46439	2.66E-04	-3.786	7.65E-05
198	0.62247	-1.25647	1.04E-01	-2.04225	2.06E-02	-3.45711	2.73E-04	-3.78027	7.83E-05
199	0.62458	-1.25162	1.05E-01	-2.0374	2.08E-02	-3.45226	2.78E-04	-3.77645	7.95E-05
200	0.62633	-1.24764	1.06E-01	-2.03342	2.10E-02	-3.44828	2.82E-04	-3.77332	8.05E-05
201	0.63105	-1.2369	1.08E-01	-2.02268	2.16E-02	-3.43754	2.94E-04	-3.76487	8.33E-05
202	0.63204	-1.23467	1.08E-01	-2.02046	2.17E-02	-3.43531	2.96E-04	-3.76312	8.39E-05
203	0.63272	-1.23314	1.09E-01	-2.01892	2.17E-02	-3.43378	2.98E-04	-3.76192	8.43E-05

N°	Desp. Espectral (pulg)	BLOQUE II							
		DAÑO LEVE		DAÑO MODERADO		DAÑO EXTENSIVO		DAÑO COMPLETO	
		Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad	Ln/Beta	Probabilidad
204	0.64204	-1.21225	1.13E-01	-1.99803	2.29E-02	-3.41288	3.21E-04	-3.74548	9.00E-05
205	0.64404	-1.2078	1.14E-01	-1.99358	2.31E-02	-3.40844	3.27E-04	-3.74199	9.13E-05
206	0.646	-1.20346	1.14E-01	-1.98924	2.33E-02	-3.4041	3.32E-04	-3.73857	9.25E-05
207	0.64767	-1.19976	1.15E-01	-1.98554	2.35E-02	-3.4004	3.36E-04	-3.73566	9.36E-05
208	0.6492	-1.1964	1.16E-01	-1.98218	2.37E-02	-3.39703	3.41E-04	-3.73302	9.46E-05
209	0.67276	-1.14548	1.26E-01	-1.93126	2.67E-02	-3.34611	4.10E-04	-3.69297	1.11E-04
210	0.67635	-1.13786	1.28E-01	-1.92364	2.72E-02	-3.3385	4.21E-04	-3.68698	1.13E-04
211	0.67686	-1.13679	1.28E-01	-1.92257	2.73E-02	-3.33743	4.23E-04	-3.68614	1.14E-04
212	0.67707	-1.13635	1.28E-01	-1.92213	2.73E-02	-3.33699	4.23E-04	-3.68579	1.14E-04
213	0.6786	-1.13313	1.29E-01	-1.91891	2.75E-02	-3.33377	4.28E-04	-3.68326	1.15E-04
214	0.69693	-1.09505	1.37E-01	-1.88083	3.00E-02	-3.29568	4.91E-04	-3.6533	1.29E-04
215	0.70831	-1.07191	1.42E-01	-1.85769	3.16E-02	-3.27254	5.33E-04	-3.6351	1.39E-04
216	0.70905	-1.07042	1.42E-01	-1.8562	3.17E-02	-3.27105	5.36E-04	-3.63393	1.40E-04
217	0.71064	-1.06723	1.43E-01	-1.85301	3.19E-02	-3.26787	5.42E-04	-3.63142	1.41E-04
218	0.74142	-1.00664	1.57E-01	-1.79242	3.65E-02	-3.20728	6.70E-04	-3.58377	1.69E-04
219	0.74219	-1.00517	1.57E-01	-1.79095	3.67E-02	-3.2058	6.73E-04	-3.58261	1.70E-04
220	0.74466	-1.00041	1.59E-01	-1.78619	3.70E-02	-3.20105	6.85E-04	-3.57887	1.73E-04
221	0.77572	-0.94203	1.73E-01	-1.72781	4.20E-02	-3.14267	8.37E-04	-3.53295	2.05E-04
222	0.77652	-0.94057	1.73E-01	-1.72635	4.21E-02	-3.14121	8.41E-04	-3.5318	2.06E-04
223	0.77908	-0.93586	1.75E-01	-1.72164	4.26E-02	-3.13649	8.55E-04	-3.5281	2.09E-04
224	0.81475	-0.87192	1.92E-01	-1.6577	4.87E-02	-3.07256	1.06E-03	-3.47781	2.53E-04
225	0.85169	-0.80856	2.09E-01	-1.59435	5.54E-02	-3.0092	1.31E-03	-3.42798	3.04E-04

Las curvas de fragilidad para el Módulo B, se muestran gráficamente a continuación:

Figura 21. Curvas de fragilidad – Bloque II



5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.

5.2.1. Vulnerabilidad sísmica estructural.

a. BLOQUE I

Para este bloque I, habiendo hallado la deriva máxima promedio, procedemos al cálculo del desplazamiento espectral, mediante la siguiente formula.

$$\overline{S_{d,sds}} = \delta_{R,sds} \alpha_2 x h$$

Ecuación 12. Desplazamiento espectral – Bloque I

$$\overline{S_{d,sds}} = 0.004544 \times 0.75 \times 142.9134 = 0.48708$$

Con este valor ingresamos a la curva de fragilidad correspondiente obtenido un 2.5% de daño leves en la estructura, obteniendo un comportamiento adecuado ante un evento telúrico. Adicionalmente, comparamos las derivas máximas con las derivas permisibles de acuerdo a la norma E 0.30 – 2019.

Tabla 29. Derivas máximas – Bloque I

Nivel	Deriva	Deriva permisible	Conclusión
1	0.004693	0.007 (h)	Cumple
2	0.005244	0.007 (h)	Cumple

De la tabla anterior se observa que la edificación cumple con las solicitudes de deriva máxima calculada por nivel.

b. BLOQUE II

Para este bloque I, habiendo hallado la deriva máxima promedio, procedemos al cálculo del desplazamiento espectral, mediante la siguiente formula.

$$\overline{S_{d,sds}} = \delta_{R,sds} \alpha_2 x h$$

Ecuación 13. Desplazamiento espectral – Bloque II.

$$\overline{S_{d,sds}} = 0.004998 \times 0.75 \times 142.9134 = 0.562$$

Con este valor ingresamos a la curva de fragilidad correspondiente obtenido un 5.00% de daños leves en la estructura, obteniendo un comportamiento adecuado ante un evento

telúrico. Adicionalmente, comparamos las derivas máximas con las derivas permisibles de acuerdo a la norma E 0.30 – 2019.

Tabla 30. Derivas máximas – Bloque II

Nivel	Deriva	Deriva permisible	Conclusión
1	0.005276	0.007 (h)	Cumple
2	0.005897	0.007 (h)	Cumple

De la tabla anterior se observa que la edificación **cumple** con las solicitudes de deriva máxima calculada por nivel.

Así mismo, en la presente investigación se utilizó la evaluación del índice de seguridad hospitaliza, que contempla la seguridad estructural de la edificación, sintetizada en el siguiente gráfico.

Tabla 31. Seguridad estructural - ISH

Nivel de Seguridad Estructural	Porcentaje (%)
ALTO	19%
MEDIO	50%
BAJO	31%

La evaluación del centro de salud indica que el nivel de seguridad estructural se distribuye de la siguiente manera:

- **Alto (19%):** Indica que un porcentaje relativamente bajo del centro de salud se clasifica como estructuralmente seguro. Podría sugerir áreas de mejora o atención prioritaria en términos de la resistencia y estabilidad de la infraestructura.
- **Medio (50%):** La mitad del centro de salud se clasifica como estructuralmente seguro en un nivel intermedio. Aunque es una proporción considerable, aún puede haber margen para mejoras y fortalecimiento en algunas áreas específicas.

- **Bajo (31%):** Un porcentaje significativo del centro de salud se considera estructuralmente inseguro. Esto podría señalar áreas críticas que necesitan intervención urgente o mejoras sustanciales en la infraestructura para garantizar la seguridad.

En general, estos resultados sugieren una evaluación mixta de la seguridad estructural del centro de salud, destacando la importancia de abordar las áreas de riesgo y mejorar la resistencia del edificio para garantizar un entorno seguro para pacientes, personal y activos.

5.2.2. Vulnerabilidad sísmica no estructural.

La evaluación se realizó en base al formulario proporcionado en la “Guía para evaluación de hospitales”, presentado en el Anexo II, del presente trabajo de investigación, quedando como resultado el siguiente gráfico.

Tabla 32. Seguridad no estructural – ISH

Nivel de Seguridad No-Estructural	Porcentaje (%)
ALTO	7%
MEDIO	56%
BAJO	37%

La evaluación del centro de salud indica que el nivel de seguridad no estructural se distribuye de la siguiente manera:

- **Alto (7%):** Un porcentaje relativamente bajo del centro de salud se clasifica como alto en riesgo en términos de seguridad no estructural. Esto puede indicar que hay áreas específicas que requieren atención inmediata o mejoras sustanciales en términos de seguridad no relacionada con la estructura física, como procedimientos de emergencia, equipamiento, etc.
- **Medio (56%):** La mayoría del centro de salud se clasifica como nivel medio en seguridad no estructural. Aunque es un porcentaje mayoritario, aún puede haber oportunidades para mejorar y fortalecer aspectos no estructurales de la seguridad.

- **Bajo (37%):** Un porcentaje significativo del centro de salud se clasifica como bajo en seguridad no estructural. Sin embargo, aún puede haber áreas identificadas que necesitan mejoras para garantizar un entorno más seguro y preparado.

Estos resultados sugieren que, aunque la mayoría del centro de salud tiene un nivel medio en seguridad no estructural, aún hay áreas específicas que podrían beneficiarse de intervenciones para mejorar la seguridad en general. La atención a estas áreas puede contribuir a garantizar un entorno más seguro y eficiente.

5.2.3. Vulnerabilidad sísmica funcional.

De manera similar al análisis de la vulnerabilidad sísmica no estructural la evaluación se realizó en base al formulario proporcionado en la “Guía para evaluación de hospitales”, presentado en el Anexo II, del presente trabajo de investigación.

Tabla 33. Seguridad funcional – ISH

Nivel de Seguridad Funcional	Porcentaje (%)
ALTO	3%
MEDIO	28%
BAJO	69%

La evaluación del centro de salud indica que el nivel de seguridad funcional se distribuye de la siguiente manera:

- **Alto (3%):** Un porcentaje muy bajo del centro de salud se clasifica como alto en seguridad funcional. Esto podría indicar que hay áreas críticas que necesitan mejoras sustanciales en términos de funcionalidad y operatividad.
- **Medio (28%):** Aunque es un porcentaje menor, una parte del centro de salud se clasifica como nivel medio en seguridad funcional. Puede indicar áreas que funcionan adecuadamente pero aún pueden beneficiarse de algunas mejoras para elevar su nivel de seguridad operativa.

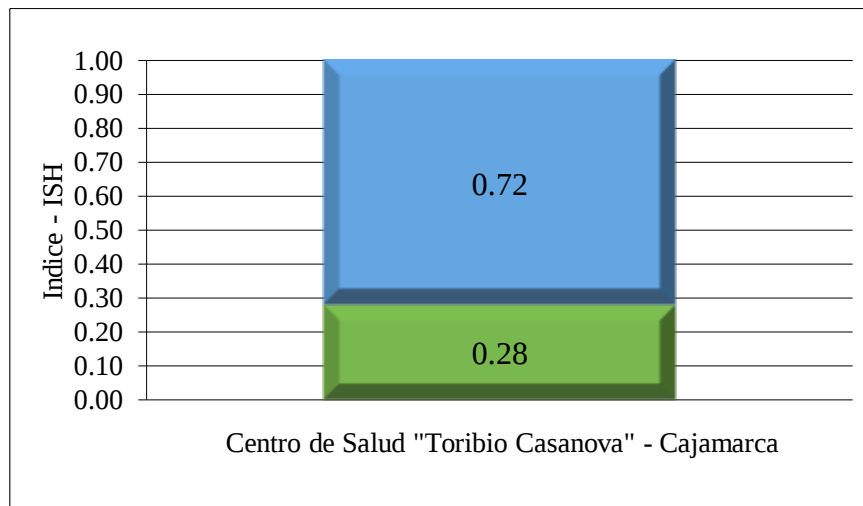
- **Bajo (69%):** La mayoría del centro de salud se clasifica como bajo en seguridad funcional. Esto sugiere que hay aspectos significativos relacionados con la funcionalidad que necesitan atención y mejoras para garantizar un funcionamiento más eficiente y seguro.

Estos resultados resaltan la importancia de abordar las áreas identificadas como bajo en seguridad funcional para mejorar la eficiencia operativa y garantizar que el centro de salud pueda funcionar de manera efectiva y segura.

5.2.4. Vulnerabilidad sísmica.

El índice de seguridad hospitalaria y el índice de vulnerabilidad son medidas que evalúan la capacidad de un centro de salud para enfrentar situaciones de emergencia o desastre. A continuación, se presenta una interpretación detallada de los valores encontrados en la presente investigación:

Figura 22. Índice de seguridad hospitalaria.



Índice de Seguridad Hospitalaria (0.28): Este índice indica la capacidad del hospital para mantener un entorno seguro y funcional durante eventos adversos. Un valor de 0.28 sugiere que el hospital tiene margen de mejora en términos de seguridad. Es posible que haya áreas específicas identificadas durante la evaluación que requieran atención y fortalecimiento para garantizar la seguridad de los pacientes, el personal y los activos del hospital.

Índice de Vulnerabilidad (0.72): Este índice mide la susceptibilidad del hospital a sufrir daños o impactos durante eventos adversos. Un índice de 0.72 indica que el hospital tiene un nivel de vulnerabilidad relativamente alto. Esto sugiere que hay áreas identificadas como más propensas a sufrir daños o que podrían necesitar mejoras para aumentar su resistencia frente a situaciones críticas.

En conjunto, estos resultados señalan la necesidad de acciones para mejorar tanto la seguridad hospitalaria como la vulnerabilidad. Puede ser crucial implementar medidas correctivas y protocolos de emergencia para fortalecer la capacidad del hospital para enfrentar y recuperarse de eventos adversos, asegurando la continuidad de los servicios de atención médica en condiciones desafiantes.

Concluyentemente, en a la metodología dada por (Candebat, et. al, 2020), se obtuvieron los siguientes resultados en base a los aspectos estudiados en la presente investigación.

Tabla 34. Incidencia de grupo de aspectos en el resultado final.

Grupo de aspectos	Incidencia (%)	Metodología 1 (%)	Metodología 2 (%)	Incidencia resultante (%)
Aspectos estructurales	55.00	5.00	72.00	21.18
Aspectos no estructurales	30.00		72.00	21.60
Aspectos estructurales	20.00		72.00	14.40
Total				57.18

El valor total de cada vulnerabilidad se normaliza para realizar el análisis tomando como valor máximo a 1. Por tanto, la mínima vulnerabilidad tendrá valor 0 y la máxima valor de 1. Mediante la siguiente ecuación se realiza el cálculo integral de la vulnerabilidad sísmica.

$$V_S = 0.55(V_{SE}) + 0.30(V_{SNE}) + 0.20(V_{SF})$$

Ecuación 14. Función de probabilidad.

Donde:

- $0.00 < V_S \leq 0.20$ Vulnerabilidad Baja
- $0.21 < V_S \leq 0.45$ Vulnerabilidad Medio
- $0.45 < V_S \leq 1.00$ Vulnerabilidad Alta

Como resultado final de evaluar el establecimiento de salud I-4, se encontró que la vulnerabilidad sísmica de dicho establecimiento es de 57.175%. Valor que está dentro del rango de vulnerabilidad alta. Esto indica que el establecimiento de salud tiene una **Vulnerabilidad sísmica alta** a sufrir daños o impactos negativos en caso de un terremoto. En consecuencia, es necesario tomar medidas para mejorar la resiliencia del edificio o implementar medidas de seguridad sísmica para reducir el riesgo de daños en caso de un evento sísmico.

5.3. Contrastación de la hipótesis.

5.3.1. Hipótesis de Investigación.

Hipótesis de investigación: El grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del establecimiento de Salud I - 4 Toribio Casanova es de medio a alto.

De la presente investigación se valida la hipótesis planteada al inicio de esta, debido a que la edificación presenta una vulnerabilidad sísmica alta en la edificación del centro de salud evaluado con base en el índice I-4. La confirmación de esta hipótesis subraya la importancia de abordar de manera inmediata y efectiva la resiliencia sísmica del edificio.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

1. Se determinó que las edificaciones del establecimiento de Salud I - 4 “Toribio Casanova” – Cajamarca, presentan una vulnerabilidad sísmica significativa, con niveles variables de vulnerabilidad sísmica estructural, no estructural y funcional. Si bien la estructura cumple con ciertos parámetros normativos, se identificaron aspectos que requieren mejoras para reducir riesgos y garantizar la seguridad del personal y los pacientes durante y después de un evento sísmico.
2. La evaluación del estado actual de las edificaciones del establecimiento de Salud I - 4 “Toribio Casanova” - Cajamarca revela que la infraestructura presenta áreas con distintos de vulnerabilidad sísmica. Un análisis detallado muestra que una parte significativa de la edificación no cumple con los estándares óptimos de seguridad, sugiriendo la necesidad de intervenciones para mejorar su resistencia y estabilidad.
3. La vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones se realizó mediante el análisis de desplazamientos espectrales y su comparación con los límites de deriva establecidos en la Norma Técnica E.030 – 2019 "Diseño Sismorresistente". Los resultados mostraron que las derivas máximas interpiso, tanto para el Bloque I como para el Bloque II, se mantienen por debajo de la deriva permisible de $\Delta_i / h_{ei} = 0,007$ (0,7% de la altura del entrepiso (distorsión máxima permitida)), cumpliendo con las exigencias normativas. En ambos bloques, los niveles analizados registraron derivas de entre 0.0047 y 0.0059, evidenciando un comportamiento estructural adecuado frente a sollicitaciones sísmicas. No obstante, considerando que se identificó un rango de vulnerabilidad de bajo a medio para daños leves, se recomienda implementar mejoras específicas para optimizar el desempeño sísmico futuro de la edificación.

4. La evaluación de la vulnerabilidad sísmica no estructural mostró que la mayoría del centro de salud se clasifica en un nivel medio de seguridad no estructural. Sin embargo, hay un porcentaje significativo que se clasifica como bajo, lo que indica la necesidad de mejoras en aspectos no estructurales como equipamiento y procedimientos de emergencia para garantizar un entorno más seguro y preparado ante eventos sísmicos.
5. El análisis de la vulnerabilidad sísmica funcional reveló que un alto porcentaje de la infraestructura se clasifica en un nivel bajo de seguridad funcional, lo que sugiere que muchos aspectos relacionados con la operatividad del centro de salud requieren atención urgente. Mejoras en la funcionalidad y operatividad de los sistemas y servicios son necesarias para asegurar que el centro pueda funcionar efectivamente durante y después de un evento sísmico.
6. A través de la generación de curvas de fragilidad (figura 19 y figura 21), se estimó que la estructura del establecimiento de Salud I - 4 “Toribio Casanova” presentará entre un 2.5% y un 5% de daños leves ante eventos sísmicos. Estos valores indican que, aunque la estructura puede considerarse relativamente segura, hay potencial para daños que podrían afectar su funcionalidad, destacando la necesidad de medidas preventivas adicionales.

6.2. RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones, se recomienda la ampliación del análisis de riesgo sísmico, realizar estudios complementarios que incluyan la determinación del peligro sísmico y la interacción suelo-estructura para estimar con mayor precisión el riesgo sísmico del establecimiento de salud. Incorporarlos permitirá estimar con mayor precisión el nivel de riesgo sísmico del establecimiento de salud, optimizar estrategias de mitigación y garantizar una mayor resiliencia estructural frente a futuros eventos sísmicos.
2. Dado que la evaluación se ha basado en modelos computacionales y metodologías de estimación indirecta, futuras investigaciones podrían incluir pruebas experimentales en laboratorio y monitoreo en sitio mediante ensayos no destructivos para realizar la validación experimental de modelos estructurales.
3. Investigar estrategias de reforzamiento estructural aplicables a edificaciones similares, considerando tecnologías innovadoras como disipadores de energía, amortiguadores de masa sintonizada y aislamiento de base. Estas tecnologías pueden mejorar significativamente el desempeño sísmico de las estructuras, reduciendo las vibraciones y fuerzas durante un evento sísmico, lo que a su vez disminuiría los posibles daños y aumentaría la seguridad de los ocupantes. Su integración en edificaciones críticas, como establecimientos de salud, es esencial para garantizar su funcionalidad y estabilidad en situaciones sísmicas extremas.
4. Se recomienda anclar equipos médicos, sistemas de iluminación y mobiliario esencial para evitar su desplazamiento y potenciales daños a pacientes y personal de salud durante un sismo. El anclaje de estos elementos es crucial para reducir el riesgo de lesiones y preservar la operatividad de los servicios en el establecimiento de salud en situaciones sísmicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, R.E., Pinzón, L.A. and Pujades, L.G. (2022)** Intensidad de Arias y Duración Significativa en Análisis Dinámico de Estructuras, Ingeniería. Available at: [https://www.redalyc.org/journal/441/44172046001/html/#:~:text=Trifunac%20y%20Brad y%20%5B4%5D%20definieron,la%20fase%20fuerte%20del%20evento](https://www.redalyc.org/journal/441/44172046001/html/#:~:text=Trifunac%20y%20Brad y%20%5B4%5D%20definieron,la%20fase%20fuerte%20del%20evento.). (Accessed: 06 January 2024).
- Al-Mulla, T., Pellenq, J.-M., & Ulm, F.-J. (2019).** Creating Customized Fragility Curves for Resilient Building. Retrieved March 10, 2023, from https://cshub.mit.edu/sites/default/files/images/Vol92018_ResearchBrief_FragilityCurves.pdf
- Al-Mulla, T., Pellenq, R. and Ulm, F.-J. (2018)** Creating customized fragility curves for Resilient Building, CSHub@MIT. Massachusetts Institute of Technology: MIT. March 9, 2023, from: https://cshub.mit.edu/sites/default/files/images/Vol92018_ResearchBrief_FragilityCurves.pdf (Accessed: February 27, 2023).
- Alwaeli, W. (2019).** Framework for seismic vulnerability assessment of RC High-rise wall buildings. White Rose eTheses Online. University of Sheffield. Retrieved March 9, 2023, from <https://etheses.whiterose.ac.uk/26520/>
- Arteaga Mora, P. A. (2017).** Estudio de vulnerabilidad Sísmica, Rehabilitación y Evaluación del índice de Daño de una edificación perteneciente Al Patrimonio Central Edificado en la Ciudad de cuenca-ecuador. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca: Home. Retrieved March 9, 2023, from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26547>
- Barbat, H. A., Oller Martínez, S. H., & Vielma, J. C. (2015).** Cálculo y Diseño Sismorresistente de edificios: Aplicación de la Norma NCSE-02. (H. Barbat, Ed.) Barcelona, Barcelona, España: Centro internacional de métodos numéricos en ingeniería. Página inicial de UPCommons. Retrieved March 9, 2023, from <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/28500>
- Benito, B. (2013).** Geología, terremotos y riesgo sísmico: avances y perspectivas. Encuentros Multidisciplinares, (Figura 1), 1–6. Retrieved March 9, 2023 from: <http://hdl.handle.net/10486/678735>

- Bonett, R. (2003).** Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona, España.
- Burga Veliz, Y.J. & Rivera Arenas, W.D. (2021)** Análisis de vulnerabilidad sísmica estructural mediante curvas de fragilidad, del Instituto Pedagógico Indoamérica de la Ciudad de Trujillo, 2019. Universidad Nacional de Trujillo. PE. Retrieved March 9, 2023 from: <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16779>
- Buzonuv@uv.mx (2023)** Glosario de Términos, Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Veracruz. Universidad Veracruzana – México. Retrieved March 9, 2023 from: <https://www.uv.mx/osv/que-observamos/glosario-de-terminos/#:~:text=Ingenier%C3%ADa%20S%C3%ADsmica,en%20caso%20de%20un%20terremoto>
- Candebat-Sánchez, Dr. C. Ing.D., Leyva-Chang., MSc.Ing.K.M. and Centray-Sánchez, Ing.J.L. (2020)** Un Nuevo Enfoque para la estimación Preliminar de la vulnerabilidad sísmica de instalaciones educativas., Revista de Arquitectura e Ingeniería. Available at: <https://www.redalyc.org/journal/1939/193962633001/html/> (Accessed: 16 January 2024).
- Campos, V. (2004).** Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: Clínica San Miguel, Piura, Piura. Universidad de Piura. Retrieved March 9, 2023, from: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1367>
- Cholán Caruajulca, T. E. (2018).** Vulnerabilidad sísmica del sector B y D del Hospital Regional de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1999>
- Chopra, A. K. (2012).** Dynamics of structures: Theory and applications to earthquake engineering. Pearson Education.
- Desena Galarza, D. (2016).** Metodología para la obtención de espectros sísmicos de piso., UPM. Universidad Politécnica de Madrid. Retrieved March 9, 2023: <https://www.researchgate.net/profile/Daniel-Desena-Galarza>
- Dublal S. (2022)** Accelerogram, Dlubal Software. Retrieved March 9, 2023 from: <https://www.dlubal.com/en/solutions/online-services/glossary/000134>

- ERN (2017).** A 10 años del sismo del 15 de agosto del 2007 en Pisco, Perú., 25 años confrontando un mundo de riesgos. ERN Evaluación de Riesgos Naturales. Retrieved March 9, 2023 from: <https://ern.com.mx/web/>
- FAIS. (2022).** Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social. Infraestructura Básica del Sector Salud, gob.mx. Gobierno de México. Retrieved march 9, 2023 from: <https://www.gob.mx/bienestar/fais/acciones-y-programas/infraestructura-basica-del-sector-salud-296925#:~:text=Se%20comprende%20como%20el%20conjunto,a%20prevenir%20y%20controlar%20enfermedades>
- FEMA (2003).** Federal Emergency Management Agency. Technical Manual HAZUS MR4. Developed by: Department of Homeland Security Emergency Preparedness and Response Directorate. Under a contract with: National Institute of Building Sciences Washington, D.C. USA.
- FEMA (2012).** Federal Emergency Management Agency. Hazus Earthquake Model Technical Manual (Version 2.1). FEMA. Available at: https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-10/fema_hazus_earthquake_technical_manual_4-2.pdf
- FEMA (2015).** Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic. Federal Emergency Management Agency (.gov). Available at: https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-07/fema_earthquakes_rapid-visual-screening-of-buildings-for-potential-seismic-hazards-supporting-documentation-third-edition-fema-p-155.pdf (Accessed: 07 January 2024).
- FEMA (2020)** Fema.gov, Hazus Earthquake Model Technical Manual Federal Emergency Management Agency (.gov). Available at: https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-10/fema_hazus_earthquake_technical_manual_4-2.pdf (Accessed: 07 January 2024).
- FEMA (2021)** Hazus 6.0 inventory technical manual - fema.gov, FEMA. Available at: https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_hazus-6-inventory-technical-manual.pdf (Accessed: 07 January 2024).
- Ghaychi, A. (2021)** Evaluation of Seismic Vulnerability of Hospitals in the Tehran Metropolitan Area, ETDS: Virginia Tech Electronic theses and dissertations. Virginia Tech/University of Tehran. Retrieved march 9, 2023 from: <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/5534> (Accessed: February 8, 2023).

- Gonzáles, F. (2017).** Vulnerabilidad Sísmica del Edificio 1-I de la universidad nacional de Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Retrieved March 9, 2023 from: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1026#:~:text=Se%20determin%C3%B3%20que%20el%20grado,son%20estables%20ante%20cargas%20s%C3%ADsmicas.>
- IGP (2007).** Instituto Geofísico del Perú. Infraestructura de datos espaciales del Perú. Retrieved march 9, 2023 from: <https://www.geoidep.gob.pe/instituto-geofisico-del-peru>
- IGP (2019).** Instituto Geofísico del Perú. Reporte de situación N° 1: Terremoto de 7.5 distrito de lagunas- Provincia de Alto Amazonas/Loreto - Perú. ReliefWeb. Retrieved March 8, 2023, from: <https://reliefweb.int/report/peru/reporte-de-situacio-n-no-1-terremoto-de-75-distrito-de-lagunas-provincia-de-alto>
- IGP (2023).** Instituto Geofísico del Perú. (2023, November 18). Censis - Instituto Geofísico del Perú. <https://ultimosismo.igp.gob.pe/descargar-datos-sismicos>.
- Karapetrou, G.-S. & Καραπέτρου, Γ.-Σ. (2015)** Vulnerabilidad sísmica de edificios de hormigón armado considerando efectos de interacción suelo-estructura y envejecimiento, Archivo Nacional de Tesis Doctoral: Inicio. Universidad Aristóteles de Tesalónica (AUTH). Escuela Politécnica. Departamento de Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Geotécnica. Laboratorio de Mecánica de Suelos, Cimentaciones e Ingeniería Sísmica. Retrieved march 9, 2023 from: <https://www.didaktorika.gr/eadd/handle/10442/36621>
- Kuroiwa, J. (2002).** “Reducción de desastres – Viviendo en armonía con la naturaleza”. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú. CAPECO.
- Kuroiwa, J.; Pacheco, E. & Pando, E. (2010)** “Alto a los Desastres”. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Lima, Perú. Umbral Ediciones.
- Ministerio de Salud del Perú. (2011).** Norma Técnica de Salud: Categorías de Establecimientos del Sector Salud (NTS N° 021-MINSA/DGSP-V.03). Recuperado de: <https://acortar.link/8VPWwQ>
- Moscoso, E, & Quiroz, L. (2019).** Proposal for Peruvian standard considering the effect of bidirectionality and the angle of incidence of an earthquake. *Tecnia*, 29(2), 99-108. Retrieved march 9, 2023 from: <https://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v29i2.703>

- NTP E 0.30. (2019).** MVCS Diseño Sismorresistente, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Gobierno del Perú. Retrieved march 9, 2023 from: <https://cdn.www.gob.pe/>
- OPS (1993).** Organización Panamericana de la Salud. Guías para la mitigación de Riesgos Naturales en las instalaciones de la salud de los países de América latina BVPAD. Retrieved march 9, 2023 from: <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc161/doc161.pdf> (Accessed: February 9, 2023).
- OPS (2004).** Organización Panamericana de la Salud, Estados Unidos de América. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud (en línea). 2 ed. Washington DC, Estados Unidos de América. 168 p. (Serie Mitigación de Desastres). Retrieved march 9, 2023 from: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/816>
- Palacios, O. (1994).** Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. Boletín Serie A volumen 54. Carta Geológica Nacional. INGEMMET. Lima,
- Puerto S., M. (2004).** Comparación de metodologías de estimación de riesgo HAZUS VS. RN-COL, Repositorio Institucional Séneca. Universidad De Los Andes. Retrieved march 9, 2023 from: <https://repositorio.uniandes.edu.co/>
- Richter, C. (1958),** Elementary Seismology. W. H. Freeman y Co., EUA.
- Ríos V., J. (2013).** [CISMID UNI MINSA] Estudio de vulnerabilidad sísmica estructural, no estructural Y funcional del hospital nacional dos de mayo, El Cercado de Lima (Biblioteca Sigrid), SIGRID. Universidad Nacional De Ingenieria/CENEPRED/MINSA. Retrieved march 9, 2023 from: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/32>
- Rodríguez, J. (2018)** Vulnerabilidad Sísmica del sector E y J del Hospital Regional de Cajamarca., Universidad Nacional de Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. Retrieved march 9, 2023 from: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1981>
- Safina, M. (2003).** Vulnerabilidad Sísmica De Edificaciones Esenciales Análisis De Su Contribución Al Riesgo Sísmico. Retrieved March 10, 2023, from <https://tdx.cat/bitstream/handle/10803/6226/13CAPITULO4.pdf?sequence=1>
- Seismosoft Earthquake Engineering Software Solutions (2023)** Seismosoft. Available at: <https://seismosoft.com/> (Accessed: 06 January 2024).

- Silgado Ferro, E. (1978).** Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). Repositorio INGEMMET. Retrieved March 9, 2023, from: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/>
- Skolnik, D.A. & Wallace, W. (2010)** A critical assessment of interstory drift measurements - caee, Proceedings of the 9th U.S. National and 10th Canadian Conference on Earthquake Engineering. Compte Rendu de la 9ème Conférence Nationale Américaine et 10ème Conférence Canadienne de Génie Parasismique. Retrieved March 9, 2023, from: <https://www.caee.ca/10CCEEpdf/2010EQConf-001388.pdf>
- Stratta, J.L. (1971).** Pubs.geoscienceworld.org. Bulletin of the Seismological Society of America Search Dropdown Menu. Retrieved March 9, 2023, from: <https://pubs.geoscienceworld.org/ssa/bssa/article-abstract/61/3/802/116965/Peru-Earthquake-of-May-31-1970-Preliminary>
- Tavera, H. (2014).** Evaluación del peligro asociado a los sismos y efectos secundarios en Perú. Instituto Geofísico del Perú, Lima, Lima. Recuperado el 23 de octubre de 2019, de <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/IGP/777>
- Tavera, H., Bernal, I., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A., & Ishizawa, O. (2014).** Evaluación del Peligro Sísmico en Perú. SIGRID. Retrieved March 8, 2023, from: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/>
- The Institution of Civil Engineers. (1999).** Estructuras resistentes a desastres (Structures to Withstand Disaster. Development Group, ITDG - Perú. Reino Unido.
- Velásquez, J. (2006).** Estimación de pérdidas por sismo en edificios peruanos mediante Curvas de Fragilidad analíticas. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Vilca, N.E. & Violeta, R.A. (2020)** Análisis de la vulnerabilidad sísmica aplicando un estudio geotécnico en la edificación "Residencial Las Palomas 160" Del distrito de surquillo, Repositorio institucional Universidad Ricardo Palma. Retrieved March 8, 2023, from: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3855>
- Zavala, B.L. & Rosado, M. (2011).** Riesgo geológico en la región de Cajamarca [boletín C 44], Instituto geológico, minero y metalúrgico. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. Retrieved March 8, 2023, from: <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/300> (Accessed: February 8, 2023).

Zhao, J., Zhang, Y., & Chen, Y. (2021). Seismic fragility assessment of structures: A review. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 50(1), 3-25.
<https://doi.org/10.1002/eqe.3350>

ANEXOS

ANEXO I: Ubicación y Localización del centro de salud “Toribio Casanova”

ANEXO II: Cálculo del índice de seguridad hospitalaria (ISH).

Índice de Seguridad Hospitalaria MODELO MATEMATICO

Paso 1: Ingrese el número "1" en la celda correspondiente de cada rubro. Algunas líneas podrán estar en BLANCO sólo si aparece una nota en LETRAS MAYUSCULAS.

2. Aspectos relacionados con la seguridad estructural				
Columnas, vigas, muros, losas y otros, son elementos estructurales que forman parte del sistema de soporte de la edificación. Estos aspectos deben ser evaluados por Ingenieros estructurales.				
2.1 Seguridad debido a antecedentes del establecimiento	CONTROL	Grado de seguridad		
		BAJO	MEDIO	ALTO
1 ¿El hospital ha sufrido daños estructurales debido a fenómenos naturales? Verificar si existe dictamen estructural que indique que el grado de seguridad ha sido comprometido. SI NO HAN OCURRIDO FENOMENOS NATURALES EN LA ZONA DONDE ESTA EL HOSPITAL, NO MARQUE NADA. DEJE ESTA LINEA EN BLANCO, SIN CONTESTAR. B= Daños mayores; M= Daños moderados; A= Daños menores.	BLANCO			
2 ¿El hospital ha sido reparado o construido utilizando estándares actuales apropiados? Corroborar si el inmueble ha sido reparado, en qué fecha y si se realizó con base a la normatividad de establecimientos seguros. B= No se aplicaron los estándares; M=Estándares parcialmente aplicados; A=Estándares aplicados completamente.	OK		1	
3 ¿El hospital ha sido remodelado o adaptado afectando el comportamiento de la estructura? Verificar si se han realizado modificaciones usando normas para edificaciones seguras. B=Remodelaciones o adaptaciones mayores; M= Remodelaciones y/o adaptaciones moderadas; A= remodelaciones o adaptaciones menores o no han sido necesarias.	OK	1		
2.2 Seguridad relacionada con el sistema estructural y el tipo de material usado en la edificación.	CONTROL	Grado de seguridad		
		BAJO	MEDIO	ALTO
4 Estado de la edificación. B= Deteriorada por meteorización o exposición al ambiente, grietas en primer nivel y elementos discontinuos de altura; M= Deteriorada sólo por meteorización o exposición al ambiente; A= Sana, no se observan deterioros ni grietas.	OK	1		
5 Materiales de construcción de la estructura. B= Oxidada con escamas o grietas mayores a 3mm; M= Grietas entre 1 y 3 mm u óxido en forma de polvo; A= Grietas menores a 1mm y no hay óxido.	OK			1
6 Interacción de los elementos no estructurales con la estructura. B= Se observa dos o más de lo siguiente: columnas cortas, paredes divisorias unidas a la estructura, cielos rígidos o fachada que interactúa con la estructura; M= Se observa sólo uno de problemas antes mencionados; A= Los elementos no estructurales no afectan la estructura.	OK		1	
7 Proximidad de los edificios (martilleo, túnel de viento, incendios, etc.) B= Separación menor al 0.5% de la altura del edificio de menor altura; M= Separación entre 0.5 – 1.5% de la altura del edificio de menor altura; A= Separación mayor al 1.5% del edificio de menor altura.	OK	1		
8 Redundancia estructural. B= Menos de tres líneas de resistencia en cada dirección; M= 3 líneas de resistencia en cada dirección o líneas con orientación no ortogonal; A= Más de 3 líneas de resistencia en cada dirección ortogonal del edificio.	OK			1
9 Detallamiento estructural incluyendo conexiones. B= Edificio anterior a 1970; M= Edificio construido en los años 1970 y 1990; A=Edificio construido luego de 1990 y de acuerdo a la norma.	OK			1
10 Seguridad de fundaciones o cimientos. B= No hay información o la profundidad es menor que 1.5 m; M= No cuenta con planos ni estudio de suelos, pero la profundidad es mayor que 1.5 m; A= Cuenta con planos, estudio de suelos, y profundidades mayores a 1.5 m.	OK	1		

11	Irregularidades en planta (rigidez, masa y resistencia). B= Formas no regulares y estructura no uniforme; M= Formas no regulares, pero con estructura uniforme; A= Formas regulares, estructura uniforme en planta y ausencia de elementos que podrían causar torsión.	OK			1
12	Irregularidades en elevación (rigidez, masa y resistencia). B= Pisos difieren por más del 20% de altura y existen elementos discontinuos o irregulares significativos; M= Pisos de similar altura (difieren menos de un 20%, pero más de 5%) y pocos elementos discontinuos o irregulares; A= Pisos de similar altura (difieren por menos del 5%) y no existen elementos discontinuos o irregulares.	OK		1	
13	Adecuación estructural a fenómenos. (meteorológicos, geológicos entre otros) Valorar por separado y en conjunto, el posible comportamiento del hospital desde el punto de vista estructural ante las diferentes amenazas o peligros excepto sismos. B= baja resiliencia estructural a las amenazas naturales presentes en la zona donde está ubicado el hospital; M, moderada resiliencia estructural; A, excelente resiliencia estructural.	OK		1	
TOTAL, ESTRUCTURAL			1	4	4

3. Aspectos relacionados con la seguridad no estructural del hospital					
Elementos que no forman parte del sistema de soporte de la edificación. En este caso corresponden a elementos arquitectónicos, equipos y sistemas necesarios para la operación del establecimiento.					
		CONTROL	Grado de seguridad		
			BAJO	MEDIO	ALTO
3.1 Líneas vitales (instalaciones)					
3.1.1 Sistema eléctrico					
14	Generador adecuado para el 100% de la demanda. El evaluador verifica que el generador entre en función segundos después de la caída de tensión, cubriendo la demanda de urgencias, cuidados intensivos, central de esterilización, quirófanos, etc. <i>B = Sólo se enciende manualmente o cubre del 0 – 30% de la demanda; M = Se enciende automáticamente en más de 10 segundos o cubre 31 – 70 % de la demanda; A = Se enciende automáticamente en menos de 10 segundos y cubre del 71 – 100% de la demanda.</i>	OK	1		
15	Regularidad de las pruebas de funcionamiento en las áreas críticas. <i>El evaluador verifica la frecuencia en que el generador es puesto a prueba con resultados satisfactorios. B= > 3 meses; M= 1 a 3 meses; A=< 1 mes.</i>	OK	1		
16	¿Está el generador adecuadamente protegido de fenómenos naturales? <i>B= No; M= Parcialmente; A= Sí.</i>	OK		1	
17	Seguridad de las instalaciones, ductos y cables eléctricos. <i>B= No; M= Parcialmente; A= Sí.</i>	OK		1	
18	Sistema redundante al servicio local de suministro de energía eléctrica. <i>B= No; M= Parcialmente; A= Sí.</i>	OK		1	
19	Sistema con tablero de control e interruptor de sobrecarga y cableado debidamente protegido. Verificar la accesibilidad, así como el buen estado y funcionamiento del tablero de control general de electricidad. <i>B= No; M= Parcialmente; A= Sí.</i>	OK		1	
20	Sistema de iluminación en sitios clave del hospital. Realizar recorrido por urgencias, UCI, quirófano etc. Verificando el grado de iluminación y funcionalidad de lámparas. <i>B= No; M= Parcialmente; A= Sí.</i>	OK	1		
21	Sistemas eléctricos externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen subestaciones eléctrica o transformadores que proveen electricidad al hospital. <i>B= No existen subestaciones eléctricas instaladas en el hospital; M= Existen subestaciones, pero no proveen suficiente energía al hospital; A= Subestación eléctrica instalada y provee suficiente energía al hospital.</i>	OK	1		

3.1.2 Sistema de telecomunicaciones				
22	Estado técnico de las antenas y soportes de las mismas. Verificar que las antenas, pararrayos cuenten con soportes que eleven el nivel de seguridad del Hospital. B= <i>mal estado o no existen</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Buen estado</i> .	OK	1	
23	Estado técnico de sistemas de baja corriente (conexiones/cables de Internet). Verificar en áreas estratégicas que los cables estén conectados evitando la sobrecarga. B= <i>mal estado o no existen</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Bueno</i> .	OK	1	
24	Estado técnico del sistema de comunicación alterno. Verificar el estado de otros sistemas: radiocomunicación, teléfono satelital, Internet, etc. B= <i>mal estado o no existe</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Bueno</i> .	OK		1
25	Estado técnico de anclajes de los equipos y soportes de cables. Verificar que los equipos de telecomunicaciones (radios, teléfono satelital, video-conferencia, etc.) cuenten con anclajes que eleven su grado de seguridad. SI EL SISTEMA NO NECESITA ANCLAJES O ABRAZADERAS, NO LLENAR. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= <i>malo</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Bueno</i> .	OK	1	
26	Estado técnico de sistemas de telecomunicaciones externos, instalados dentro del perímetro del hospital. Verificar si existen sistemas de telecomunicaciones externos que interfieran con el grado de seguridad del hospital. B= <i>Telecomunicaciones externas interfieren seriamente con las comunicaciones del hospital</i> ; M= <i>Telecomunicaciones externas interfieren moderadamente con las comunicaciones del hospital</i> ; A= <i>No existe interferencia a las comunicaciones del hospital</i> .	OK		1
27	Local con condiciones apropiadas para sistemas de telecomunicaciones. B= <i>malo o no existe</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Bueno</i>	OK	1	
28	Seguridad del sistema interno de comunicaciones. Verificar el estado de los sistemas de perifoneo, anuncios, altavoces, intercomunicadores y otros, que permitan comunicarse con el personal, pacientes y visitas en el hospital. B= <i>malo o no existe</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Bueno</i>	OK	1	

3.1.3 Sistema de aprovisionamiento de agua				
29	Tanque de agua con reserva permanente suficiente para proveer al menos 300 litros por cama y por día durante 72 horas. Verificar que el depósito de agua cuente con una capacidad suficiente para satisfacer la demanda del hospital por 3 días B= <i>Cubre la demanda de 24 horas o menos</i> ; M= <i>Cubre la demanda de más de 24 horas, pero menos de 72 horas</i> ; A= <i>Garantizado para cubrir la demanda por 72 horas o más</i> .	OK		1
30	Los depósitos se encuentran en lugar seguro y protegido. Visitar sitio de cisterna y corroborar el área donde está instalada y su grado de seguridad. B= <i>Si el espacio es susceptible de falla estructural o no estructural</i> ; M= <i>Cuando la falla no representa posibilidad de colapso</i> ; A= <i>Cuando tiene poca posibilidad de dejar de funcionar</i> .	OK		1
31	Sistema alterno de abastecimiento de agua adicional a la red de distribución principal. Identificar organismos o mecanismos para abastecer o reaprovisionar de agua al hospital en caso de falla del sistema público. B= <i>Si da menos de 30% de la demanda</i> ; M= <i>Si suple valores de 30 a 80% de la demanda</i> ; A= <i>Si suple más del 80% de la dotación diaria</i> .	OK	1	
32	Seguridad del sistema de distribución. Verificar el buen estado y funcionamiento del sistema de distribución, incluyendo la cisterna, válvula, tuberías y uniones. B= <i>Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación</i> ; M= <i>entre 60 y 80 %</i> ; A= <i>más del 80 %</i> .	OK		1
33	Sistema de bombeo alterno. Identificar la existencia y el estado operativo del sistema alterno de bombeo, en caso de falla en el suministro. B= <i>No hay bomba de reserva y las operativas no suplen toda la demanda diaria</i> ; M= <i>Están todas las bombas en regular estado de operación</i> ; A= <i>Todas las bombas y las de reserva están operativas</i> .	OK	1	

3.1.4 Depósito de combustible (gas, gasolina o diésel):				
34	Tanques para combustible con capacidad suficiente para un mínimo de 5 días. Verificar que el hospital cuente con depósito amplio y seguro para almacenaje de combustible. B= Cuando es inseguro o tiene menos de 3 días; M= Almacenamiento con cierta seguridad y con 3 a 5 días de abastecimiento de combustible; A= Se tienen 5 o más días de autonomía y es seguro.	OK	1	
35	Anclaje y buena protección de tanques y cilindros B= No hay anclajes y el recinto no es seguro; M= se aprecian anclajes insuficientes; A= Existen anclajes en buenas condiciones y el recinto o espacio es apropiado.	OK	1	
36	Ubicación y seguridad apropiada de depósitos de combustibles. Verificar que los depósitos que contienen elementos inflamables se encuentren a una distancia que afecte el grado de seguridad del Hospital. B= Existe el riesgo de falla o no son accesibles; M= se tiene una de las dos condiciones mencionadas; A= los depósitos son accesibles y están en lugares libres de riesgos.	OK	1	
37	Seguridad del sistema de distribución (válvulas; tuberías y uniones). B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.	OK	1	
3.1.5 Gases medicinales (oxígeno, nitrógeno, etc.)				
38	Almacenaje suficiente para 15 días como mínimo. B= Menos de 10 días; M= entre 10 y 15 días; A= 15 días.	OK		1
39	Anclaje de tanques, cilindros y equipos complementarios B= No existen anclajes; M= Los anclajes no son de buen calibre; A= Los anclajes son de buen calibre.	OK	1	
40	Fuentes alternas disponibles de gases medicinales. B= No existen fuentes alternas o están en mal estado; M= Existen, pero en regular estado; A= Existen y están en buen estado.	OK		1
41	Ubicación apropiada de los recintos. B= Los recintos no tienen accesos; M= los recintos tienen acceso, pero con riesgos A= los recintos son accesibles y están libres de riesgos;	OK	1	
42	Seguridad del sistema de distribución (válvulas, tuberías y uniones). B= Si menos del 60% se encuentra en buenas condiciones de operación; M= entre 60 y 80 %; A= más del 80 %.	OK	1	
43	Protección de tanques y/o cilindros y equipos adicionales. B= No existen áreas exclusivas para tanques y equipos adicionales; M= Áreas exclusivas para protección de tanques y equipos, pero el personal no está entrenado; A= Áreas exclusivas para este equipamiento y el personal está entrenado.	OK	1	
44	Seguridad apropiada de los recintos. B= No existen áreas reservadas para almacén de gases; M= Áreas reservadas para almacenar gases, pero sin medidas de seguridad apropiadas; A= se cuenta con áreas de almacenamiento adecuados y no tienen riesgos	OK		1

3.2 Sistemas de calefacción, ventilación, aire acondicionado en áreas críticas		CONTROL	Grado de seguridad		
			BAJO	MEDIO	ALTO
45	Soportes adecuados para los ductos y revisión del movimiento de los ductos y tuberías que atraviesan juntas de dilatación. B= No existen soportes y tienen juntas rígidas; M=Existen soportes o juntas flexibles; A= Existen soportes y las juntas son flexibles.	OK	1		
46	Condición de tuberías, uniones, y válvulas. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK		1	
47	Condiciones de los anclajes de los equipos de calefacción y agua caliente. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK		1	
48	Condiciones de los anclajes de los equipos de aire acondicionado. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK		1	
49	Ubicación apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK		1	
50	Seguridad apropiada de los recintos. B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK		1	
51	Funcionamiento de los equipos (Ej. Caldera, sistemas de aire acondicionado y extractores, entre otros). B= Malo; M= Regular; A= Bueno.	OK		1	

3.3 Mobiliario y equipo de oficina fijo y móvil y almacenes (incluye computadoras, impresoras, etc.)		CONTROL	Grado de seguridad		
			BAJO	MEDIO	ALTO
52	Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos. Verificar que los estantes se encuentren fijos a las paredes y/o con soportes de seguridad. B= <i>La estantería no está fijada a las paredes</i> ; M= <i>La estantería está fijada, pero el contenido no está asegurado</i> ; A= <i>La estantería está fijada y el contenido asegurado</i> .	OK	1		
53	Computadoras e impresoras con seguro. Verificar que las mesas para computadora estén aseguradas y con frenos de ruedas aplicados. B= <i>Malo</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Bueno o no necesita anclaje</i> .	OK	1		
54	Condición del mobiliario de oficina y otros equipos. Verificar en recorrido por oficinas el anclaje y/o fijación del mobiliario. B= <i>Malo</i> ; M= <i>Regular</i> ; A= <i>Bueno o no necesita anclaje</i> .	OK	1		

3.4 Equipos médicos, de laboratorio y suministros utilizados para el diagnóstico y tratamiento.		CONTROL	Grado de seguridad		
			BAJO	MEDIO	ALTO
55	Equipo médico en el quirófano y la sala de recuperación. Verificar que lámparas, equipos de anestesia, mesas quirúrgicas se encuentren operativos y con seguros y frenos aplicados. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
56	Condición y seguridad del equipo médico de Rayos X e imagenología. Verificar que las mesas de Rayos X y el equipo de rayos se encuentren en buenas condiciones y fijos. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
57	Condición y seguridad en equipo médico en laboratorios. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
58	Condición y seguridad del equipo médico en el servicio de urgencias. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
59	Condición y seguridad del equipo médico de la unidad de cuidados intensivos o intermedios. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
60	Condición y seguridad del equipamiento y mobiliario de farmacia <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
61	Condición y seguridad de equipo médico de esterilización. <i>B= Cuando el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
62	Condición y seguridad de equipo médico para cuidado del recién nacido. <i>B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro</i>	OK			1
63	Condición y seguridad de equipo médico para la atención de quemados. <i>B= Cuando el equipo no existe, está en malas condiciones o no está seguro; M= Cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= El equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	OK		1	
64	Condición y seguridad de equipo médico de radioterapia o medicina nuclear. SI EL HOSPITAL NO CUENTA CON ESTOS SERVICIOS, DEJAR EN BLANCO. <i>B= Cuando no existe o el equipo está en malas condiciones o no está seguro; M= cuando el equipo está en regulares condiciones o poco seguro; A= el equipo está en buenas condiciones y está seguro.</i>	BLANCO			
65	Condición y seguridad de equipo médico en otros servicios. <i>B= Si más del 30 % de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida material o funcional y/o si algún equipo pone en forma directa o indirecta en peligro la función de todo el servicio; M= Si entre el 10 y el 30% de los equipos se encuentra en riesgo de pérdida, A=Si menos del 10% de los equipos tiene riesgo de pérdida.</i>	OK		1	
66	Anclajes de la estantería y seguridad de contenidos médicos. <i>B= 20% o menos se encuentran seguros contra el vuelco de la estantería o el vaciamiento de contenidos; M= 20 a 80 % se encuentra seguros contra el vuelco; A= Más del 80 % se encuentra con protección a la estabilidad de la estantería y la seguridad del contenido, o porque no requiere anclaje.</i>	OK	1		

3.5 Elementos arquitectónicos		CONTROL	Grado de seguridad		
			BAJO	MEDIO	ALTO
67	Condición y seguridad de puertas o entradas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
68	Condición y seguridad de ventanales. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
69	Condición y seguridad de otros elementos de cierre (muros externos, fachada, etc.). B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
70	Condición y seguridad de techos y cubiertas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento de otros componentes; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
71	Condición y seguridad de parapetos (pared o baranda que se pone para evitar caídas, en los puentes, escaleras, etc.) B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.	OK		1	
72	Condición y seguridad de cercos y cierres perimétricos. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.	OK		1	
73	Condición y seguridad de otros elementos perimetrales (Cornisas, ornamentos etc.). B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.	OK		1	
74	Condición y seguridad de áreas de circulación externa. B= Los daños a la vía o los pasadizos impide el acceso al edificio o ponen en riesgo a los peatones; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden el acceso al edificio a los peatones, pero sí el acceso vehicular; A= No existen daños o su daño es menor y no impide el acceso de peatones ni de vehículos.	OK			1
75	Condición y seguridad de áreas de circulación interna (pasadizos, elevadores, escaleras, salidas, etc.). B= Los daños a las rutas de circulación interna impiden la circulación dentro del edificio o ponen en riesgo a las personas; M= Los daños a la vía o los pasadizos no impiden la circulación de las personas, pero sí el acceso de camillas y otros; A= No existen daños o su daño es menor y no impide la circulación de personas ni de camillas y equipos rodantes.	OK		1	

76	Condición y seguridad de particiones o divisiones internas. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes, sistemas o funciones; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes, sistemas o funciones.	OK		1	
77	Condición y seguridad de cielos falsos o rasos SI EL HOSPITAL NO TIENE TECHOS FALSOS O SUSPENDIDOS, NO MARQUE NADA. DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK	1		
78	Condición y seguridad del sistema de iluminación interna y externa. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
79	Condición y seguridad del sistema de protección contra incendios. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
80	Condición y seguridad de ascensores. SI NO EXISTEN ELEVADORES, DEJE LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK	1		
81	Condición y seguridad de escaleras. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK			1
82	Condición y seguridad de las cubiertas de los pisos. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
83	Condición de las vías de acceso al hospital. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
84	Otros elementos arquitectónicos incluyendo señales de seguridad. B= Cuando se daña e impide el funcionamiento de otros componentes o sistemas; M=Cuando se daña, pero permite el funcionamiento; A= Cuando no se daña o su daño es menor y no impide su funcionamiento o el de otros componentes o sistemas.	OK		1	
TOTAL, NO-ESTRUCTURAL			1	26	40

		TOTAL, NO-ESTRUCTURAL		1	26	40	4
4. Aspectos relacionados con la seguridad en base a la capacidad funcional							
Se refiere al nivel de preparación para emergencias masivas y desastres del personal que labora en el hospital, así como el grado de implementación del plan hospitalario para casos de desastre.							
4.1 Organización del comité hospitalario para desastres y centro de operaciones de emergencia. Mide el nivel de organización alcanzado por el comité hospitalario para casos de desastre.		CONTROL	Nivel de organización.				
			BAJO	MEDIO	ALTO		
85	Comité formalmente establecido para responder a las emergencias masivas o desastres. Solicitar el acta constitutiva del Comité y verificar que los cargos y firmas correspondan al personal en función. B= No existe comité; M= Existe el comité, pero no es operativo; A= Existe y es operativo.	OK	1				
86	El Comité está conformado por personal multidisciplinario. Verificar que los cargos dentro del comité sean ejercidos por personal de diversas categorías del equipo multidisciplinario: director, jefe de enfermería, ingeniero de mantenimiento, jefe de urgencias, jefe médico, jefe quirúrgico, jefe de laboratorio y servicios auxiliares entre otros. B= 0-3; M=4-5; A= 6 o más	OK	1				
87	Cada miembro tiene conocimiento de sus responsabilidades específicas. Verificar que cuenten con sus actividades por escrito dependiendo de su función específica: B= No asignadas; M= Asignadas oficialmente; A= Todos los miembros conocen y cumplen su responsabilidad.	OK			1		

88	Espacio físico para el centro de operaciones de emergencia (COE) del hospital. Verificar la sala destinada para el comando operativo que cuente con todos los medios de comunicación (teléfono, fax, Internet, entre otros). B= No existe; M= Asignada oficialmente; A= Existe y es funcional.	OK	1		
89	El COE está ubicado en un sitio protegido y seguro. Identificar la ubicación tomando en cuenta su accesibilidad, seguridad y protección. B= La sala del COE no está en un sitio seguro; M= EL COE está en un lugar seguro, pero poco accesible; A= EL COE está en un sitio seguro, protegido y accesible.	OK	1		
90	El COE cuenta con sistema informático y computadoras. Verificar si cuenta con intranet e internet. B= No; M=Parcialmente; A= Cuenta con todos los requerimientos.	OK	1		
91	El sistema de comunicación interna y externa del COE funciona adecuadamente. Verificar si el conmutador (central de redistribución de llamadas) cuenta con sistema de perifoneo y si los operadores conocen el código de alerta y su funcionamiento. B= No funciona/ no existe; M = Parcialmente; A= Completo y funciona.	OK	1		
92	El COE cuenta con sistema de comunicación alterna. Verificar si además de conmutador existe comunicación alterna como celular, radio, entre otros. B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta.	OK	1		
93	El COE cuenta con mobiliario y equipo apropiado. Verificar escritorios, sillas, tomas de corriente, iluminación, agua y drenaje. B= No cuenta; M= Parcialmente; A= Si cuenta.	OK	1		
94	El COE cuenta con directorio telefónico actualizado y disponible. Verificar que el directorio incluya todos los servicios de apoyo necesarios ante una emergencia (corroborar teléfonos en forma aleatoria). B= No; M= Existe, pero no está actualizado; Si cuenta y está actualizado.	OK	1		
95	“Tarjetas de acción” disponibles para todo el personal. Verificar que las tarjetas de acción indiquen las funciones que realiza cada integrante del hospital especificando su participación en caso de desastre interno y/o externo. B= No; M= Insuficiente (cantidad y calidad); A= Todos la tienen.	OK	1		

4.2 Plan operativo para desastres internos o externos.		CONTROL	Nivel de implementación		
			BAJO	MEDIO	ALTO
96	Refuerzo de los servicios esenciales del hospital. El plan especifica las actividades que se deben realizar antes, durante y después de un desastre en los servicios clave del hospital (servicio de urgencias, unidad de cuidados intensivos, esterilización y quirófano, entre otros). B= <i>No existe plan o existe únicamente el documento</i> ; M= <i>Existe el plan y el personal capacitado</i> ; A= <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
97	Procedimientos para la activación y desactivación del plan. Se especifica cómo, cuándo y quién es el responsable de activar y desactivar el plan. B= <i>No existe o existe únicamente el documento</i> ; M= <i>Existe el Plan y el personal capacitado</i> ; A= <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
98	Previsiones administrativas especiales para desastres. Verificar que el plan considere contratación de personal, adquisiciones en caso de desastre y presupuesto para pago por tiempo extra, doble turno, etc. B= <i>No existen las previsiones o existen únicamente en el documento</i> ; M= <i>Existen previsiones y el personal capacitado</i> ; A= <i>Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		

99	Recursos financieros para emergencias presupuestados y garantizados. El Hospital cuenta con presupuesto específico para aplicarse en caso de desastre: B= No presupuestado; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	OK	1		
100	Procedimientos para habilitación de espacios para aumentar la capacidad, incluyendo la disponibilidad de camas adicionales. El plan debe incluir y especificar las áreas físicas que podrán habilitarse para dar atención a saldo masivo de víctimas: B= No se encuentran identificadas las áreas de expansión; M= Se han identificado las áreas de expansión y el personal capacitado para implementarlos; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar los procedimientos.	OK	1		
101	Procedimiento para admisión en emergencias y desastres. El plan debe especificar los sitios y el personal responsable de realizar el TRIAGE. B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	OK	1		
102	Procedimientos para la expansión del departamento de urgencias y otras áreas críticas. El plan debe indicar la forma y las actividades que se deben realizar en la expansión hospitalaria (Ej. suministro de agua potable, electricidad, desagüe, etc.): B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	OK	1		
103	Procedimientos para protección de expedientes médicos (historias clínicas). El plan indica la forma en que deben ser tratados los expedientes clínicos e insumos necesarios para el paciente: B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	OK	1		
104	Inspección regular de seguridad por la autoridad competente. En recorrido por el hospital verificar la fecha de caducidad y/o llenado de extintores, extintores e hidrantes. Y si existe referencia del llenado de los mismos, así como bitácora de visitas por el personal de protección civil. B= No existe; M= inspección parcial o sin vigencia; A= Completa y actualizada.	OK		1	
105	Procedimientos para vigilancia epidemiológica intrahospitalaria. Verificar si el Comité de Vigilancia Epidemiológica intrahospitalaria cuenta con procedimientos específicos para casos de desastre o atención a saldo masivo de víctimas: B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	OK		1	
106	Procedimientos para la habilitación de sitios para la ubicación temporal de cadáveres y medicina forense. Verificar si el plan incluye actividades específicas para el área de patología y si tiene sitio destinado para depósito de múltiples cadáveres: B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	OK	1		
107	Procedimientos para Triage, reanimación, estabilización y tratamiento. B= No existe el procedimiento; M= Existe el procedimiento y el personal entrenado; A= Existe el procedimiento, personal capacitado y cuenta con recursos para implementarlo.	OK		1	
108	Transporte y soporte logístico. El hospital cuenta con ambulancias, vehículos oficiales: B= No cuenta con ambulancias y otros vehículos para soporte logístico; M= Cuenta con vehículos insuficientes; A= Cuenta con vehículos adecuados y en cantidad suficiente.	OK	1		
109	Raciones alimenticias para el personal durante la emergencia. El plan especifica las actividades a realizar en el área de nutrición y cuenta con presupuesto para aplicarse en el rubro de alimentos. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= Garantizado para 72 horas o más.	OK	1		

110	Asignación de funciones para el personal movilizado durante la emergencia. B= no existe o existe únicamente el documento; M= las funciones están asignadas y el personal capacitado; A= las funciones están asignadas, el personal está capacitado y se cuenta con recursos para cumplir las funciones.	OK	1		
111	Medidas para garantizar el bienestar del personal adicional de emergencia. El plan incluye el sitio donde el personal de urgencias puede tomar receso, hidratación y alimentos. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas.	OK		1	
112	Vinculado al plan de emergencias local. Existe antecedente por escrito de la vinculación del plan a otras instancias de la comunidad. B= No vinculado; M= Vinculado no operativo; A= Vinculado y operativo.	OK			1
113	Mecanismos para elaborar el censo de pacientes admitidos y referidos a otros hospitales. El plan cuenta con formatos específicos que faciliten el censo de pacientes ante las emergencias: B= no existe o existe únicamente el documento; M= existe el mecanismo y el personal capacitado; A= existe el mecanismo y el personal capacitado, y se cuenta con recursos para implementar el censo.	OK		1	
114	Sistema de referencia y contrarreferencia. B= No existe o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK		1	
115	Procedimientos de información al público y la prensa. El plan hospitalario para caso de desastre especifica quien es el responsable para dar información a público y prensa en caso de desastre. (la persona de mayor jerarquía en el momento del desastre): B= no existe el procedimiento; M= existe el procedimiento y el personal entrenado; A= existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.	OK	1		
116	Procedimientos operativos para respuesta en turnos nocturnos, fines de semana y días feriados. B= no existe el procedimiento; M= existe el procedimiento y el personal entrenado; A= existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.	OK	1		
117	Procedimientos para evacuación de la edificación. Verificar si existe plan o procedimientos para evacuación de pacientes, visitas y personal B= no existe el procedimiento; M= existe el procedimiento y el personal entrenado; A= existe el procedimiento, el personal capacitado y se cuenta con recursos para implementarlo.	OK	1		
118	Las rutas de emergencia y salida son accesibles. Verificar que las rutas de salida están claramente marcadas y libres de obstrucción. B= Las rutas de salida no están claramente señalizadas y varias están bloqueada; M= Algunas rutas de salida están marcadas y la mayoría están libres de obstrucciones; A= Todas las rutas están claramente marcadas y libres de obstrucciones.	OK		1	
119	Ejercicios de simulación o simulacros. Verificar que los planes sean puestos a prueba regularmente mediante simulacros o simulaciones, evaluados y modificados como corresponda. B= Los planes no son puestos a prueba; M= Los planes son puestos a prueba con una frecuencia mayor a un año; A= Los planes son puestos a prueba al menos una vez al año y son actualizados de acuerdo a los resultados de los ejercicios.	OK		1	

4.3 Planes de contingencia para atención médica en desastres.		CONTROL	Grado de implementación		
			BAJO	MEDIO	ALTO
120	Sismos, tsunamis, volcanes y deslizamientos. SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTA UBICADO EL HOSPITAL, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	BLANCO			
121	Crisis sociales y terrorismo. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK	1		
122	Inundaciones y huracanes. SI NO EXISTEN ESTAS AMENAZAS EN LA ZONA DONDE ESTA UBICADO EL HOSPITAL, NO MARCAR NADA. DEJAR LAS TRES CASILLAS EN BLANCO. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK	1		
123	Incendios y explosiones. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK	1		
124	Emergencias químicas o radiaciones ionizantes. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK	1		
125	Agentes con potencial epidémico. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el Plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK	1		
126	Atención psico-social para pacientes, familiares y personal de salud. B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK	1		
127	Control de infecciones intrahospitalarias. Solicitar el manual correspondiente y verificar vigencia: B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.	OK	1		

4.4 Planes para el funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de los servicios vitales. Mide el grado de accesibilidad, vigencia y disponibilidad de los documentos indispensables para la resolución de una urgencia.		CONTROL	Grado de implementación		
			BAJO	MEDIO	ALTO
128	Suministro de energía eléctrica y plantas auxiliares. El área de mantenimiento debe presentar el manual de operación del generador alterno de electricidad, así como bitácora de mantenimiento preventivo: <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
129	Suministro de agua potable. El área de mantenimiento deberá presentar el manual de operación del sistema de suministro de agua, así como bitácora de mantenimiento preventivo y de control de calidad del agua: <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
130	Reserva de combustible El área de mantenimiento debe presentar el manual para el suministro de combustible, así como la bitácora de mantenimiento preventivo: <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
131	Gases medicinales. El área de mantenimiento deberá presentar el manual de suministro de gases medicinales, así como bitácora de mantenimiento preventivo. <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
132	Sistemas habituales y alternos de comunicación. <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
133	Sistemas de aguas residuales. El área de mantenimiento garantizará el flujo de estas aguas hacia el sistema de drenaje público evitando la contaminación de agua potable. <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK	1		
134	Sistema de manejo de residuos sólidos. El área de mantenimiento deberá presentar el manual de manejo de residuos sólidos, así como bitácora de recolección y manejo posterior. <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK		1	
135	Mantenimiento del sistema contra incendios. El área de mantenimiento debe presentar el manual para el manejo de sistemas contra incendios, así como la bitácora de mantenimiento preventivo de extintores e hidrantes. <i>B= No existe plan o existe únicamente el documento; M= Existe el plan y el personal capacitado; A= Existe el plan, personal capacitado y cuenta con recursos para implementar el plan.</i>	OK		1	

4.5 Disponibilidad de medicamentos, insumos, instrumental y equipo para desastres. Verificar con lista de cotejo la disponibilidad de insumos indispensables ante una emergencia.		CONTROL	Grado de disponibilidad		
			BAJO	MEDIO	ALTO
136	Medicamentos. Verificar la disponibilidad de medicamentos para emergencias. Se puede tomar como referencia el listado recomendado por OMS. <i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</i>	OK		1	
137	Material de curación y otros insumos. Verificar que exista en la central de esterilización una reserva esterilizada de material de consumo para cualquier emergencia (se recomienda sea la reserva que circulará el día siguiente). <i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</i>	OK		1	
138	Instrumental. Verificar existencia y mantenimiento de instrumental específico para urgencias. <i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</i>	OK			1
139	Gases medicinales. Verificar teléfonos y domicilio, así como la garantía de abastecimiento por parte del proveedor. <i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</i>	OK		1	
140	Equipos de ventilación asistida (tipo volumétrico). El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y condiciones de uso de los equipos de ventilación asistida. <i>B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.</i>	OK		1	

141	Equipos electro-médicos. El comité de emergencias del hospital debe conocer la cantidad y las condiciones de uso de los equipos electro médicos: B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.	OK		1	
142	Equipos para soporte de vida. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.	OK		1	
143	Equipos de protección personal para epidemias (material desechable). El hospital debe contar con equipos de protección para el personal que labore en áreas de primer contacto. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.	OK		1	
144	Carro de atención de paro cardiorrespiratorio. El comité de emergencia del hospital debe conocer la cantidad, condiciones de uso y ubicación de los carros para atención de paro cardiorrespiratorio. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.	OK	1		
145	Tarjetas de Triage y otros implementos para manejo de víctimas en masa. En el servicio de urgencias se difunde e implementa la tarjeta de TRIAGE en caso de saldo masivo de víctimas. Se debe evaluar según la capacidad instalada máxima del hospital. B= No existe; M= Cubre menos de 72 horas; A= garantizado para 72 horas o más.	OK	1		
TOTAL, FUNCIONAL TOTAL			1	40	18
			3	70	62
					2
					10

Paso 3: Tabulación automática de las respuestas de acuerdo a la categoría.

Categoría	Alta probabilidad de no funcionar	Probablemente funcione	Alta probabilidad de funcionar	Total
Estructural	30.83	50.42	18.75	100
No-estructural	37.20	55.78	7.02	100
Funcional	68.70	27.94	3.36	100.00

Paso 4: Ingreso de los pesos verticales a ser usados. Abajo se incluyen los pesos acordados por el GAMiD.

Ponderación vertical	
Estructural	0.5
No-estructural	0.3
Funcional	0.2

Categoría	Alta probabilidad de no funcionar	Probablemente funcione	Alta probabilidad de funcionar	Total
Estructural	15.42	25.21	9.38	50.00
No-estructural	11.16	16.73	2.10	30.00
Funcional	13.74	5.59	0.67	20.00
Total	40.32	47.53	12.15	100.00

Paso 5: Ingreso de los pesos horizontales a ser usados. Abajo se incluyen los pesos acordados por el GAMiD.

Ponderación horizontal		Factores de Seguridad	
Alta probabilidad de no funcionar	1	0.40	Extremo horizontal inferior
Probablemente funcione	2	0.95	
Alta probabilidad de funcionar	4	0.49	Extremo horizontal superior

Factor de seguridad final: 1.84

Paso 6: Cálculo del rango a ser usado para computar los índices de seguridad y vulnerabilidad

NOTA: Para evitar sesgos debido a las cifras concordadas de los pesos usados en las ponderaciones del modelo, se acordó usar un Rango que toma en cuenta ambos extremos de la escala horizontal de peso. En este caso, el nivel mínimo de la seguridad es 1 y la máxima puntuación es 4. El uso de un rango también le permite al evaluador apreciar gráficamente ambos índices y cómo éstos se relacionan entre sí. Se ha sugerido que estos niveles de seguridad podrían verse usando el concepto de un vaso

con agua. A medida que el hospital aumenta su factor de seguridad, el vaso se llenará más, es decir, se reducirá la vulnerabilidad.

$$\text{Rango} = \text{Extremo horizontal superior} - \text{Extremo horizontal inferior} = 4 - 1 = 3$$

Paso 7: Cálculo del índice de seguridad y el índice de vulnerabilidad

$$\text{Índice de seguridad} = S = \frac{\text{Factor seguridad} - \text{extremo horizontal inferior}}{\text{Rango}} = 0.28$$

$$\text{Índice inseguridad} = 1 - S = \frac{\text{Extremo horizontal superior} - \text{Factor seguridad}}{\text{Rango}} = 0.72$$

Índice seguridad	0.28
Índice de vulnerabilidad	0.72

Paso 8: Compare índices de seguridad con recomendaciones base.

Clasificación del establecimiento de salud: C

Índice de seguridad	Categoría	¿Qué se tiene que hacer?
0 – 0.35	C	Se requieren medidas urgentes de manera inmediata, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento no son suficientes para proteger la vida de los pacientes y el personal durante y después de un desastre.
0.36 – 0.65	B	Se requieren medidas necesarias en el corto plazo, ya que los niveles actuales de seguridad del establecimiento pueden potencialmente poner en riesgo a los pacientes, el personal y su funcionamiento durante y después de un desastre.
0.66 – 1	A	Aunque es probable que el hospital continúe funcionando en caso de desastres, se recomienda continuar con medidas para mejorar la capacidad de respuesta y ejecutar medidas preventivas en el mediano y largo plazo, para mejorar el nivel de seguridad frente a desastres.

ANEXO III: Planos.

Columna C1 1 φ 3/8" @ 0.05, 5 @ 0.10, 2 @ 0.15, Rto @ 0.20 Cada Ext.	Columna C2 1 φ 3/8" @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, Rto @ 0.20 Cada Ext.	Columna C3 1 φ 1/4" @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, Rto @ 0.20 Cada Ext.	Columna C4 1 φ 1/4" @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, Rto @ 0.20 Cada Ext.	Sección P1 1 φ 3/8" @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, Rto @ 0.20 Cada Ext.
--	--	--	--	--

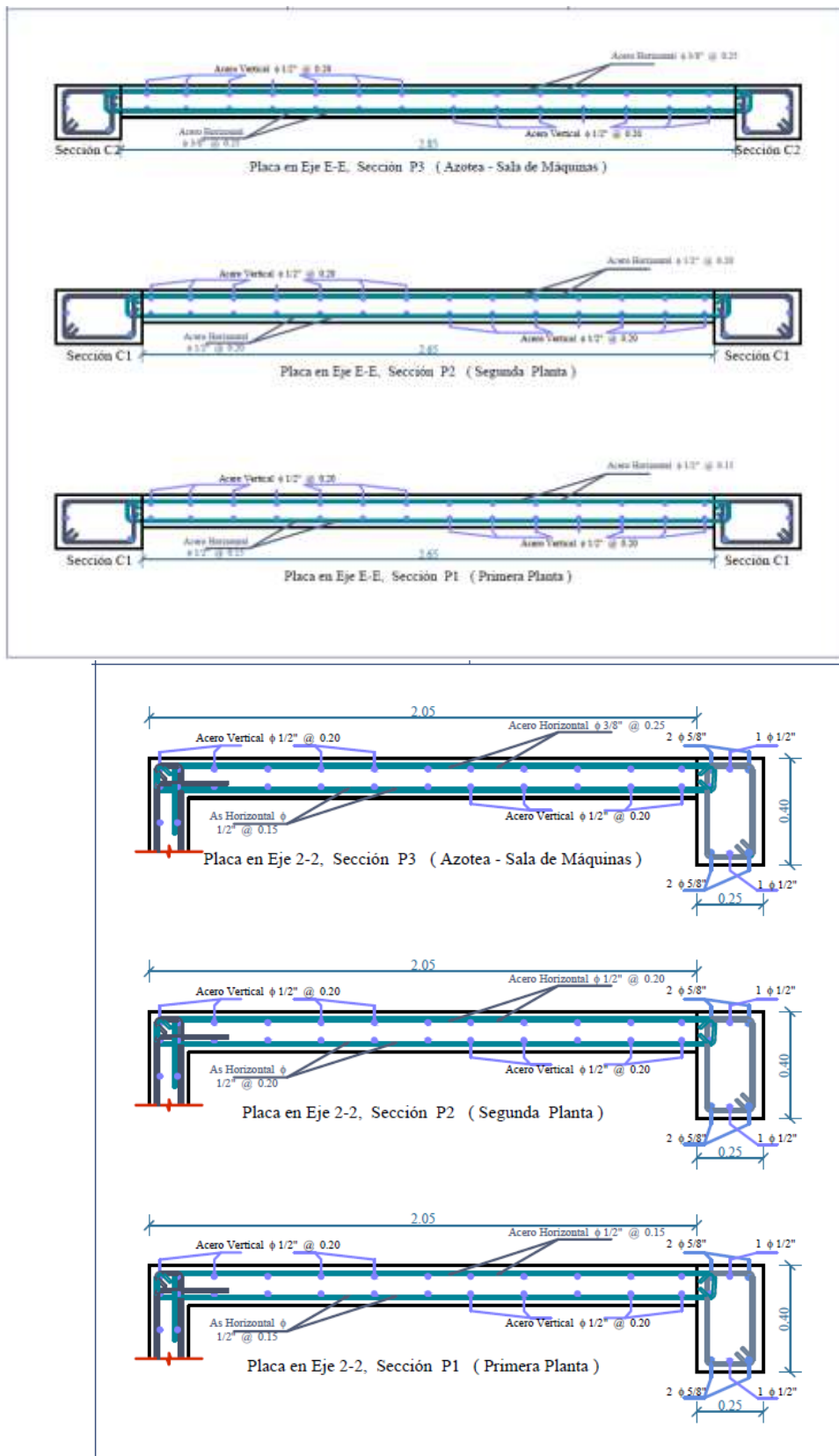


Figura 23. Cuadro de placas y columnas. (Fuente: Expediente Técnico)



Figura 24. Visita técnica al establecimiento de salud Toribio Casanova I-4 (Centro de salud municipal) – Cajamarca. Fecha: 17 – 06 - 2023



Figura 25. Sustentación de tesis “Vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del establecimiento de salud I-4 Toribio Casanova - Cajamarca”, de izquierda a derecha M. Cs. Ronald Salas Berrospi, Dr. Mauro Centurión Vargas, Ing. Dennis Asenjo Alarcón, M. Cs. José Luis Marchena Araujo, Dr. Ing. Roberto Mosqueira Ramírez. Fecha: 16 – 04 – 2025.