



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS
DEL BARRIO “DÁVALOS”, PARROQUIA VELAZCO, CANTÓN RIOBAMBA
- ECUADOR**

Autor: Roger Andrés Villavicencio Logroño.

Tutor: Ing. MG. Hugo Marcelo Otáñez Gómez

Quito, agosto 2023



DECLARACION JURAMENTADA

Yo, Roger Andrés Villavicencio Logroño, con cédula de identidad # 160047812-5, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual que correspondan relacionados a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

D. M. Quito, junio de 2023

Roger Andrés Villavicencio Logroño

CI: 160047812-5

Correo electrónico: rogerlog9511@gmail.com

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS
DEL BARRIO “DÁVALOS”, PARROQUIA VELAZCO, CANTÓN RIOBAMBA
- ECUADOR**

Realizado por:

Roger Andrés Villavicencio Logroño

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Ha sido dirigido por el profesor

Ing. MG. Hugo Marcelo Otáñez Gómez

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Ing. MG. Hugo Marcelo Otáñez Gómez

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Ing. _____

Ing. _____

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

Ing. _____

Ing. _____

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento es a dios por brindarme la vida, una familia maravillosa y grandes amigos que, en lo largo de mi vida, han sido mi apoyo y felicidad. Por ser la luz y quienes guían y acompañan mi camino, quiero agradecer en segundo lugar a mis padres y hermano, que demuestran un amor desinteresado e inmenso hacia mí; quiero agradecer también a mis amigos, que son la familia que he elegido y mis compañeros de batallas. Una vez más, estoy muy agradecido con la universidad que me ha acogido y con cada uno de mis docentes y tutores, me llevo grandes experiencias que en el futuro estoy seguro de que me ayudarán a ser una mejor persona y un excelente profesional.

DEDICATORIA

Por ser una mujer intachable, generosa y amable, además de la más importante en mi vida, amiga, confidente y una extraordinaria persona, le dedico este proyecto que iniciará una nueva e importante etapa en mi vida, al motor de mi ser, mi madre, así mismo, a dios que me ha brindado la oportunidad de tenerla como soporte de vida, de mi familia, que me permite seguirla viendo cada día, y me da la dicha de devolverle con esto un poco de todo su esfuerzo.

Este proyecto de investigación se lo dedico a mi querida madre y a dios por ser los pilares de mi vida.

RESUMEN

Riobamba es una ciudad pequeña de la sierra centro, capital de la provincia de Chimborazo; su expansión territorial no ha sido planificada y muchas de las veces, las condiciones socio económicas, falta de regulaciones y el desconocimiento de la población ante los riesgos, han inclinado la preferencia de la población por las construcciones informales, evitando la intervención de profesionales que corroboren la seguridad de un adecuado diseño de las estructuras.

El presente trabajo de investigación tiene como enfoque determinar la vulnerabilidad sísmico en las estructuras ubicadas en el barrio Dávalos, sector Velazco, de la ciudad de Riobamba; para esto ha sido necesario entender, cuáles son los parámetros que se deberían considerar dentro de un diseño sismo resistente, la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC), es una recopilación de normativas extranjeras, que brindan las pautas para el diseño, características generales y definiciones importantes que se deben manejar para una adecuada valoración de estas estructuras.

Dentro del Capítulo I, se plantea una breve introducción donde se limita el entorno a situarse la investigación, los antecedentes que muestran precedentes del tema, el planteamiento del problema en donde se considera el punto de partida de la investigación y la justificación que indica la importancia de la ejecución del proyecto; cabe mencionar que la importancia radica en no sólo determinar sino también difundir la importancia de emplear una adecuada dirección profesional para la construcción y posiblemente la necesidad de reforzamiento de las estructuras existentes.

Para el capítulo II, se propone dar un contexto de las definiciones necesarias para un diseño sismorresistentes necesarias para comprender la evaluación propuesta de

las estructuras tomadas como muestras, además de las condiciones propias de Riobamba.

Para el capítulo III se organiza la recopilación de la información en sitio, además de los procesos realizados, considerando cálculos tipo, jerarquización de la información, siempre dentro del marco establecido por la normativa ecuatoriana y siguiendo una metodología previamente establecida.

En el capítulo IV se establece el tratamiento de datos, en forma de estadísticas, tablas, modelación y resultados, siendo estos, la presentación de resultados; estos, serán necesarios para las conclusiones y recomendaciones incluidas en el capítulo V.

El sismo de 2016 en Ecuador fue la prueba contundente, que la construcción en Ecuador no es la adecuada en varias partes del territorio del país; por varios factores, mismos que, incentivan al estudio y análisis de vulnerabilidad de las estructuras, para proponer medidas de mitigación de efectos de posibles fenómenos futuros.

Palabras clave (6):

Vulnerabilidad sísmica, estructura, resistencia a la compresión, esclerómetro, análisis lineal y no lineal.

ABSTRACT

Riobamba is a small city in the central highlands, capital of the province of Chimborazo; its territorial expansion has not been planned and many times, the socio-economic conditions, lack of regulations and the population's ignorance of the risks, have inclined the population's preference for informal constructions, avoiding the intervention of professionals who corroborate the security of an adequate design of the structures.

This research work focuses on determining the seismic vulnerability in the structures located in the Dávalos neighborhood, Velazco sector, in the city of Riobamba; for this it has been necessary to understand, what are the parameters that should be considered within an earthquake resistant design, the Ecuadorian Construction Standard (NEC), is a compilation of foreign regulations, which provide guidelines for the design, general characteristics and important definitions that must be handled for an adequate assessment of these structures.

Within Chapter I, a brief introduction is proposed where the environment to be placed in the investigation is limited, the antecedents that show precedents of the subject, the approach of the problem where the starting point of the investigation is considered and the justification that indicates the importance of the execution of the project; It is worth mentioning that the importance lies in not only determining but also disseminating the importance of employing adequate professional management for construction and possibly the need to reinforce existing structures.

For chapter II, it is proposed to give a context of the necessary definitions for a seismic resistant design necessary to understand the proposed evaluation of the structures taken as samples, in addition to the conditions of Riobamba.

For chapter III, the collection of information on site is organized, in addition to the processes carried out, considering type calculations, hierarchy of information, always within the framework established by Ecuadorian regulations and following a previously established methodology.

Chapter IV establishes the treatment of data, in the form of statistics, tables, modeling and results, these being the presentation of results; these will be necessary for the conclusions and recommendations included in chapter V.

The 2016 earthquake in Ecuador was convincing proof that construction in Ecuador is not adequate in various parts of the country's territory; by various factors, which encourage the study and analysis of vulnerability of structures, to propose measures to mitigate the effects of possible future phenomena.

Keywords:

Seismic vulnerability, structure, compressive strength, sclerometer, linear and nonlinear analysis.

INDICE DE CONTENIDOS

DECLARACION JURAMENTADA	I
DECLARATORIA	II
DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VIII
INDICE DE CONTENIDOS	X
INDICE DE TABLAS	XV
INDICE DE ILUSTRACIONES	XVIII
INDICE DE ECUACIONES	XXI
CAPÍTULO I – GENERALIDADES	23
1.1. Antecedentes	23
1.2. Trabajos previos sobre el tema	24
1.3. Planteamiento del problema	24
1.4. Justificación	25
1.5. Objetivos	25
1.5.1. Objetivo Principal	25
1.5.2. Objetivos Secundarios	26
1.6. Alcance	26
	10

1.7.	Limitaciones	26
1.8.	Definición de variables	27
1.8.1.	Variables Independientes	27
1.8.2.	Variables Dependientes	27
1.9.	Relación entre variables	27
1.10.	Hipótesis	27
CAPÍTULO II - FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		28
2.1.	Fallas geológicas en el Ecuador.	28
2.2.	Tipos de fallas	29
2.2.1.	Falla Inversa	29
2.2.2.	Falla Normal	30
2.2.3.	Falla Transcurrente	30
2.3.	Peligro Sísmico	31
2.3.1.	Método Determinístico	31
2.3.2.	Método Probabilístico	32
2.4.	Origen de un Sismo	33
2.5.	Sismos en Ecuador	34
2.6.	Vulnerabilidad	35
2.6.1.	Vulnerabilidad sísmica	35
2.6.2.	Vulnerabilidad sísmica por el origen	35
2.6.3.	Vulnerabilidad sísmica progresiva	36
2.7.	Partes de un sismo	36
2.7.1.	Hipocentro	36
2.7.2.	Epicentro	37
		11

2.7.3.	Onda Sísmica	37
2.8.	Clasificación de los sismos	37
2.8.1.	Tectónicos	37
2.8.2.	Volcánicos	38
2.8.3.	Plutónicos	38
2.9.	Escalas de magnitud e intensidad	38
2.10.	Riesgo Sísmico	39
2.11.	Reseña del sismo en Riobamba	40
2.11.1.	Generalidades	40
2.11.2.	Parámetros del epicentro	40
2.11.3.	Réplicas	41
2.11.4.	Efectos	41
2.11.5.	Muertos y Heridos	41
2.12.	Normativa ecuatoriana de la Construcción	42
2.13.	Métodos de cálculos	42
2.13.1.	Análisis estático lineal	42
2.13.2.	Riesgo sísmico y diseño sismorresistente	43
2.13.3.	Espectro elástico e inelástico de diseño	47
2.13.4.	Configuración de la estructura e irregularidades	53
2.13.5.	Cargas y consideración de cargas	55
2.13.6.	Módulo de elasticidad	56
2.13.7.	Análisis no lineal o Pushover	57
2.14.	Curva de capacidad	58
2.15.	Rótulas plásticas	58

2.16.	Columna fuerte – Viga débil	59
2.17.	Ductilidad	59
2.18.	Desempeño sísmico	59
2.19.	Nivel de desempeño	60
2.19.1	Nivel de desempeño por la ATC-40	60
2.20.	Ensayos en hormigón	62
	Ensayos destructivos	62
	Ensayos no destructivos	63
2.21.	Sistema estructural	70
2.22.	Metodología para evaluación estructural	71
	CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE	73
3.1.	Metodología	73
3.2.	Levantamiento de información	74
3.2.1	Inspección visual	74
3.3.	Identificación de la vivienda tipo para el análisis de desempeño	76
3.4.	Ensayo No destructivo (Esclerómetro)	77
3.5.	Tabulación de resultados del ensayo	78
3.6.	Cálculo de la resistencia a compresión del hormigón sin el Factor de corrección.	79
3.7.	Cálculo de la resistencia a compresión del hormigón con el Factor de corrección.	81
3.8.	Resumen de la resistencia a compresión	82
	CAPÍTULO IV – RECOPIACIÓN DE RESULTADOS	83
4.1.	Datos de la vivienda tipo	83
		13

4.1.1	Módulo de elasticidad	84
4.1.2	Fluencia del acero	85
4.1.3	Factor de agrietamiento	85
4.1.4	Cargas muerta y cargas vivas	86
4.1.5	Carga viva	89
4.2.	Análisis sísmico	90
4.3.	Modelación	95
4.3.1	Creación de la grilla o ejes	96
4.3.2	Creación de los materiales	96
4.3.3	Creación de los elementos estructurales	102
4.3.4	Agrietamiento	103
4.3.5	Modelado de losa	104
4.3.6	Definición de cargas	104
4.3.7	Peso sísmico	105
4.3.8	Colocación de las cargas	105
4.3.9	Elaboración de diafragmas	106
4.3.10	Espectro NEC 2015	107
4.3.11	Coeficiente estático	108
4.3.12	Combinación de carga	108
4.4	Resultados	109
4.4.1	Análisis Estático Lineal	109
4.4.1.1	Fuerzas laterales por piso	109
4.4.1.2	Chequeo del peso de la estructura	109
4.4.1.3	Resultado del cortante basal manual y por ETABS	109

4.4.1.4	Participación de carga modal	110
4.4.1.5	Derivas NEC 2015	111
4.4.2	Análisis estático No lineal (PUHOVER)	112
4.4.2.1	Cargas Gravitacionales no lineal	112
4.4.2.2	Pushover	113
4.4.2.3	Espectro Análisis estático No lineal	114
4.4.3	Rótulas plásticas	115
4.4.4	Resultados de análisis estático no lineal	118
4.4.2.5	Revisión de las rótulas plásticas	120
CAPÍTULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		122
5.1.	Conclusiones	122
5.2.	Recomendaciones	123
5.3.	Referencias bibliográficas	123
5.4.	Anexos	127
	Anexos 1. Inspección visual rápido de las viviendas del barrio Dávalos	127
	Anexos 2. Diagramas de la obtención de la resistencia a compresión del hormigón	139

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tabla de terremotos del Ecuador con intensidades	28
Tabla 2	Escalas modificadas	38
Tabla 3	Zonificación sísmica para Ecuador	44
		15

Tabla 4 Tipos de perfiles en Ecuador	45
Tabla 5 Tipo de suelo y factores de sitio F_a ,	46
Tabla 6 Tipo de suelo y factores de sitio F_d	46
Tabla 7 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s .	47
Tabla 8 Relación de amplificación espectral	49
Tabla 9 Coeficientes según tipo de estructura	50
Tabla 10 Coeficiente de importancia I	51
Tabla 11 Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles	52
Tabla 12 Coeficiente R para sistemas estructurales poco dúctiles	52
Tabla 13 Elementos de configuración en elevación y planta de una estructura	53
Tabla 14 Irregularidades en la configuración de estructuras y coeficientes de irregularidad	54
Tabla 15 Combinación de cargas	56
Tabla 16 Nivel de desempeño para elementos estructurales	60
Tabla 17 Nivel de desempeño para elementos No estructurales	61
Tabla 18 Nivel de desempeño de la estructura	61
Tabla 19 Factor de corrección	69
Tabla 20 Sistema estructural	70
Tabla 21 Guía de evaluación sísmica de edificaciones	72
Tabla 22 Resultados del ensayo con el esclerómetro en el piso 1	78
Tabla 23 Resultados del ensayo con el esclerómetro en el piso 2	79
Tabla 24 Resultados de la resistencia a compresión de los elementos del piso 1	80
Tabla 25 Resultados de la resistencia a compresión del primer piso	80
Tabla 26 Resultados de la resistencia a compresión del segundo piso	80

Tabla 27 Tabulación de la resistencia a compresión del hormigón con el factor de corrección del primer piso	81
Tabla 28 Tabulación de la resistencia a compresión del hormigón con el factor de corrección del segundo piso	81
Tabla 29 Resultados finales de la resistencia a la compresión de la vivienda tipo	82
Tabla 30 Dimensiones de los elementos estructurales de la vivienda tipo	84
Tabla 31 Resumen de valores del módulo de elasticidad de la estructura	84
Tabla 32 Acero mínimo	85
Tabla 33 Factor de agrietamiento	85
Tabla 34 Peso de las columnas del piso 1	86
Tabla 35 Peso de las columnas del piso 2	86
Tabla 36 Peso de las vigas del piso 1 y 2	86
Tabla 37 Cálculo de la mampostería	88
Tabla 38 Cálculo del peso de la losa y acabados	89
Tabla 39 Cargas de mampostería e instalaciones	89
Tabla 40 Carga muerta (losa)	89
Tabla 41 Resumen de las cargas muertas	89
Tabla 42 Carga viva no sísmica para uso de patios y terrazas peatonales	90
Tabla 43 Carga viva no sísmica para uso vivienda.	90
Tabla 44 Resumen de carga viva en la estructura	90
Tabla 45 Datos de la zona de la vivienda tipo	91
Tabla 46 Zonificación y factor de zona Z	91
Tabla 47 Valores de los coeficientes del perfil del suelo	91
Tabla 48 Valor de la relación de amplificación espectral	92

Tabla 49 Coeficiente de la estructura	92
Tabla 50 Coeficiente de reducción sísmica	92
Tabla 51 Cálculo del espectro de respuesta elástico de aceleraciones	93
Tabla 52 Sa expresado como fracción de la aceleración de la gravedad	93
Tabla 53 Peso total de la estructura	94
Tabla 54 Cálculo de las fuerzas horizontales	109
Tabla 55 Modales de la estructura	110
Tabla 56 Cálculo de las derivas en sentido X y sentido Y	111

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Bloque diagrama que muestra el movimiento a lo largo de una falla Inversa	29
Ilustración 2 Bloque diagrama que muestra el movimiento a lo largo de una falla Normal	30
Ilustración 3 Bloque diagrama que muestra el movimiento a lo largo de una falla Transcurrente	30
Ilustración 4 Proceso para el análisis del peligro sísmico determinístico	32
Ilustración 5 Proceso para el análisis del peligro sísmico probabilístico	33
Ilustración 6 Evolución de los continentes	34
Ilustración 7 Partes de un sismo	36
Ilustración 8 Representación onda sísmica	37
Ilustración 9 Datos epicentrales	40
Ilustración 10 Mapa de isosistas	40
Ilustración 11 Réplicas reportadas	41
	18

Ilustración 12 Resumen de fallecidos	42
Ilustración 13 Espectro de diseño elástico	47
Ilustración 14 Curva de capacidad	58
Ilustración 15 Rotulas plásticas en columnas y vigas	59
Ilustración 16 Ensayo de diamantina	62
Ilustración 17 Ensayo de carbonatación	62
Ilustración 18 Equipo de ensayo	63
Ilustración 19 Martillo	64
Ilustración 20 Piedra abrasiva	64
Ilustración 21 Yunque de verificación	65
Ilustración 22 Nivel	65
Ilustración 23 Selección del área de prueba	66
Ilustración 24 Cuadrícula de ensayo	67
Ilustración 25 Ensayo del esclerómetro	67
Ilustración 26 Número mínimo de rebotes	67
Ilustración 27 Registro de datos de rebote	68
Ilustración 28 Esquema de resistencia a compresión del hormigón	69
Ilustración 29 Cantidad de viviendas encuestadas usando el formulario NEC-15	74
Ilustración 30 Tipología de estructural del barrio en estudio	75
Ilustración 31 Tipología de viviendas en porcentaje	75
Ilustración 32 Grado de Vulnerabilidad de las viviendas del barrio	76
Ilustración 33 Vivienda tipo	77
Ilustración 34 Cuadrícula para ensayo con esclerómetro	77
Ilustración 35 Ensayo en columna, viga y losa	78

Ilustración 36 Vista general vivienda tipo	83
Ilustración 37 Cálculo de mampostería	87
Ilustración 38 Cálculo del peso de la losa y acabados	88
Ilustración 39 Diagrama del espectro de respuesta de aceleración	95
Ilustración 40 Elaboración de grilla	95
Ilustración 41 Elaboración de los ejes	96
Ilustración 42 Creación de la resistencia de cada elemento	97
Ilustración 43 Creación del módulo de elasticidad de cada elemento	97
Ilustración 44 Esfuerzo de fluencia del acero	98
Ilustración 45 Definición de las columnas piso 1, de 30x25	99
Ilustración 46 Definición de las vigas piso 1, de 30x20	100
Ilustración 47 Definición de la losa del piso 1, $e=20$ cm	101
Ilustración 48 Definición de las dimensiones de las columnas para el piso 1,2	102
Ilustración 49 Definición de las dimensiones de las vigas para el piso 1,2	102
Ilustración 50 Inercia de agrietamiento en columnas	103
Ilustración 51 Inercia de agrietamiento en vigas bandas	103
Ilustración 52 Definición de losa en SAP 2000	104
Ilustración 53 Asignación de los patrones de cargas de la estructura	104
Ilustración 54 Asignación del peso sísmico	105
Ilustración 55 Asignación de carga viva	105
Ilustración 56 Asignación de carga muerta	106
Ilustración 57 Asignación de los diafragmas para cada piso	106
Ilustración 58 Ingreso del espectro dinámico	107
Ilustración 59 Coeficiente estático K y C en x	108

Ilustración 60 Asignación de las cargas combinadas de la NEC-SE-DS-2015	108
Ilustración 61 Peso de la estructura	109
Ilustración 62 Resultado cortante basal calculado por ETABS	110
Ilustración 63 Participación de carga modal	110
Ilustración 64 Carga Gravitacional No lineal	112
Ilustración 65 Asignación del análisis no lineal	113
Ilustración 66 Convergencia a 10 iteraciones	114
Ilustración 67 Espectro del análisis estático no lineal	115
Ilustración 68 Asignación de rótulas plásticas en columnas	116
Ilustración 69 Rótulas plásticas en columnas vista 3D	116
Ilustración 70 Asignación de las rótulas plásticas	117
Ilustración 71 Vigas con rótulas plásticas	117
Ilustración 72 Gráfica cortante vs desplazamiento en X	118
Ilustración 73 Curva de capacidad y curva de demanda en sentido x	118
Ilustración 74 Gráfica cortante vs desplazamiento en Y	119
Ilustración 75 Curva de capacidad y curva de demanda en sentido Y	119
Ilustración 76 Presencia de rótulas plásticas en X	120
Ilustración 77 Presencia de rótulas plásticas en Y	121
Ilustración 82 Columna del piso 2	139
Ilustración 83 Vigas del piso 2	139
Ilustración 84 Losa del piso 2	140

INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1 Riesgo Sísmico</i>	39
	21

<i>Ecuación 2 Espectro de respuesta elástico para $0 \leq T \leq T_c$</i>	49
<i>Ecuación 3 Espectro de respuesta elástico para $T > T_c$</i>	49
<i>Ecuación 4 Espectro de respuesta elástico para $0 \leq T \leq T_0$</i>	49
<i>Ecuación 5 Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleración.</i>	49
<i>Ecuación 6 Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico para $T > T_c$.</i>	49
<i>Ecuación 7 Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico para $T > T_c$.</i>	50
<i>Ecuación 8 Módulo de elasticidad según la NEC, 2015</i>	56
<i>Ecuación 9 Módulo de elasticidad</i>	57
<i>Ecuación 10 Factor de corrección</i>	69
<i>Ecuación 11 Módulo de elasticidad para uso en Riobamba - Chimborazo</i>	84
<i>Ecuación 12 Acero mínimo</i>	85
Ecuación 13 Cálculo del periodo de vibración	92
Ecuación 14 Cálculo del espectro elástico	93
Modelación Ecuación 15 Cálculo del coeficiente basal	94
Modelación Ecuación 16 Cálculo del cortante basal	94
Modelación Ecuación 17 Cálculo del cortante basal a, mano	109
Ecuación 18 Carga muerta para el análisis no lineal	112
Ecuación 19 Aplicación de control	113

CAPÍTULO I – GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Ecuador por su ubicación en la costa oriental del Océano Pacífico forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico. Denominado así por ser altamente susceptible a

percibir erupciones volcánicas y terremotos. Debido a que se produce cambios continuos en la superficie del planeta y dando lugar a la interacción de las placas tectónicas.

Para Ecuador, la influencia entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca crea una zona de subducción en las costas y múltiples zonas tectónicas activas en el territorio por lo cual provocan sismos en el país. Al pasar el tiempo se ha contemplado un registro de acontecimientos por sismos en Ecuador como los terremotos de Riobamba en el año de 1797, Ambato año de 1949, Esmeraldas año de 1979, Reventador año de 1987, Macas año de 1995, Bahía año de 1998, Pedernales año de 2016, Esmeraldas año de 2022.

Existen ramales de fallas en el Ecuador y se le considera a uno de ellos el de Pallatanga-Chingual, que se cree que en algún ramal se activó la falla que ocasionó el devastador sismo en la antigua Riobamba el 4 de febrero en el año de 1797 siendo epicentro. Cuya magnitud fue de 8.3. Históricamente es el más devastador dejando como cifras más de 12 mil víctimas.

La necesidad inminente de conocer si las edificaciones tienen vulnerabilidad sísmica, en sectores que han dado lugar a eventos sísmicos al pasar del tiempo, el cual, conlleva a contemplar una evaluación sísmica en edificaciones construidas y conocer si las mismas siguen siendo edificaciones resistentes o vulnerables ante un evento sísmico que se pueda producir, esto ayudaría a concientizar a los sectores donde se desarrollaría el estudio de vulnerabilidad sísmica.

Por este motivo todas las edificaciones deberían contemplar y ejecutarse con todas las especificaciones técnicas y requerimientos de diseño que están en la normativa ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-DS, 2015), por el cual, el presente

proyecto de investigación tiende a realizar la evaluación de vulnerabilidad en edificaciones de un barrio ubicado en la ciudad de Riobamba.

1.2.Trabajos previos sobre el tema

- Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas existentes de hormigón armado, en el sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, del Distrito Metropolitano de Quito, (Posso, 2021).
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida, (Chávez, 2016). Se describe la importancia de la vulnerabilidad y porcentaje de daño que se asocian con la posible ocurrencia de grandes sismos.
- Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (2016). Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la Ciudad de Cuenca. Obtenido de Scientific Electronic Library Online:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001. Realiza el estudio de peligro sísmico en Ecuador y da propuestas curvas y mapas de desastres sísmicos.

1.3.Planteamiento del problema

Las edificaciones que se encuentran en el sector del barrio Dávalos han demostrado tener viviendas antiguas las cuales no han tenido ninguna planificación de diseño, planos estructurales y por ende una modelación estructural, se han construido

por medio de mano de obra no calificada, a las cuales se les considera construcciones informales.

Al pasar el tiempo han ido surgiendo más edificaciones y las cuales se les considera edificaciones modernas debido a que tienen menos de 4 años de estar construidas y llevan un proceso constructivo por mano de obra calificada y supervisada por un profesional de la construcción.

1.4. Justificación

La mayoría de las edificaciones en el sector son informales ya que no tienen un proceso de diseño y ejecución dado por un profesional calificado, también otro motivo es el ámbito económico, lo cual lleva a esta situación de informalidad, por esta razón, no se dan cuenta del peligro al que se exponen.

La finalidad de este proyecto de investigación es dar a conocer el estado de vulnerabilidad de las edificaciones que se encuentran en el barrio “Dávalos” en la actualidad y como se vería afectado ante un evento sísmico de gran magnitud.

El beneficio de este resultado será para el sector donde se evaluará, para posteriormente el encargado del sector pueda brindar la información y sea cimiento para futuros análisis de proyectos similares en diferentes casos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo Principal

Determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones del barrio “Dávalos” - parroquia Velazco de la ciudad de Riobamba, empleando un muestreo, modelación y

análisis estructural en conjunto con la Norma Ecuatoriana de la Construcción para la validación de la importancia de un buen diseño y edificación de las estructuras.

1.5.2. Objetivos Secundarios

- Identificar las patologías de las edificaciones mediante el modelo de evaluación propuesto por la NEC-15, como base para el análisis de la vulnerabilidad de las estructuras en el sector de estudio.
- Determinar la resistencia a la compresión del hormigón de la vivienda tipo con el ensayo no destructivo del esclerómetro
- Ejecutar un análisis cualitativo y cuantitativo mediante el método estático lineal y no lineal para la identificación del desempeño de la estructura.

1.6. Alcance

El proyecto procederá con un análisis cualitativo y su estudio se desarrollará en el área más vulnerable, se tabulará la zona y se aceptará como muestra tipo la edificación más comprometida, se realizará ensayos no destructivos con la ayuda del esclerómetro que nos indica el dato de la resistencia del hormigón (f^c) en las vigas y las columnas de concreto, esta información se tabulará y posteriormente se realizará la modelación estructural utilizando el método estático lineal, modal espectral y método estático no lineal (pushover) a través de un programa de elementos finitos.

No se realizará ensayos de pachómetro, planos de reingeniería como son planos estructurales, a su vez no se realizará estudios de suelos, reforzamiento estructural ni interacción suelo – estructura.

1.7.Limitaciones

- Falta de información
- Para la determinación de los armados no se dispone del pachómetro por el cual se asumirá cuantías mínimas
- No se necesitará información de la cimentación debido a que no se realizará la modelación suelo – estructura.
- Estudios de suelos

1.8.Definición de variables

1.8.1. Variables Independientes

- Geometría de la estructura
- Parámetros mecánicos de los materiales
- Ubicación
- Tipo de suelo

1.8.2. Variables Dependientes

- Derivas
- Vulnerabilidad

1.9. Relación entre variables

En base de la geometría, materiales y ubicación se delimitan los parámetros para una modelación, con esta modelación se obtienen derivadas, vulnerabilidad y desempeño de la estructura.

1.10. Hipótesis

Existe vulnerabilidad sísmica alta en el barrio Dávalos, parroquia Velazco, cantón Riobamba – Ecuador.

CAPÍTULO II - FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1. Fallas geológicas en el Ecuador.

La falla geológica se debe a una segmentación de las rocas por las grandes fuerzas a las que fueron sometidas y al estar en movimiento estas fallas geológicas provocan sismos. El Ecuador por estar en la interacción de las placas de Nazca y Sudamericana produce fuerzas que fracturan su interior y a estas se les denomina fallas geológicas. (Rivadeneira Francisco, 2007)

Ecuador por su ubicación geográfica, se encuentra en una zona de gran actividad sísmica y volcánica; por otro lado, existe una normativa vigente para la construcción que contemplan dichas características, brindan un formato y métodos de cálculo para el análisis sismo resistentes.

Tabla 1 Tabla de terremotos del Ecuador con intensidades

No.	FECHA Año/mes/día	EPICENTRO		INT MAX	ZONA DE MAYOR AFECTACIÓN
		Lat.	Lon.		
1	1541 04 sd	0,10	-77,80	VIII	Napo
2	1587 08 31	0,00	78,40	VIII	Pichincha
3	1645 03 15	1,68	-78,55	IX	Chimborazo, Tungurahua
4	1674 08 29	1,70	-79,00	IX	Chimborazo, Bolívar
5	1687 11 22	-1,10	-78,25	VIII	Tungurahua
6	1698 06 20	1,45	78,30	X	Tungurahua, Chimborazo
7	1736 12 06	0,78	78,80	VIII	Pichincha, Cotopaxi
8	1749 01 20	4,00	79,20	VIII	Loja
9	1755 04 28	0,21	78,48	VIII	Pichincha
10	1757 02 22	0,93	78,61	IX	Cotopaxi, Tungurahua
11	1786 05 10	1,70	78,80	VIII	Chimborazo
12	1797 02 04	-1,43	-78,55	XI	Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar
13	1834 01 20	1,30	-76,90	XI	Carchi, Nariño* (Colombia)
14	1859 03 22	0,40	78,40	VIII	Pichincha, Imbabura, Cotopaxi
15	1868 08 15	0,60	78,00	VIII	Carchi
16	1868 08 16	0,31	78,18	IX	Imbabura, Carchi, Pichincha
17	1896 05 03	0,51	80,45	IX	Manabí
18	1906 01 31	1,00	81,30	IX	Esmeraldas, Nariño (Colombia)
19	1911 09 23	1,70	-78,90	VIII	Chimborazo, Bolívar

No.	FECHA Año/mes/día	EPICENTRO		INT MAX	ZONA DE MAYOR AFECTACIÓN
		Lat.	Lon.		
20	1913 02 23	4,00	79,40	VIII	Loja, Azuay
21	1914 05 31	0,50	78,48	VIII	Pichincha, Cotopaxi
22	1923 02 05	0,50	78,50	VIII	Pichincha
23	1923 12 16	0,90	77,80	VIII	Carchi, Nariño (Colombia)
24	1926 12 18	0,80	77,90	VIII	Carchi
25	1929 07 25	0,40	78,55	VIII	Pichincha
26	1938 08 10	0,30	78,40	VIII	Pichincha
27	1942 05 14	0,01	-80,12	IX	Manabí, Guayas, Bolívar
28	1949 08 05	1,25	78,37	X	Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi
29	1953 12 12	3,40	80,60	VIII	Loja, norte del Perú
30	1955 07 20	0,20	78,40	VIII	Pichincha, Imbabura
31	1958 01 19	1,22	79,37	VIII	Esmeraldas
32	1961 04 08	2,20	-78,90	VIII	Chimborazo
33	1964 05 19	0,84	80,29	VIII	Manabí
34	1970 12 10	-3,79	80,66	IX	Loja, El Oro, Azuay, norte del Perú
35	1987 03 06	0,87	-77,14	IX	Napo, Sucumbios, Imbabura
36	1995 10 02	-2,79	-77,97	VIII	Morona Santiago
37	1998 08 04	-0,55	-80,53	VIII	Provincia de Manabí

Fuente 1 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

1.2. Tipos de fallas

Los tipos de fallas se pueden clasificar por su inclinación o por la orientación que tienen.

1.2.1. Falla Inversa

La falla inversa se la denomina por el desplazamiento del bloque superior hacia arriba y el del bloque inferior hacia abajo, debido a este suceso las fallas inversas están relacionadas a esfuerzos de compresión que provocan una reducción en la corteza terrestre. (Bolaños Luna, 2004)

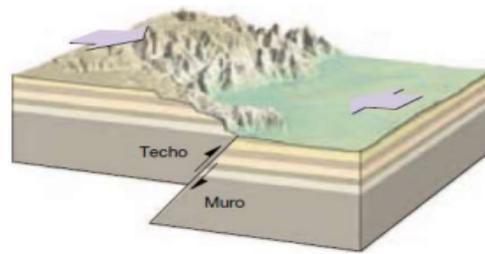


Ilustración 1 Bloque diagrama que muestra el movimiento a lo largo de una falla Inversa

Fuente 2 (Tarbuck E, 2005)

1.2.2. Falla Normal

La falla normal es ocasionada por el desplazamiento del bloque superior hacia abajo y el bloque inferior hacia arriba, debido a este suceso la falla normal está relacionada a esfuerzos de tensión produciendo estiramiento en la corteza. (Bolaños Luna, 2004)

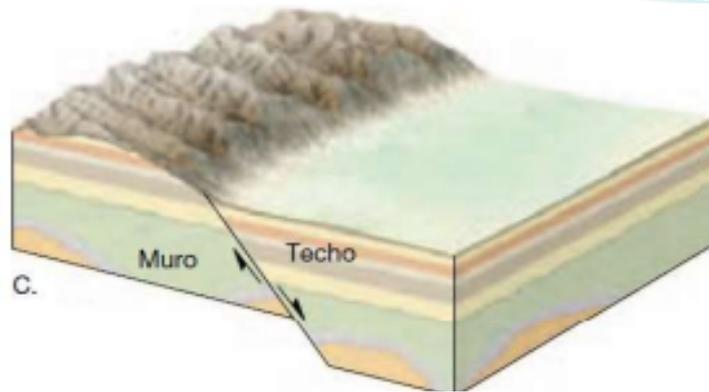


Ilustración 2 Bloque diagrama que muestra el movimiento a lo largo de una falla Normal

Fuente 3 Extraído de (Tarbuck E, 2005)

1.2.3. Falla Transcurrente

Es la falla que se desplaza horizontalmente a sus dos bloques adyacentes, dependiendo a su movimiento respectivo del otro. (Bolaños Luna, 2004)

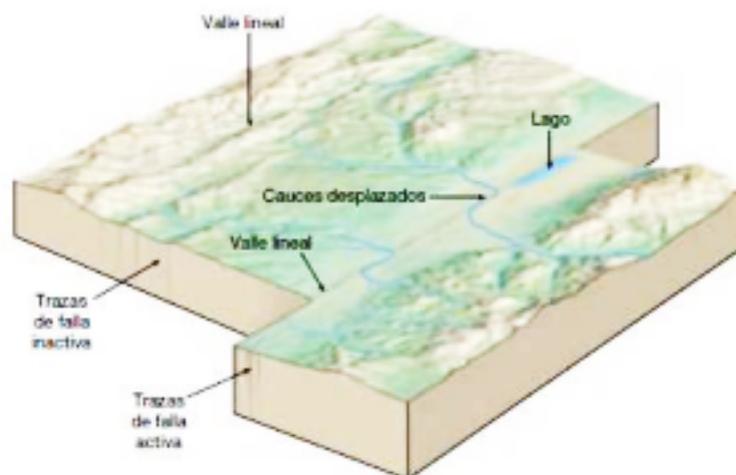


Ilustración 3 Bloque diagrama que muestra el movimiento a lo largo de una falla Transcurrente

Fuente 4 Extraído de (Tarbuck E, 2005)

1.3. Peligro Sísmico

Es la probabilidad de aumentar cierto valor de intensidad en un periodo de tiempo dado, respecto al movimiento del suelo en una zona determinada. (Co-ordinator, 1980)

El interés de los profesionales se dirige a medir la amenaza sísmica del modo que se puede percibir los daños producidos por sismos o mediante estructuras que han sufrido daños. Existen dos métodos los cuales ayudan a representar el peligro sísmico y estos parámetros son: análisis determinístico y análisis probabilístico. Ambos métodos definen la sismicidad como un fenómeno y dan referencia a que los sismos en el futuro se les considera de la misma manera que los sismos ocurridos en el pasado. (Sarachanga, 1997)

1.3.1. Método Determinístico

El método se enfoca en una zona donde se ha suscitado un peligro sísmico, el cual llevará un análisis de peligrosidad con la perspectiva de estimar el pico del sismo o la respuesta estructural que se puede generar en el lugar. Para contemplar su tamaño se conocerá la historia sísmica (mediante datos, referencias o documentación) para llevar una estimación más precisa de la magnitud de los sismos.

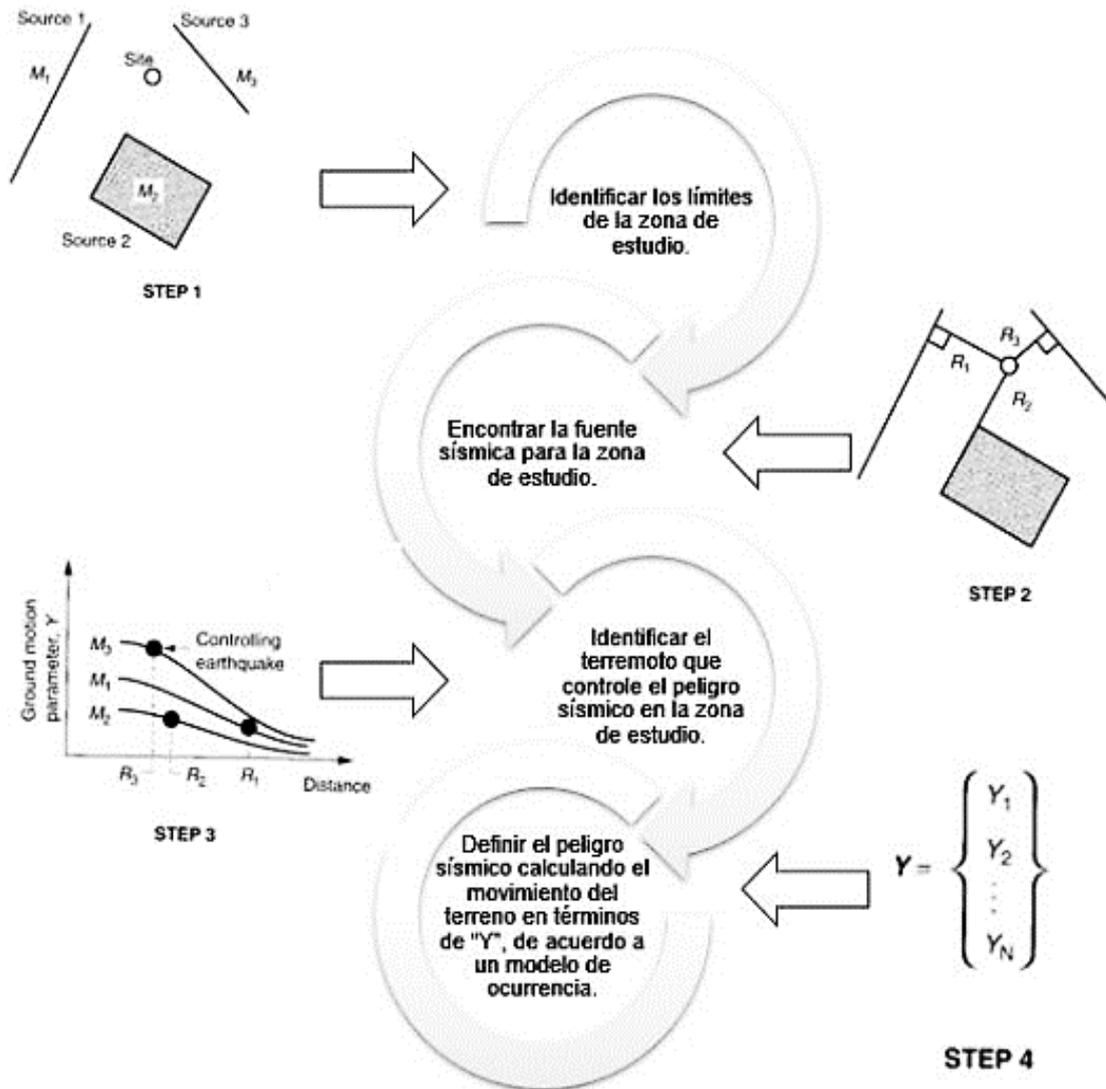


Ilustración 4 Proceso para el análisis del peligro sísmico determinístico

Fuente 5 Extraído de (Kramer, 1996)

1.3.2. Método Probabilístico

El método probabilístico hace énfasis en los conocimientos de sucesos ocurrido con anterioridad a través del tiempo y estos datos estadísticos ayudan a predecir actividades sísmicas a futuro.

Al contrario de los métodos determinístico, que solo nos muestra la probabilidad del valor máximo, estos métodos proporcionan datos correspondientes a supuestos

variados. De esta forma es posible deducir el valor requerido para diseñar una estructura.

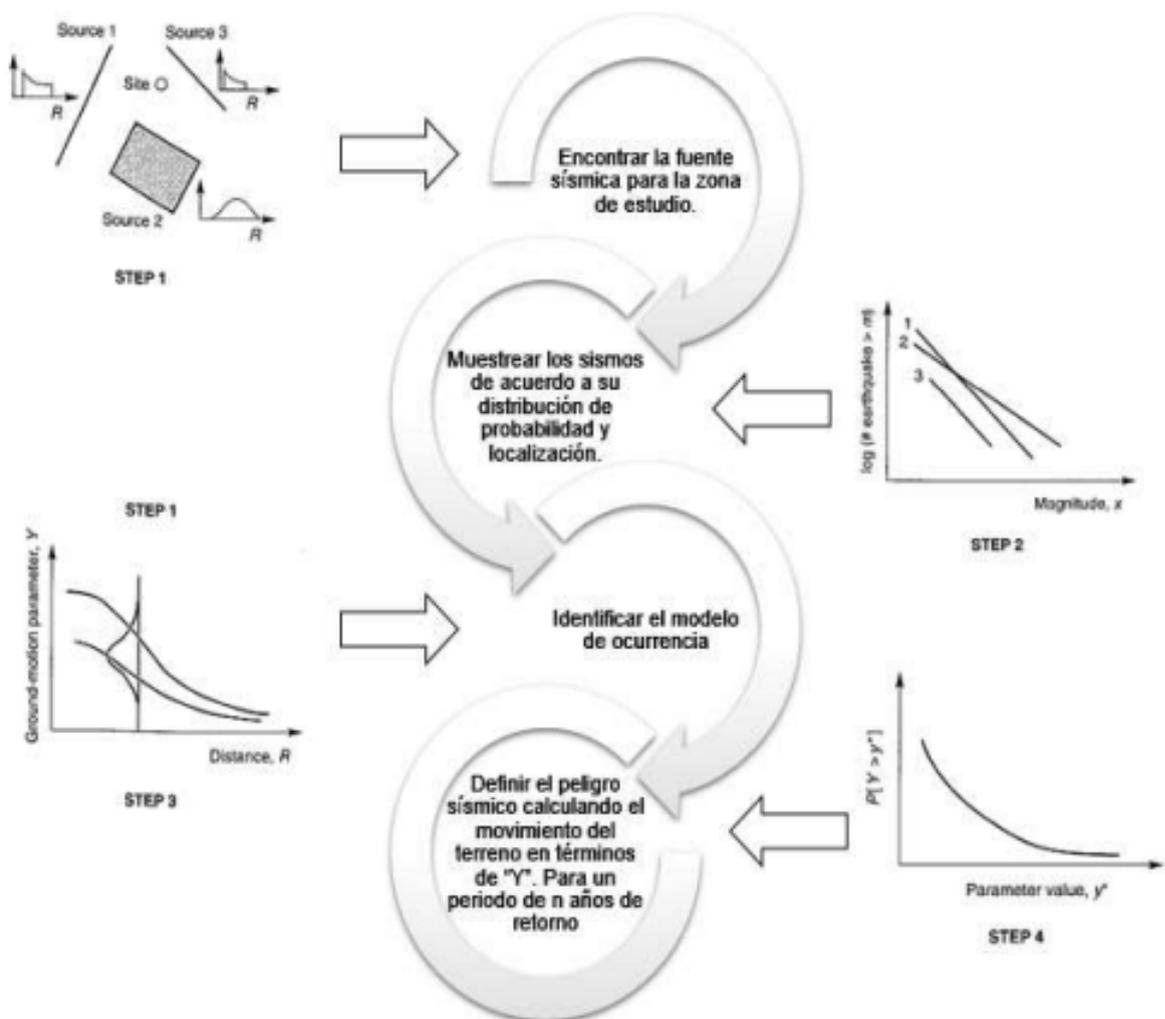


Ilustración 5 Proceso para el análisis del peligro sísmico probabilístico

Fuente 6 (Kramer, 1996)

1.4. Origen de un Sismo

Los sismos se originan de varias formas como, por ejemplo, fallas geológicas o tectónicas, por colisiones de meteoritos, erupciones volcánicas o por actividad de minería y pruebas nucleares.

Además, hay sismos por la liberación de energía, producida cuando se desplaza los materiales en todas sus direcciones. La energía se libera y se conduce por medio de ondas a través del movimiento de las placas tectónicas. (Russell, 2010)

A lo largo del tiempo y por la liberación de estas energías y muchos sucesos más que nos indica la ciencia se formaron los continentes.

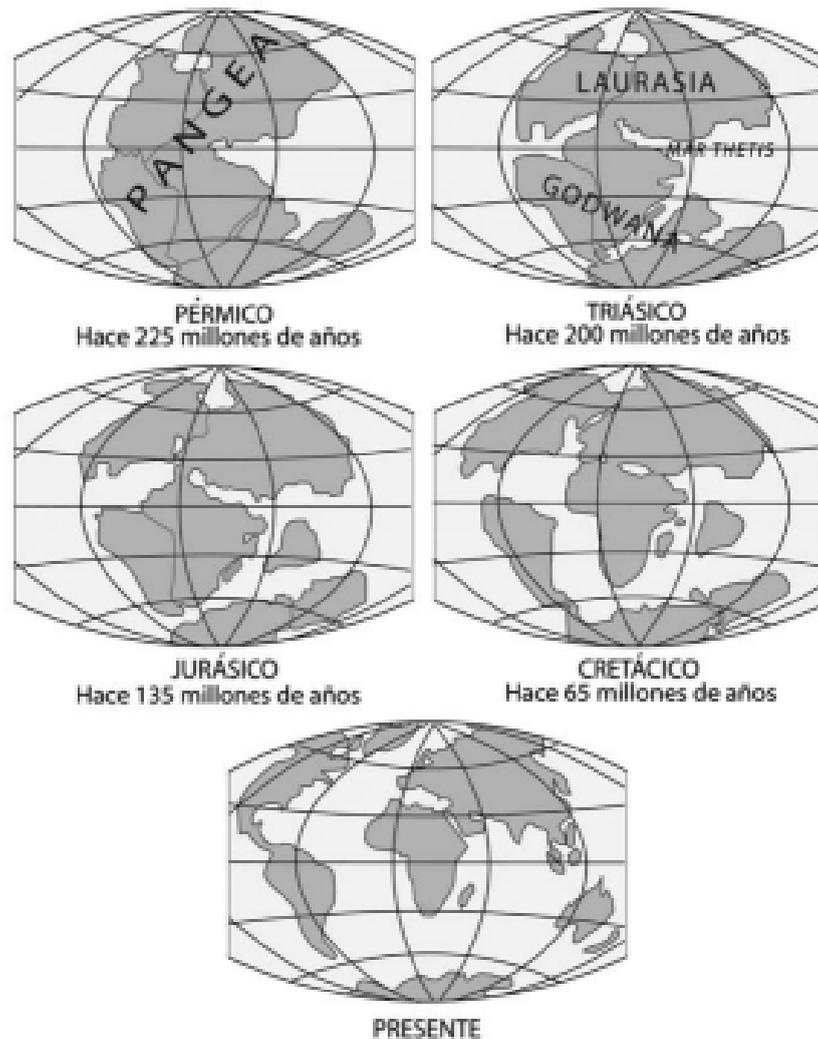


Ilustración 6 Evolución de los continentes

Fuente 7 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

1.5.Sismos en Ecuador

Ecuador por su ubicación en la costa oriental de Océano Pacífico lo integra al famoso Cinturón de Fuego del Pacífico, denominado de esta forma por estar susceptible a evidenciar y experimentar terremotos y erupciones volcánicas. Para Ecuador, los sucesos entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca producen una zona de subducción en las costas y algunas zonas tectónicas al interior de Ecuador. (Rivadeneira Francisco, 2007)

A lo largo de la historia icónica de Ecuador se puede nombrar algunos eventos destructivos y los más conocidos por su gran tamaño destructivos son los siguientes: sismo de la ciudad de Riobamba en el año de 1797, sismo en la ciudad de Ambato en el año de 1949, sismo en la ciudad de Esmeraldas en el año de 1979, sismo del Reventador en el año de 1987, sismo en la ciudad de Macas en el año de 1995, sismo en la provincia de Esmeraldas en el año del 2016. Todos ellos conocidos por dejar grandes secuelas sociales y económicas para el país. (Rivadeneira Francisco, 2007)

1.6.Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se la define como al grado de pérdida de un elemento o varios elementos tras la aparición de un evento sísmico destructivo.

1.6.1. Vulnerabilidad sísmica

Es el tipo de daño que sufre una estructura dependiendo de las características de un evento sísmico, independientemente de esto, una estructura puede ser vulnerable pero no va a estar en peligro de colapso o daños si se encuentra en una zona que no tiene una peligrosidad sísmica alta. (Barbath H, 2005)

1.6.2. Vulnerabilidad sísmica por el origen

Este tipo de vulnerabilidad hace su criterio a las edificaciones que no son concebidas bajo un criterio de diseño por un especialista, además de no tener un orden de ejecución y fiscalización de este, el factor de vulnerabilidad puede ser corregido al momento de realizar una rehabilitación de la estructura.

1.6.3. Vulnerabilidad sísmica progresiva

Esta vulnerabilidad se enfatiza en las edificaciones que al pasar sus años sus materiales van poco a poco perdiendo sus propiedades físico - mecánicas con los cuales fueron construidas, los factores y cambios climáticos o fenómenos naturales son los principales agentes para que la edificación preste a ser vulnerable. Para ello es debidamente importante el mantenimiento progresivo.

1.7. Partes de un sismo

La configuración de un sismo es: Epicentro, Hipocentro, Onda Sísmica

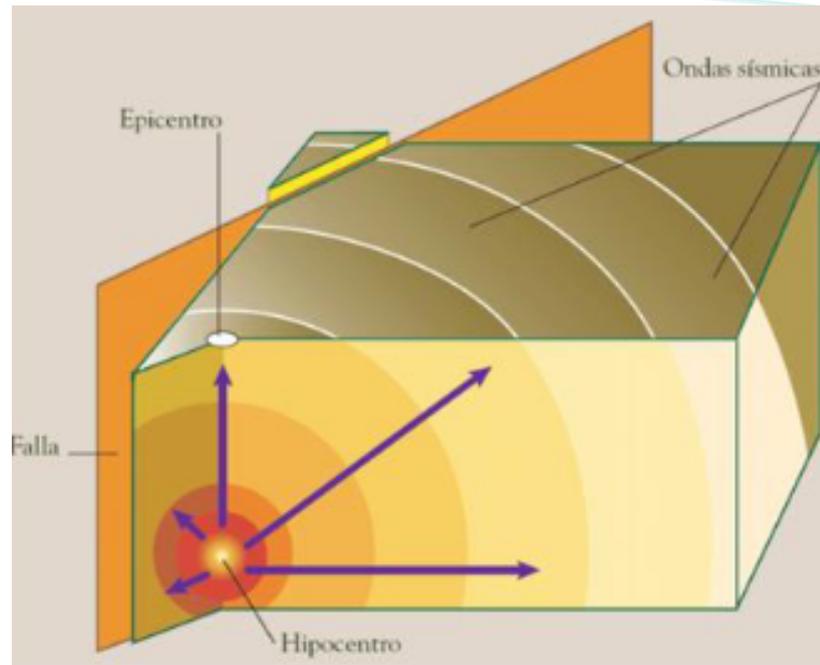


Ilustración 7 Partes de un sismo

Fuente 8 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

1.7.1. Hipocentro

Es el punto de irradiación en el cual se inicia un terremoto, se localiza a una profundidad variable de la tierra y por ende se lo denomina foco sísmico. Deducimos que el hipocentro es el punto preciso situado por debajo del epicentro sísmico

1.7.2. Epicentro

Es la parte o un sitio de la superficie terrestre que se localiza verticalmente del hipocentro.

1.7.3. Onda Sísmica

Es la energía liberada a partir de un foco llamado hipocentro.

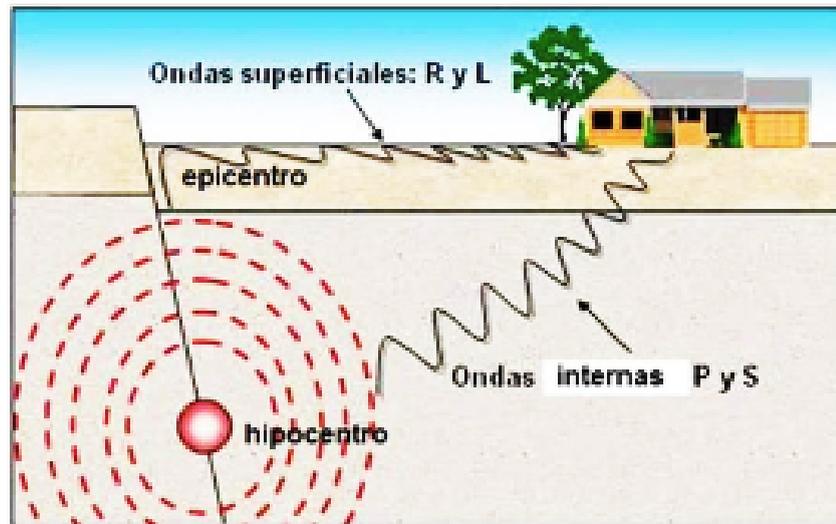


Ilustración 8 Representación onda sísmica

Fuente 9 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

1.8. Clasificación de los sismos

1.8.1. Tectónicos

Es la deformación de la corteza terrestre, estos son los que mayormente está en el interés de todos debido a su liberación de energía extraordinariamente mayor comparada a los otros tipos de sismos.

1.8.2. Volcánicos

Son producidos directamente por fallas dentro del cono del volcán y se debe a la presión de la lava que se ejerce, su energía total es pequeña ocasionado daños alrededor del volcán.

1.8.3. Plutónicos

Se originan en las profundidades y liberan una gran cantidad de energía, pero no llegan a ser tan catastróficas debido a que sus ondas llegan amortiguadas a la superficie.

1.9. Escalas de magnitud e intensidad

Tabla 2 Escalas modificadas

I	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II	Se percibe solo por algunas personas en reposo, particularmente las ubicadas en los pisos superiores de los edificios.
III	Se percibe en los interiores de los edificios y casas.
IV	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.
V	La mayoría de las personas lo percibe aún en el exterior. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y aún pueden derramarse. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.
VI	Lo perciben todas las personas. Se atemorizan y huyen hacia el exterior. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se producen grietas en algunos estucos. Se hace visible el movimiento de los árboles, o bien se les oye crujir.
VII	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas o mal proyectadas. Se dañan los muebles. Caen tro-

	zos de estucos, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos; el agua se enturbia.
VIII	Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aún el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. Caen igualmente monumentos, columnas, torres y estanques elevados. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos.
IX	Se produce pánico general.
X	Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. El agua de canales, ríos, lagos, etc., sale proyectada a las riberas.
XI	Muy pocas estructuras de albañilerías quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las tuberías (cañerías subterráneas) quedan totalmente fuera de servicio.
XII	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

Fuente 10 Extraído de (Rivadeneira Francisco, 2007)

1.10. Riesgo Sísmico

Es el porcentaje de pérdidas humana, daños a estructuras, efectos en la economía del sector por el desastre de un sismo y esto se le puede llevar a cabo por la siguiente fórmula:

$$R = H \times V \times E$$

Ecuación 1 Riesgo Sísmico

Fuente 11 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

R= Riesgo Sísmico

H= Amenaza o peligrosidad

V= Vulnerabilidad

E= Elementos en riesgos

1.11. Reseña del sismo en Riobamba

1.11.1. Generalidades

El terremoto que se presentó en el año de 1797 fue en la historia del Ecuador unos de los más grandes suscitados en el territorio e incluso en su tiempo fue el más grande del continente Sudamericano. (Alvarado, 2004)

1.11.2. Parámetros del epicentro

Los parámetros fueron obtenidos en base a la intensidad

FECHA	HORA (TL)	LAT. Sur	Lon. Oeste	MAG.*	INT. MSK
1797 02 04	07h. 45m	1.43 Sur	78.55 Oeste	8.3	11

Ilustración 9 Datos epicentrales

Fuente 12 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

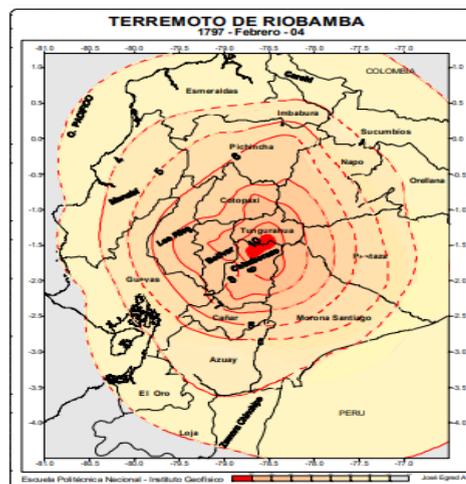


Ilustración 10 Mapa de isosistas

Fuente 13 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

La gráfica de isosistas nos indica que las ondas se reflejan de norte a sur dando su paso a través de la Cordillera de los Andes

1.11.3. Réplicas

Durante el evento sísmico de tal magnitud dieron paso a temblores que perduraron durante 4 meses, pero según las crónicas se relata que siguieron por mucho más tiempo.

FECHA	HORA (TL)	INTENSIDAD - NOTAS
Febrero 4	10h	IV
4	16h	IV
4	22h	III
4	23h	III
5	12h 45m	VII Nuevos daños de alguna consideración
6	16h	V
8	19h 30m	VI Daños moderados
Marzo 20	--	III
Abril	--	Continúan sintiéndose temblores moderados en la zona epicentral, que no causan daños
Marzo	--	A partir de este mes: temblores moderados y débiles por algunos meses

Ilustración 11 Réplicas reportadas

Fuente 14 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

1.11.4. Efectos

Los principales efectos encontrados en las crónicas fueron la total destrucción de Riobamba, zonas y pueblos aledaños quedaron dañados, se desplomaron montañas, los cauces de los ríos cambiaron. Algunos lugares se hundieron y otros emergieron, además de licuefacciones, grietas, deslizamiento de tierras. (Alvarado, 2004)

1.11.5. Muertos y Heridos

El estimado aproximado según los datos obtenidos muestran que no son exactos, pero dan una referencia y la cifra nos indica que hubo 12293 muertos a todo lo largo del evento sísmico. (Alvarado, 2004)

Resumen General de Muertos en los Pueblos destruidos	
En el Corregimiento de la Villa de Riobamba	6036
En el del Asiento de Ambato	5908
En el de Latacunga	234
En el de Guaranda	67
En la Tenencia de Alausí	48
Número total de víctimas	12.293

Ilustración 12 Resumen de fallecidos

Fuente 15 extraído de (Rivadeneira, y otros, 2007)

1.12. Normativa ecuatoriana de la Construcción

La Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC 2015), brinda una pauta para realizar un análisis sismorresistente de estructuras; esta norma es la recopilación de requerimientos y metodologías de normas extranjeras, que buscan un nivel de seguridad de vida y un nivel de prevención de colapso.

Entre los capítulos de los que consta la NEC, se encuentra: Cargas (no sísmicas), Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente, Riesgo sísmico, Evaluación, Rehabilitación de estructuras, Geotecnia y Diseño de Cimentaciones, Estructuras de Hormigón Armado, Estructuras de Acero, Estructuras de Mampostería Estructural, Estructuras de Madera, Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m

1.13. Métodos de cálculos

Para los métodos de cálculo se ha considerado, los siguientes:

1.13.1. Análisis estático lineal

Para el análisis estático lineal, en el cálculo se considera una relación entre la demanda que va a tener la estructura y la capacidad para la cual ha sido diseñada; el modelo parte de la premisa de determinar el desplazamiento máximo, suponiendo que existe una proporcionalidad entre la deformación unitaria y el esfuerzo, como lo menciona la Ley de Hooke.

Esta suposición no contempla fuerzas inerciales y de amortiguación, reconociendo las aceleraciones con tendencia a cero.

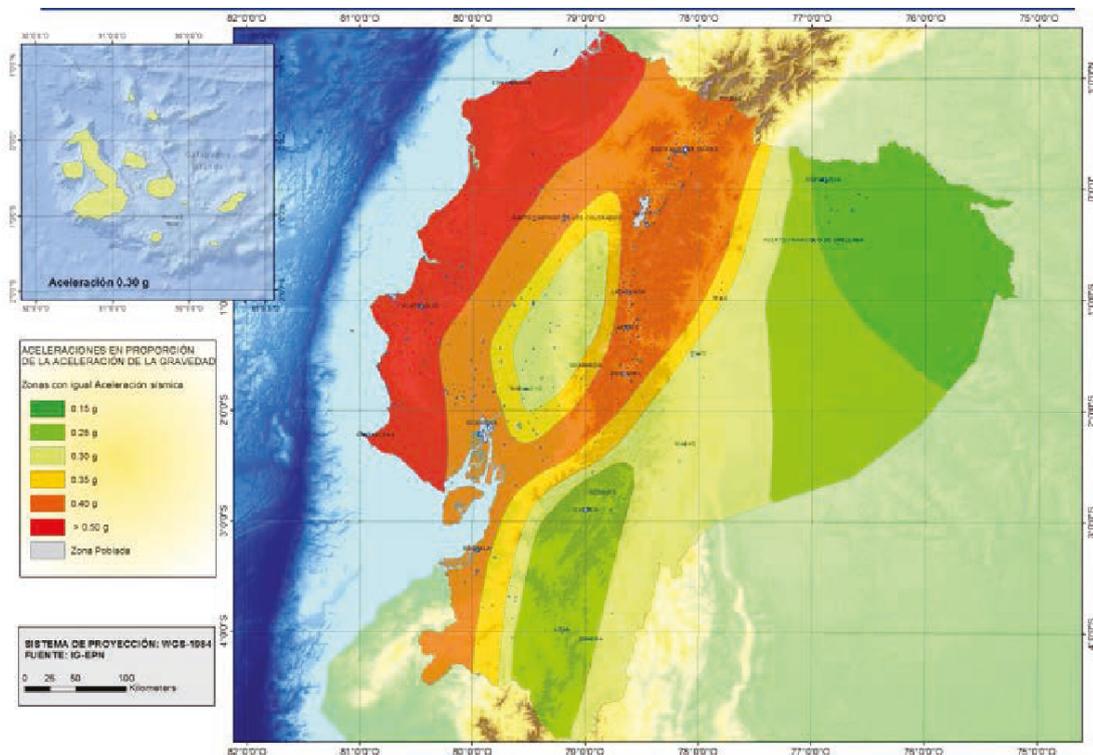
1.13.2. Riesgo sísmico y diseño sismorresistente

La filosofía de diseño sismo resistente permite el análisis del nivel de seguridad de vida, el objetivo por desempeño requiere las condiciones mínimas que deben tener las estructuras, garantizando a sus usuarios una correcta funcionalidad; dichas normas han ido evolucionando en relación con el tiempo, ajustándose a un mundo de mayor optimización de recursos y que a la vez, demuestren un adecuado funcionamiento. Adicional, es necesario definir el término “riesgo” como la posibilidad de que se suscite una eventualidad. Las estructuras de uso normal según la normativa deben soportar los desplazamientos laterales, producto del sismo de diseño, considerando la respuesta inelástica.

Dentro de la (NEC, 2015), se presentan las características del tipo de suelo, región y condiciones, a través de una zonificación, ya que están contribuyen con la determinación de la respuesta de una edificación a sollicitaciones sísmica del suelo considerando aceleraciones, velocidades y desplazamientos de cada elemento. Para el

presente proyecto, se ha enfocado en la ciudad de Riobamba; la norma nos brinda un mapa donde según los colores se diferencia el tipo de riesgo, muy alto, alto o leve:

Tabla 3 Zonificación sísmica para Ecuador



Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F	Clasificación de tipos de suelo especial					

Fuente 16 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (período de retorno 475

años), adicional, se muestran los tipos de perfiles acorde a su procedencia y sus propiedades físico, químicas y mecánicas, estos perfiles pueden ser A, B, C, D, E y F, donde se enfocan las siguientes características

Tabla 4 Tipos de perfiles en Ecuador

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_{s2} \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_{s2} \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_{s2} \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ kPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> V_{s2} \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de los dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ 100 kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índices de Plasticidad IP > 75)	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30 m)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia o ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Fuente 17 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

Por otro lado, también se debe han considerado en la norma coeficientes de amplificación de los tipos de suelos, acorde de la zona y perfil que se maneje. F_a , representa el coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto

Tabla 5 Tipo de suelo y factores de sitio F_a ,

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección					

Fuente 18 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

Siendo F_d , la amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.

Tabla 6 Tipo de suelo y factores de sitio F_d

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente 19 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

Por otro lado, F_s representa el comportamiento no lineal de los suelos.

Tabla 7 Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s .

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Fuente 20 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

1.13.3. Espectro elástico e inelástico de diseño

Uno de los parámetros donde se conjugan varios elementos e indicadores, es el espectro de diseño, este corresponde a la zona donde se ubica y las características del tipo y perfil de suelo, según su caracterización.

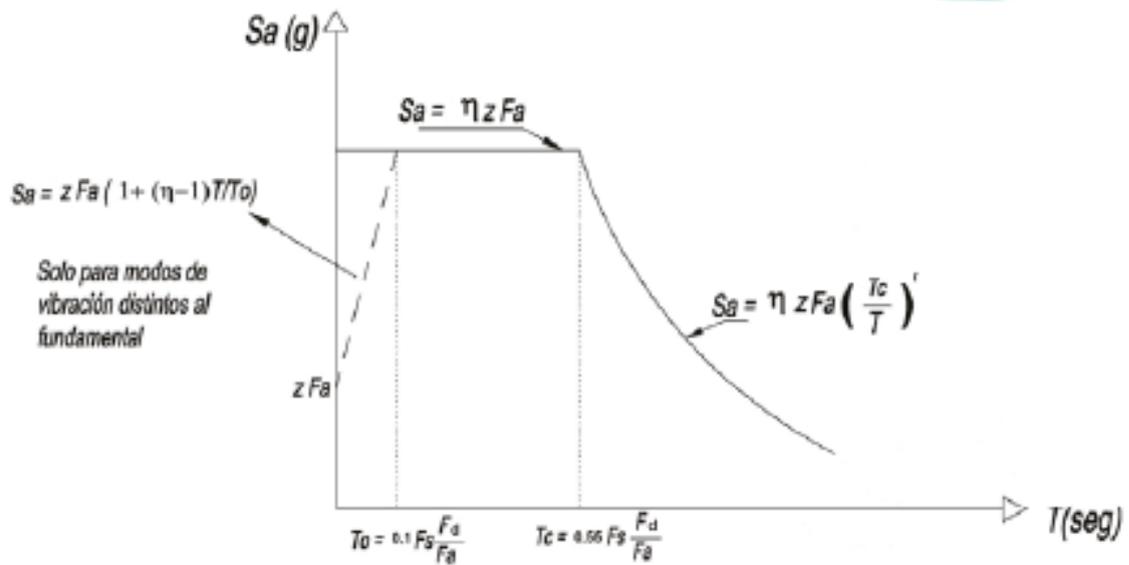


Ilustración 13 Espectro de diseño elástico

Fuente 21 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

Donde:

η = Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

F_a = Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó.

F_d = Coeficiente de amplificación de suelo.

F_s = Coeficiente de amplificación de suelo.

S_a = Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g).

T = Período fundamental de vibración de la estructura

T_0 = Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño

T_c= Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño

Z= Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad **g**.

Fuente 22 extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

Al igual que los otros parámetros, la relación de amplificación espectral varía acorde a la región por el peligro sísmico de las zonas.

Tabla 8 Relación de amplificación espectral

Relación de amplificación espectral	Región del Ecuador
$\eta = 1.80$	Provincias de la costa, excepto Esmeraldas
$\eta = 2.48$	Provincias de la sierra, Esmeraldas y Galápagos
$\eta = 2.60$	Provincias del oriente
Factor de espectro r	Tipo de suelo
$r = 1$	Todo tipo de suelos, con excepción del tipo E
$R = 1.5$	Para suelos tipo E

Fuente 23 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

Entre los diferentes parámetros que se deben considerar:

$$S_a = \eta Z F a$$

Ecuación 2 Espectro de respuesta elástico para $0 \leq T \leq T_c$

Fuente 24 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

$$S_a = \eta Z F a \left(\frac{T_c}{T} \right) r$$

Ecuación 3 Espectro de respuesta elástico para $T > T_c$

Fuente 25 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

$$S_a = ZF_a \left[1 + (n + 1) * \left(\frac{T}{T_o} \right) \right]$$

Ecuación 4 Espectro de respuesta elástico para $0 \leq T \leq T_o$

Fuente 26 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

$$T_c = 0.55 F_s \left(\frac{F_d}{F_a} \right)$$

Ecuación 5 Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleración.

Fuente 27 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

$$T_o = 0.10 F_s \left(\frac{F_d}{F_a} \right)$$

Ecuación 6 Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico para $T > T_c$.

Fuente 28 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

$$T = C_t h_n^\alpha$$

Ecuación 7 Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico para $T > T_c$.

Fuente 29 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

C_t Coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

T Período de vibración

Estas consideraciones responden a la siguiente tabla:

Tabla 9 Coeficientes según tipo de estructura

Tipo de estructura	Ct	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.80
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.90
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Fuente 30 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

Por otro lado, las edificaciones también son diseñadas, acorde a la importancia que estas consideren para sus usuarios, con el fin de aumentar resistencia y suplir la demanda que se requiere:

Tabla 10 Coeficiente de importancia I

Categoría	Tipo de coeficiente	Coeficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	e Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Fuente 31 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

Otro de los factores que también inciden en el diseño, es el conocido factor R, que muestra la ductilidad de la estructura y especialmente en sus conexiones. Esta ductilidad será directamente relacionada con el tipo de estructura, tipo de suelo, periodo de vibración y condiciones límite.

Tabla 11 Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

Sistemas estructurales dúctiles	
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
Pórticos resistentes a momentos	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Fuente 32 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

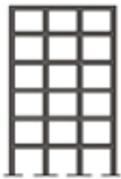
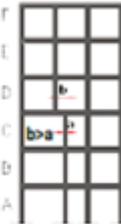
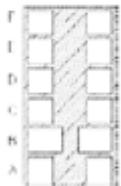
Tabla 12 Coeficiente R para sistemas estructurales poco dúctiles

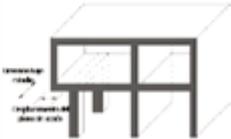
Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada R	
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia.	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

1.13.4. Configuración de la estructura e irregularidades

Entre los factores que influyen para determinar la vulnerabilidad de las viviendas, se encuentra no sólo las amenazas provenientes de elementos externos, como sismos o las diferentes sollicitaciones que se pueden presentar; sino también los riesgos que predispone la propia configuración de las estructuras.

Tabla 13 Elementos de configuración en elevación y planta de una estructura

<p>CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN</p> <p>$\phi E_i=1$</p>	<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles.</p> <p>$\phi E_i=1$</p>	
<p>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas.</p>	<p>La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.</p>	
<p>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia.</p>	<p>La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).</p>	
<p>Columna corta</p>	<p>Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.</p>	

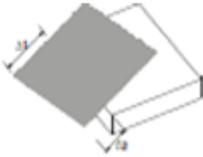
CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_{Pi}=1$	La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_{Pi}=1$	
Desplazamiento de los planos de acción de elementos verticales.	Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.	

Fuente 34 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

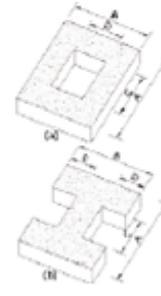
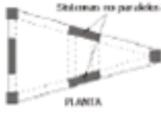
Esta tabla nos da la pauta para emplear los coeficientes de configuración estructural, mismos que, incrementarán el valor del cortante de diseño, para que, dentro del diseño, provea de mayor resistencia a la estructura; sin embargo, en un caso de evaluación estructural, donde sea desconocido el método de diseño o si existiera alguno, se debe considerar estas irregularidades. Por tanto, dentro del diseño es recomendable evitar la presencia de las irregularidades mencionadas y dentro de la evaluación estructural, es importante considerarlas.

Tabla 14 Irregularidades en la configuración de estructuras y coeficientes de irregularidad

Irregularidades en la configuración de estructuras

Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_{Pi}=0.9$	Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia.	
--	---	---

$$\Delta > 1.2 \frac{(\Delta_1 + \Delta_2)}{2}$$

<p>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_{Pi}=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$</p>	<p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_{Pi}=0.9$ a) $CxD > 0.5AxB$ b) $[CxD + CxE] >$ $0.5AxB$</p>	<p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_{Pi}=0.9$</p>	<p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	

Fuente 35 Tabla extraída de (NEC-SE-DS, 2015)

1.13.5. Cargas y consideración de cargas

Tanto para el diseño, como para la evaluación de estructuras preexistentes de la edificación se consideran cargas vivas, muertas y dinámicas.

Dentro de las cargas muertas se consideran, elementos estructurales (columnas, vigas, losas) y no estructurales (acabados estructurales, mampostería, techos). Por otro lado, la carga viva corresponderá a la funcionalidad de la estructura, es decir, las personas para las cuales va destinada las construcciones, mobiliario, accesorios, equipos u otros; finalmente, existen otras cargas a considerar, como por ejemplo viento, granizo y la misma respuesta dinámica de la estructura frente a los posibles sismos.

Al no conocer a que se enfrentará la estructura, ni cómo se presentará cualquier sollicitación externa, la norma considera una combinación de cargas, adicional, las multiplica por un factor de influencia, de acuerdo con las siguientes:

Tabla 15 Combinación de cargas

Nº	Combinación	Significado
1	1.4D	D Carga permanente
2	1.2D + 1.6L + 0.5máx [Lr, S, R]	E Carga de sismo
3	1.2D + 1.6L + 0.5máx [Lr, S, R] + 1máx [L, 0.5W]	L Sobrecarga (carga viva)
4	1.2D + 1.0W + L + 0.5máx [Lr, S, R]	Lr Sobrecarga cubierta
5	1.2D + 1.0E + L + 0.2S	(carga viva)
6	0.9D + 1.0W	S Carga de granizo
7	0.9D + 1.0E	W Carga de viento

Fuente 36 Tabla extraída de (NEC-SE-CS, 2015)

1.13.6. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad, también conocido como “módulo de Young”, es un parámetro dentro del diseño sismo resistente, que indica la rigidez de los elementos estructurales, este indicador depende de cada material e influye en los desplazamientos, por lo que, ayuda con la determinación de derivas de piso, deflexiones y agrietamientos. El valor del módulo de elasticidad se obtiene a partir de la relación de la resistencia a la compresión, por lo que la norma recomienda la ecuación:

$$E_c = 4.7 * \sqrt{f'c}$$

Ecuación 8 Módulo de elasticidad según la NEC, 2015

Fuente 37 extraído de (NEC-SE-DS, 2015)

Dónde:

Ec Módulo de elasticidad para el hormigón (GPa)

f'c Resistencia a la compresión del hormigón (MPa)

Para conocer esta característica tan importante dentro de esta investigación y conociendo la muestra a examinar, se realizarán pruebas con el esclerómetro para cada caso.

Sin embargo, esta fórmula del módulo de elasticidad tiende a tener variaciones acordes a la calidad de los agregados del hormigón y del aglomerante que se ocupa, una de las investigaciones (Guaño Colcha , 2015), hizo referencia al sector y tomó como punto de partida, las ecuaciones planteadas por la ASTM C 469, con los calculados por la ACI y la NEC. En esta investigación, se alcanzó el 88.08% del propuesto por el ACI 318-08 y del 86.31% de la ACI 363-92, el módulo de elasticidad promedio que se determinó para el área con relación a un $f'c$ de 210 kg/cm².

$$13220.70 * \sqrt{f'c}$$

Ecuación 9 Módulo de elasticidad

Fuente 38 extraído de (Guaño C, 2015)

1.13.7. Análisis no lineal o Pushover

Estos métodos parten de la premisa de conocer los desplazamientos, deformaciones, etc. Por lo que, conocer la rigidez de los elementos es fundamental, adicional, el método considera que las deformaciones deben ser superiores a un 50% del unitario, según los materiales.

Los niveles de desempeño corresponden a la filosofía de diseño, en donde se diseña conforme a las medidas que tendrá la estructura posterior a un evento, siendo totalmente operativo inmediatamente, ocupación inmediata bajo algunas condiciones, seguridad de vida que se requiere brindar al usuario o la prevención del colapso (donde el daño es controlado).

1.14. Curva de capacidad

La curva de capacidad es la relación que se da entre la aplicación de una fuerza lateral en la estructura y el desplazamiento que se efectúa.

La curva de capacidad se genera específicamente para demostrar la respuesta en función del primer modo de la estructura. (Oliva, 2017)



Ilustración 14 Curva de capacidad

Fuente 39 extraído (FEMA-440)

1.15. Rótulas plásticas

Es el comportamiento de los elementos estructurales cuando el acero llega a su plastificación y tienden a girar por las cargas soportadas sin tener en cuenta los momentos. (Gonzales, 2018)

Las rótulas plásticas se originan por el aumento de la resistencia en sus conexiones, para controlar una rótula plástica cuando se suscita un sismo, debemos realizar un diseño donde en primera instancia se forme rotulas plásticas en las vigas que en las columnas y esto evita daños intensos en la estructura.

El control que se realiza es que la resistencia a la flexión originadas en las columnas será mayor a la sumatoria de los momentos al centro del nudo

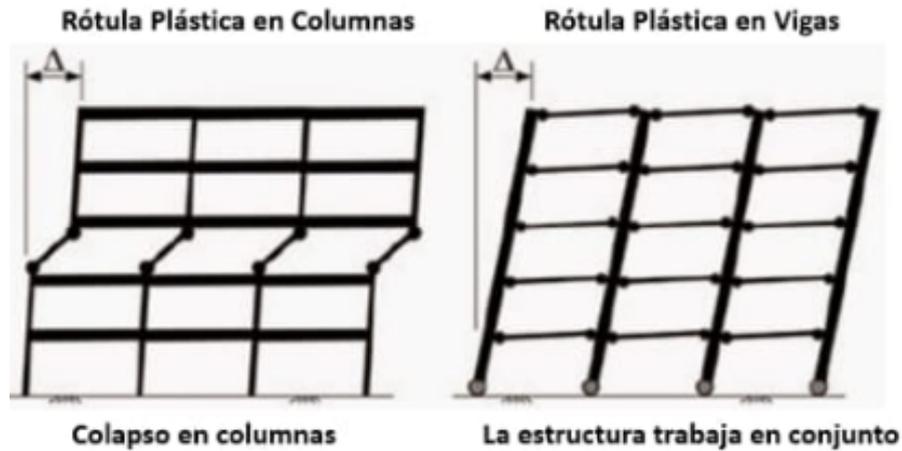


Ilustración 15 Rotulas plásticas en columnas y vigas

Fuente 40 extraído (CEIE,2019)

1.16. Columna fuerte – Viga débil

Se considera por columna fuerte – viga débil a las rótulas plásticas que se crean en las vigas, por ende, no deben iniciarse en las columnas, con este análisis entendemos que formaremos una seguridad mucho mayor a la edificación evitando un desplome o su destrucción.

1.17. Ductilidad

Es la sección de un elemento estructural con la posibilidad de deformarse mucho más allá de su rango elástico sin perder su rigidez y resistencia, cuando se aplican cargas laterales en un evento sísmico. (NEC-SE-DS, 2015)

1.18. Desempeño sísmico

Es el diseño de una estructura mediante programas con elementos finitos que nos permite conocer cómo es el comportamiento de una estructura con la aplicación de cargas sísmicas.

1.19. Nivel de desempeño

El nivel de desempeño nos permite identificar los daños que puede presentar un componente estructural como un componente no estructural.

2.19.1 Nivel de desempeño por la ATC-40

Proponen algunos puntos para los elementos estructurales y los elementos no estructurales

Tabla 16 Nivel de desempeño para elementos estructurales

SP-1 Inmediata ocupación	Nivel donde presenta daño en elementos estructurales, el daño es moderado y es posible habitar sin riesgo.
SP2- Daño controlado	Nivel donde presenta daño en elementos estructurales, el daño es moderado y necesita reparaciones sencillas.
SP-3 Seguridad	Nivel donde presenta daño en la estructura y es inseguro habitar, su reparación llega a ser costoso.
SP-4 Seguridad limitada	Nivel donde presenta un daño en la estructura muy alto y no es posible habitar.
SP-5 Estabilidad estructural	Nivel donde presenta colapso de la estructura.
SP-6 No considerado	No forman parte del nivel de desempeño.

Fuente 41 extraído (ATC-40,1996)

Tabla 17 Nivel de desempeño para elementos No estructurales

NP-A Operacional	Nivel donde no presenta daños estructurales después de haber ocurrido un sismo.
NP-B Inmediata ocupación	Nivel donde presenta daño en sus elementos no estructurales y no presenta inseguridad para habitar.
NP-C Seguridad	Nivel donde presenta daño en sus elementos no estructurales, no sufre colapso y algunas instalaciones quedan fuera de servicio y aún sigue siendo seguro para habitar.
NP-D Amenaza	Nivel donde presenta daño en sus elementos no estructurales sin sufrir colapso y es posible habitar.
NP-E No considerado	No forman parte del nivel de desempeño, se puede realizar una evaluación sísmica.

Fuente 42 extraído (ATC-40,1996)

Tabla 18 Nivel de desempeño de la estructura

	SP-1 Inmediata Ocupación	SP-2 Daño Controlado (rango)	SP-3 Seguridad	SP-4 Seguridad Limitada (rango)	SP-5 Estabilidad Estructural	SP-6 No Considerado
NP-A Operacional	1-A Operacional	2-A	NR	NR	NR	NR
NP-B Inmediata Ocupación	1-B Inmediata Ocupación	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C Seguridad	1-C	2-C	3-C Seguridad	4-C	5-C	6-C
NP-D Amenaza	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
NP-E No Considerado	NR	NR	3-E	4-E	5-E Estabilidad Estructural	NO Aplicable

Fuente 43 extraído (ATC-40,1996)

1.20. Ensayos en hormigón

Ensayos destructivos

Extracción de diamantina

Este ensayo consiste en sacar probetas o cilindros de hormigón de una obra inicial o existente para la obtención de la resistencia.



Ilustración 16 Ensayo de diamantina

Fuente 44 extraído (QAMAQI,2020)

Carbonatación

Este ensayo se usa para conocer si existe carbonatación en un elemento de hormigón, el cual consiste en colocar un indicador colorimétrico en una zona específica, este se tona de color rosáceo este indicará que no existe carbonatación, pero si no se obtiene ningún color en la zona de ensayo el hormigón presenta carbonatación.



Ilustración 17 Ensayo de carbonatación

Fuente 45 extraído (ATE IMCYC, 2012)

Desgaste por abrasión

Es el ensayo que realiza un desgaste mediante fricción a los elementos que se usan para la elaboración del hormigón y así conocer las propiedades y obtener un buen diseño en la mezcla.

Ensayos no destructivos

Es un método que se usa para evaluar un elemento de hormigón, sin perjudicar o alterar sus características, además, su finalidad es obtener un estimado de la resistencia.

Ensayo del esclerómetro



Ilustración 18 Equipo de ensayo

Fuente 46 Elaboración propia

2.20.1.1 Equipos

Los equipos que se usan para la elaboración del ensayo no destructivo se especifican en la Norma Técnica NTE INEN 3121 (2016-11)

2.20.1.1.1 Martillo de rebote

Es un instrumento que realiza un golpe en cualquier zona del hormigón y este nos arroja los datos de la resistencia a compresión del elemento.



Ilustración 19 Martillo

Fuente 47 Elaboración propia

2.20.1.1.2 Piedra abrasiva

Está compuesto de carburo de silicio y este material nos ayuda a quitar la carbonatación en la superficie de cualquier elemento de hormigón.



Ilustración 20 Piedra abrasiva

Fuente 48 Elaboración propia

2.20.1.1.3 Yunque de verificación

Nos arroja la lectura cuando se realiza el golpe en la superficie del hormigón y el cual debe permanecer perpendicular en la zona de ensayo.



Ilustración 21 Yunque de verificación

Fuente 49 Elaboración propia

2.20.1.1.4 Nivel

Es un instrumento que nos ayuda a corregir el grado de inclinación al momento de ensayar.



Ilustración 22 Nivel

Fuente 50 Elaboración propia

2.20.1.2 Procedimiento

El procedimiento que vamos a seguir para el ensayo del esclerómetro se encuentra en la NTE INEN 3121, 2016-11.

2.20.1.2.1 Selección del área de prueba

El ensayo debemos realizarlo en zonas planas, sin deformaciones y sin humedad.



Ilustración 23 Selección del área de prueba

Fuente 51 extraído de ensayos en concreto

2.20.1.2.2 Preparación de la superficie

Para las zonas donde estén con irregularidades debemos compensarlo con la ayuda de una amoladora dejando una superficie lisa.

Si la superficie presenta pintura o algún material que no nos permita ver el hormigone, se debe quitar todo el material que afecte la zona de estudio.

Es importante que los elementos a ensayarse se encuentren totalmente secos para poder obtener una mejor lectura de la resistencia.

2.20.1.2.3 Prueba de ensayo

En el ensayo el número de golpes mínimos que se debe hacer en la zona será 10 golpes en elementos que tengan un espesor ≥ 10 cm.

La zona de ensayo tendrá unas dimensiones aproximadas de 30 x 30 cm

La separación entre golpes deberá estar entre 2.5 a 5 cm y así se evita dar un impacto en un solo lugar

En la ilustración 25, se detalla una cuadrícula tipo que se debe poner encima de la zona de ensayo.

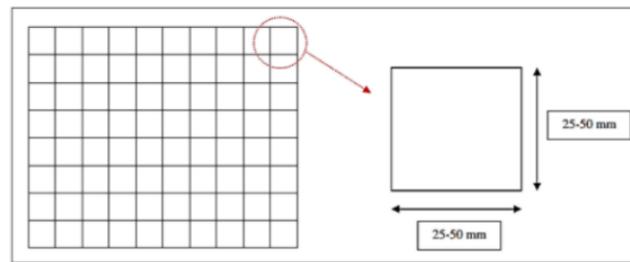


Ilustración 24 Cuadrícula de ensayo

Fuente 52 extraído (Guía de práctica, 2020)

Debemos sostener el martillo de tal manera que este se encuentre perpendicular en la zona a ensayar.



Ilustración 25 Ensayo del esclerómetro

Fuente 53 Elaboración propia

En la cuadrícula se debe indicar los 10 golpes que se le hacen al elemento de hormigón.

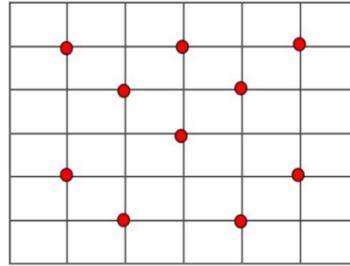


Ilustración 26 Número mínimo de rebotes

Fuente 54 extraído (Guía de práctica, 2020)

Cada golpe o impacto se debe registrar con por lo menos 2 cifras significativas.

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento 1	Diferencia	Comentarios
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Promedio de lecturas Ro			

Ilustración 27 Registro de datos de rebote

Fuente 55 extraído (Guía de práctica, 2020)

Al finalizar el registro de impactos debemos sacar un promedio de las mediciones ejecutadas y se descartan las mediciones que tengas una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio obtenido.

Si los datos se desvían más del 20% se repite el ensayo

2.20.1.3 Cálculos

Obtenidas el promedio de lecturas que se dio en el ensayo, la relacionamos con el esquema que se encuentra en la ilustración 29, que nos ayuda a la obtención de la resistencia en kg/cm²

El esquema nos indica 3 curvas que hace referencia a la posición que estuvo el esclerómetro al realizar el ensayo.

A= 0°

B= -90°

C= 90°

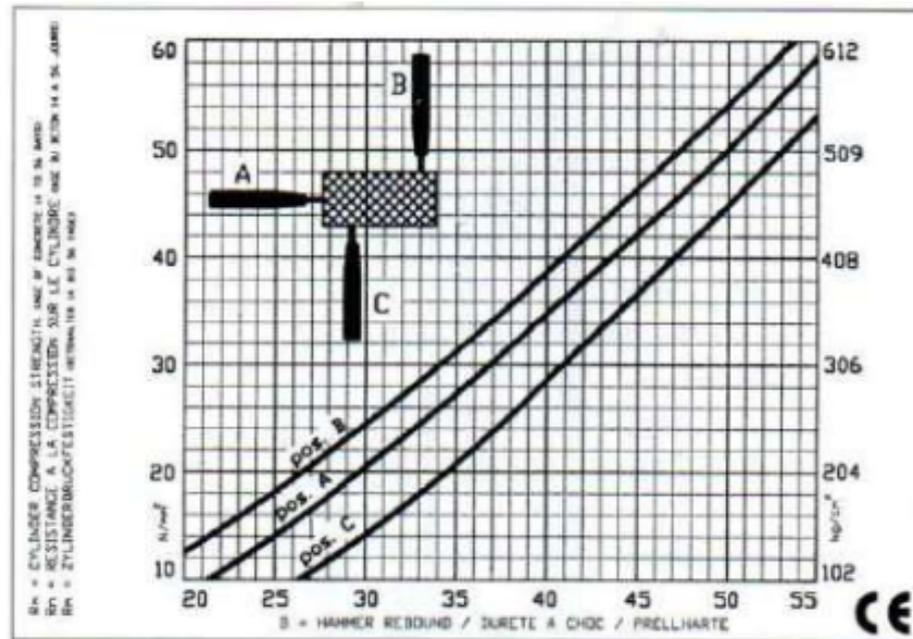


Ilustración 28 Esquema de resistencia a compresión del hormigón

Fuente 56 (Seiki, 2016) Norma Japonesa.

2.20.1.3.1 Factor de corrección

Una vez obtenida la resistencia con el esquema de la ilustración 29, esta resistencia se la multiplicará con el factor de corrección (edad de la vivienda).

$$Fc\left(\frac{N}{mm^2}\right) = Fx\alpha n$$

Ecuación 10 Factor de corrección

Fuente 57 extraído de (Guaño C, 2015)

Tabla 19 Factor de corrección

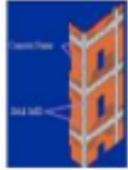
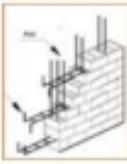
Años(días)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α_n	1,55	1,12	1,00	0,87	0,78	0,74	0,72	0,70	0,67	0,65	0,63

Fuente 58 (Seiki, 2016) Norma Japonesa.

1.21. Sistema estructural

En la norma se indican clasificaciones de estructuras según su tipología.

Tabla 20 Sistema estructural

Sistema estructural			
Madera (W1)		Pórticos de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo (C3)	
Mampostería sin refuerzo (URM)		Hormigón armado prefabricado(PC)	
Mampostería reforzada(RM)		Pórtico acero laminado (S1)	
Mixta acero-hormigón o mixta madera hormigón (MX)		Pórtico acero laminado con diagonales (S2)	
Pórticos de hormigón armado(C1)		Pórtico acero doblado en frío (S3)	
Pórticos de Hormigón armado con muros estructurales(C2)		Pórtico acero laminado con muros estructurales de hormigón armado(S4)	
Pórtico de acero con paredes de mampostería (S5)			
			

Fuente 59 extraído (Guía de Diseño, (NEC-2015), 2016), sección 5.3.5

1.22. Metodología para evaluación estructural

Una de las metodologías que maneja la (NEC - SE -GE, 2015), es una guía práctica para evaluación sísmica, donde se considera un análisis cualitativo y cuantitativo, mismo que inicia desde la selección de la muestra, que deberá guardar relación entre sí y representar al sector. Adicional, se debe considerar condiciones como la configuración en planta y elevación, así mismo conocer si dicha construcción ha sido intervenida, el tipo de ocupación que brinda; otros de los elementos importantes a considerar, son los materiales empleados, puesto que estos podrían ser en madera, acero y hormigón, el sistema constructivo empleado, puesto que como se conoce, en las zonas andinas antiguamente era muy común la construcción tradicional, con adobe y madera, sin embargo, estas representan una minoría y no corresponden a un porcentaje considerable en la zona. En la ficha de evaluación también se recopila una fotografía, la ubicación exacta y la información completa que se pueda recopilar del bien inmueble a examinar.

Tabla 21 Guía de evaluación sísmica de edificaciones

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
DATOS DE LA EDIFICACION:													
Dirección:													
Nombre de la edificación:													
Sito de referencia:													
Tipo de uso:										Fecha de evaluación:			
Año de construcción:										Año de remodelación:			
Área construida (m ²):										Número de pisos:			
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador:													
C.I.:													
Registro SENECYT:													
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H, Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3
Mixto acero-hormigón o mixto madera-hormigón	MX							H. Armado prefabricado					PC
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.3	0.4	0.6	0.4	0.8	N/A	0.8	0.8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post Código Moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL, S													
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA													
5<2.0	Alta Vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0>5 >2.5	Media Vulnerabilidad												
5<2.5	Baja Vulnerabilidad												
													Firma Responsable de evaluación
OBSERVACIONES:													

CAPÍTULO III: EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA EXISTENTE

2.1. Metodología

Se utilizará tres metodologías para la realización del este proyecto, metodología teórica, experimental y empírica.

Metodología teórica

Se realizará un levantamiento de información que nos ayudará a desarrollar el proyecto de investigación, como conceptos y temas sobre análisis lineal, método no lineal (Pushover), vulnerabilidad, análisis modal espectral en diferentes fuentes, pueden ser tomados de algunos artículos, tesis referente al tema de investigación, normas técnicas.

Metodología experimental

Se inicia con un levantamiento de información acerca de las dimensiones y geometrías de la vivienda tipo, a su vez, realizaremos una inspección visual rápida usando el formato que se encuentra en la NEC-15 para demostrar la vulnerabilidad sísmica en todas las viviendas que forman parte para el desarrollo del proyecto y para finalizar se ejecutará el ensayo no destructivo con el esclerómetro a los elementos estructurales como son las columnas, vigas y losa, con este ensayo obtenemos la resistencia a compresión del hormigón.

Metodología empírica

Cuando toda la información experimental recolectada está lista pasamos a realizar los cálculos debidos teniendo en cuenta las especificaciones de la NEC,

además, procederemos a modelar la vivienda tipo con ayuda de algún software estructural que nos permita ver su desempeño estructural.

2.2. Levantamiento de información

3.2.1 Inspección visual

Iniciamos con una inspección visual rápida de 18 edificaciones del barrio “Dávalos”, ubicado en “Riobamba – Chimborazo”, se hace uso del formulario que se encuentra en la NEC-15, todo el formulario de inspección se basa en la FEMA P-154, que nos ayuda a dar una evaluación a las viviendas tanto formales e informales.



Ilustración 29 Cantidad de viviendas encuestadas usando el formulario NEC-15

Fuente 61 Elaboración propia

La tipología de viviendas en el barrio en su mayoría consta de un 61% de estructuras con pórticos de hormigón armado (11 viviendas), 28% mixto madera - hormigón y mampostería sin refuerzo, las viviendas se encuentran en edades de 5 a 25 años levantadas informalmente

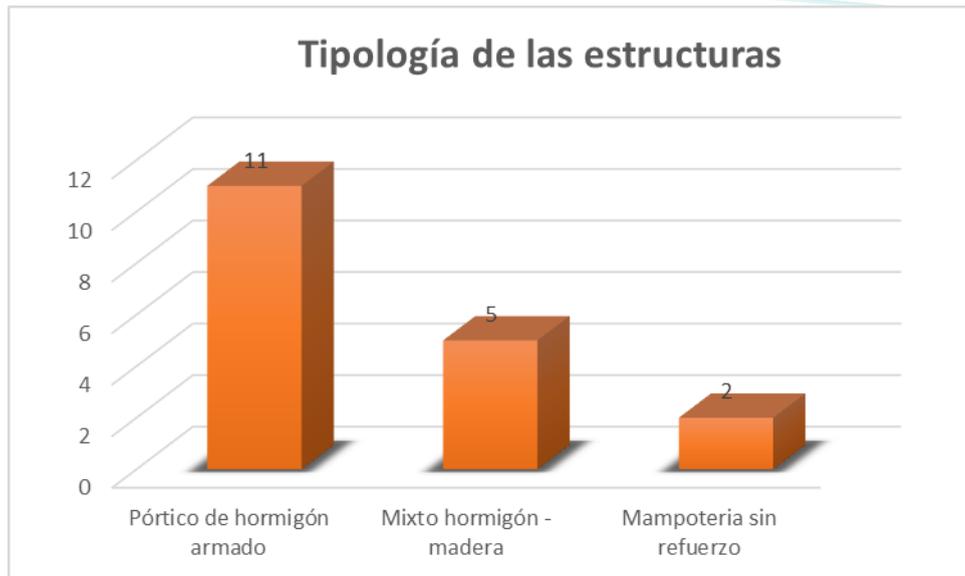


Ilustración 30 Tipología de estructural del barrio en estudio

Fuente 62 Elaboración propia

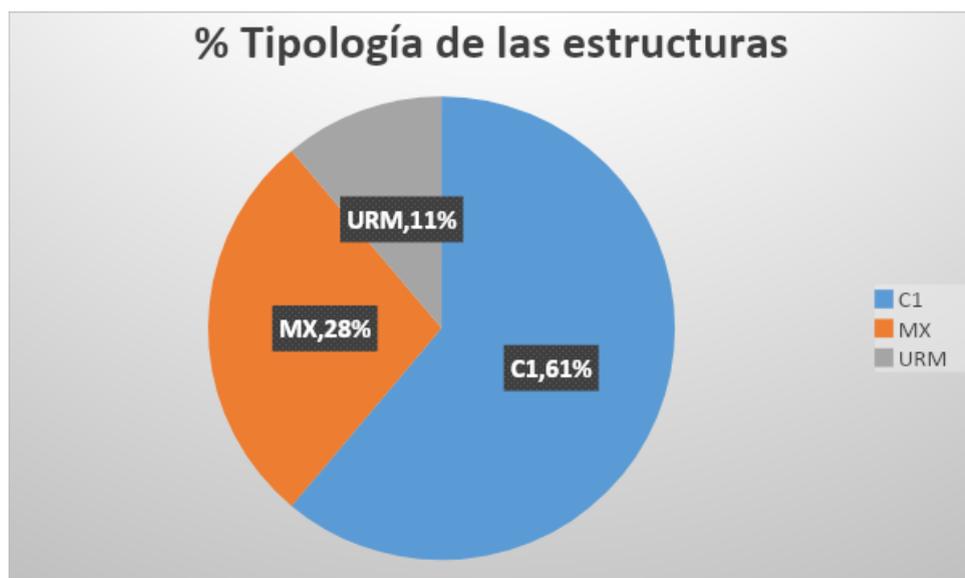


Ilustración 31 Tipología de viviendas en porcentaje

Fuente 63 Elaboración propia

Una vez recolectado los datos y tabulados se concluye que todas las viviendas del barrio Dávalos tienen una alta vulnerabilidad sísmica y por tal razón se recomienda realizar un estudio profundo con especialistas en diseño sísmicos.



Ilustración 32 Grado de Vulnerabilidad de las viviendas del barrio

Fuente 64 Elaboración Propia

2.3. Identificación de la vivienda tipo para el análisis de desempeño

Culminado el levantamiento de todas las viviendas de la zona de estudio y tabulados los datos obtenidos, empezamos a seleccionar la vivienda tipo para realizar el análisis lineal, modal espectral y el análisis no lineal.

La vivienda tipo para el modelado y análisis fue construida en el año 2000 de forma informal, lo cual nos indica que no presenta diseño estructural, no hay diseño y planos arquitectónicos, a continuación, se presenta datos de la estructura:

- Área de construcción de 286 m²
- Estructura de 2 niveles, primer piso de altura de 3.10 m y su segundo nivel de 2.7 m
- El uso del primer nivel es de locales y su segundo nivel es de uso vivienda



Ilustración 33 Vivienda tipo

Fuente 65 Elaboración propia

Realizada la inspección visual rápida en la vivienda tipo, sus resultados nos indican que es una estructura con vulnerabilidad sísmica con un puntaje de 0.4

2.4. Ensayo No destructivo (Esclerómetro)

el uso del esclerómetro nos ayuda a realiza un ensayo no destructivo en un elemento de hormigón tal como se explica en el cap. 2.20.2 del marco teórico.

Finalizada el levantamiento de información en campo, se realiza el ensayo no destructivo a los elementos estructurales (columnas, vigas y losas) de los 2 pisos de la vivienda tipo que se eligió.

Se debe colocar una cuadrícula para el ensayo tal como se explica en el cap. 2.20.2 del marco teórico.

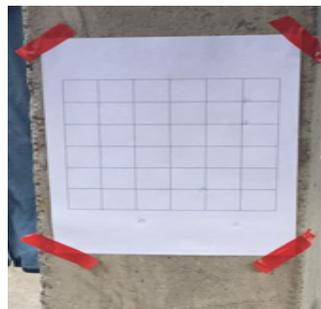


Ilustración 34 Cuadrícula para ensayo con esclerómetro

Fuente 66 Elaboración propia

En la ilustración 35, se enseña el ensayo en los elementos estructurales en hormigón (Columna, viga y losa).



Ilustración 35 Ensayo en columna, viga y losa

Fuente 67 Elaboración propia

2.5.Tabulación de resultados del ensayo

En la tabla 21, 22 se indican los rebotes que se realizaron en los 2 pisos de la vivienda tipo y su promedio de lecturas.

Tabla 22 Resultados del ensayo con el esclerómetro en el piso 1

 UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DEL BARRIO "DÁVALOS", PARROQUIA VELAZCO, CANTÓN RIOBAMBA - ECUADOR					
Fecha:	20 de Junio del 2022	Temperatura:	28°	Hora:	14:00 pm	
Equipo:	Esclerómetro C380-01	Ángulo de rebote:	0°,90°	Norma:	NTE INEN-	
Propietario:	Sr. Benito Gullsqi	Responsable:	Roger Villavicencio	3121		
ELEMENTOS DEL PISO 1						
N° de lecturas	COLUMNA		VIGA		LOSA	
	Golpes	Diferencias	Golpes	Diferencias	Golpes	Diferencias
1	26	1,4	30	0,7	28	2,6
2	28	-0,6	32	-1,3	30	0,6
3	24	3,4	31	-0,3	30	0,6
4	28	-0,6	30	0,7	30	0,6
5	25	2,4	30	0,7	32	-1,4
6	28	-0,6	30	0,7	30	0,6
7	30	-2,6	32	-1,3	30	0,6
8	31	-3,6	32	-1,3	32	-1,4
9	28	-0,6	30	0,7	32	-1,4
10	26	1,4	30	0,7	32	-1,4
Promedio de lecturas	27,4		30,7		30,6	

Fuente 68 Elaboración propia

Tabla 23 Resultados del ensayo con el esclerómetro en el piso 2

 UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL						
Proyecto:	EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN ESTRUCTURAS DEL BARRIO "DÁVALOS", PARROQUIA VELAZCO, CANTÓN RIOBAMBA - ECUADOR					
Fecha:	20 de Junio del 2022	Temperatura:	28°	Hora:	14:00 pm	
Equipo:	Esclerómetro C380-01	Ángulo de rebote:	0°,90°,-90°	Norma:	NTE INEN-	
Propietario:	Sr. Benito Gullsqú	Responsable:	Roger Villavicencio		3121	
ELEMENTOS DEL PISO 2						
N° de lecturas	COLUMNA		VIGA		LOSA	
	Golpes	Diferencias	Golpes	Diferencias	Golpes	Diferencias
1	32	0,5	33	-2,5	30	1,4
2	31	1,5	28	2,5	28	3,4
3	30	2,5	30	0,5	28	3,4
4	35	-2,5	32	-1,5	34	-2,6
5	33	-0,5	28	2,5	34	-2,6
6	35	-2,5	27	3,5	32	-0,6
7	34	-1,5	33	-2,5	32	-0,6
8	30	2,5	31	-0,5	33	-1,6
9	32	0,5	29	1,5	33	-1,6
10	33	-0,5	34	-3,5	30	1,4
Promedio de lecturas	32,5		30,5		31,4	

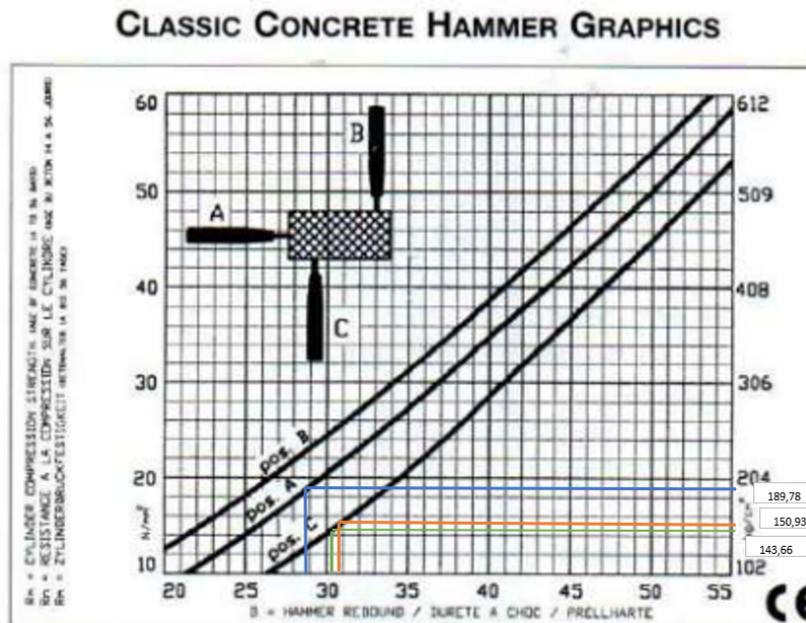
Fuente 69 Elaboración propia

2.6.Cálculo de la resistencia a compresión del hormigón sin el Factor de corrección.

Tabulados los datos de los rebotes procedemos a colocar los valores en el diagrama y obtenemos la resistencia del hormigón con sus unidades en kg/cm² de cada elemento ensayado.

En la tabla 23, nos indica el resultado de la resistencia a la compresión de acuerdo con la posición en la que se ensayó el elemento.

Tabla 24 Resultados de la resistencia a compresión de los elementos del piso 1



Fuente 70 Elaboración propia

En la tabla 25, se indica los datos obtenidos de la resistencia de las columnas, vigas y losa del primer piso.

Tabla 25 Resultados de la resistencia a compresión del primer piso

Piso 1			
Elemento	Dimensiones (cm)	Promedio de rebotes	f'c (kg/cm ²)
Columna	30x25	27,4	189,700
Viga	30x20	30,7	143,600
Losa	e=20	30,6	150,900

Fuente 71 Elaboración propia

En la tabla 26, se presenta los datos de la resistencia obtenidos mediante el diagrama en el piso 2.

Tabla 26 Resultados de la resistencia a compresión del segundo piso

Piso 2			
Elemento	Dimensiones (cm)	Promedio de rebotes	f'c (kg/cm ²)
Columna	30x25	32,5	222,700
Viga	30x20	30,5	219,700
Losa	e=20	31,4	257,400

Fuente 72 Elaboración propia

2.7.Cálculo de la resistencia a compresión del hormigón con el Factor de corrección.

La recomendación que nos da la norma japones nos indica que se debe realizar una corrección por edad de los valores de la resistencia a compresión obtenidas con el diagrama, para encontrar un valor preciso de la resistencia del hormigón.

En las tablas 26,27 se presentan los valores finales de la resistencia a compresión del hormigón de los elementos estructurales ensayados.

El valor final se obtiene del producto entre el resultado del diagrama y el factor de corrección de la tabla 18 de la Norma Japonesa.

Tabla 27 Tabulación de la resistencia a compresión del hormigón con el factor de corrección del primer piso

Piso 1					
Elemento	Dimensiones (cm)	Edad(días)	Resistencia sin corregir (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
Columna	30x25	3000	189,700	0,63	119,511
Viga	30x20	3000	143,600	0,63	90,468
Losa	e=20	3000	150,900	0,63	95,067

Fuente 73 Elaboración propia

Tabla 28 Tabulación de la resistencia a compresión del hormigón con el factor de corrección del segundo piso

Piso 2					
Elemento	Dimensiones (cm)	Edad(días)	Resistencia sin corregir (kg/cm ²)	Factor de corrección	Resistencia corregida (kg/cm ²)
Columna	30x25	3000	222,700	0,63	140,301
Viga	30x20	3000	219,700	0,63	138,411
Losa	e=20	3000	257,400	0,63	162,162

Fuente 74 Elaboración propia

2.8. Resumen de la resistencia a compresión

La tabla 28 presenta los valores finales de la resistencia a compresión de las columnas, vigas y losa, las cuales, se tomarán estos valores para el diseño y análisis en el programa SAP 2000

Tabla 29 Resultados finales de la resistencia a la compresión de la vivienda tipo

Resistencia a compresión del hormigón		
Planta	Elemento	F'c(kg/cm ²)
Piso 1 , 2	Columna	137.81
	Viga	114.44
	Losa	114.44

Fuente 75 Elaboración propia

CAPÍTULO IV – RECOPIACIÓN DE RESULTADOS

Para la vivienda de 2 pisos de hormigón armado que se encuentra ubicada en el barrio “Dávalos”, cantón Riobamba, realizaremos los cálculos para el diseño de forma manual por lo que se calculará el peso de la vivienda con la consideración de las cargas vivas y cargas muertas.

Con los valores calculados procedemos ir al programa SAP 2000 para realizar el análisis lineal, obtener las derivas en cada nivel y sus desplazamientos, además, los periodos de vibración y su participación modal

3.1.Datos de la vivienda tipo

Durante el levantamiento de información de la vivienda tipo pudimos observar que la vivienda no cumple con la condición de columna fuerte - viga débil, además en la estructura se encontraron vigas bandas, como indica la ilustración 37 la vivienda tipo no posee plano estructural ni arquitectónico



Ilustración 36 Vista general vivienda tipo

Fuente 76 Elaboración propia

Tabla 30 Dimensiones de los elementos estructurales de la vivienda tipo

Elementos estructurales	PRIMER PISO	SEGUNDO PISO
COLUMNAS	30X25 cm	30X25 cm
VIGAS	30x20 cm	30x20 cm
LOSA	20cm	20cm
ALTURA DE ENTREPISO	2,9 m	2,9 m

Fuente 77 Elaboración propia

4.1.1 Módulo de elasticidad

Sin embargo, esta fórmula del módulo de elasticidad tiende a tener variaciones acordes a la calidad de los agregados del hormigón y del aglomerante que se ocupa, una de las investigaciones (Guaño Colcha , 2015), hizo referencia al sector y tomó como punto de partida, las ecuaciones planteadas por la ASTM C 469, con los calculados por la ACI y la NEC. En esta investigación, se alcanzó el 88.08% del propuesto por el ACI 318-08 y del 86.31% de la ACI 363-92, el módulo de elasticidad promedio que se determinó para el área con relación a un $f'c$ de 210 kg/cm².

$$13220.70 * \sqrt{f'c}$$

Ecuación 11 Módulo de elasticidad para uso en Riobamba - Chimborazo

Fuente 78 Extraído de Universidad Nacional Chimborazo (Guaño C, 2015)

En la tabla 30 se indica los resultados del módulo de elasticidad para cada elemento estructural en hormigón, se utilizarán en el programa para el análisis lineal.

Tabla 31 Resumen de valores del módulo de elasticidad de la estructura

Planta	Elemento	Resistencia del hormigón (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
Piso 1,2	Columna	137.81	155202.516
	Viga	114.44	141430.288
	Losa	114.44	141430.288

Fuente 79 Elaboración propia

4.1.2 Fluencia del acero

$$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

No se conocen los valores de los aceros debido a que la estructura no tiene diseños estructurales y por este motivo se tomará los valores mínimos para el acero superior e inferior tanto para los elementos transversales como para los elementos longitudinales.

$$A_{min} = \frac{14 \cdot b \cdot d}{F_y}$$

Ecuación 12 Acero mínimo

Fuente 80 extraído de (Institute, 2019)

Tabla 32 Acero mínimo

b (cm)	h (cm)	d (cm)	F'c (kg/cm ²)	A _{min} (m)	Acero Mínimo (cm)
30	20	17	90,468	1,7	0,00017

Fuente 81 Elaboración propia

4.1.3 Factor de agrietamiento

Conforme indica la NEC-15, para las vigas bandas se debe colocar un agrietamiento de 1 debido a que tienen nervios a cada lado y para las columnas su agrietamiento al momento es de 0.8.

Tabla 33 Factor de agrietamiento

	Elemento	base (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Inercia Agrietada
PISO 1,2	Columna	0.3	0.25	0.075	0.8
	Viga	0.3	0.20	0.060	1

Fuente 82 Elaboración propia

4.1.4 Cargas muerta y cargas vivas

4.1.4.1. Carga muerta

Se considera la carga muerta las cargas verticales las cuales son las de las vigas, columnas y losas:

4.1.4.1.1 Cálculo del peso de las columnas

Tabla 34 Peso de las columnas del piso 1

Columnas del piso 1						
b(m)	h(m)	área(m ²)	Altura entrepiso	Número de columnas	W específico del hormigón (T/m ²)	W (Ton)
0,3	0,25	0,075	3,1	20	2,4	11,16

Fuente 83 Elaboración propia

Tabla 35 Peso de las columnas del piso 2

Columnas del piso 2						
b(m)	h(m)	área(m ²)	Altura entrepiso	Número de columnas	W específico del hormigón (T/m ²)	W (Ton)
0,3	0,25	0,075	2,7	20	2,4	9,72

Fuente 84 Elaboración propia

4.1.4.1.2 Cálculo del peso de las vigas

Tabla 36 Peso de las vigas del piso 1 y 2

PESO DE VIGAS						
Planta	b(m)	h(m)	área(m ²)	Distancia de vigas (m)	W específico del hormigón (T/m ²)	W (Ton)
Piso 1	0,3	0,2	0,06	101,9	2,4	14,6736
Piso 2	0,3	0,2	0,06	117,7	2,4	16,9488

Fuente 85 Elaboración propia

4.1.4.1.3 Cálculo del peso de losa, mampostería y acabados

Dimensiones	
Espesor [m]:	0,15
Altura [m]:	0,2
Largo [m]:	0,4

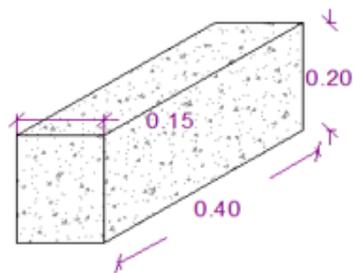
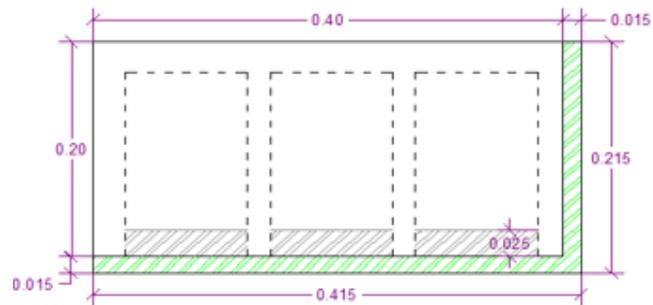


Ilustración 37 Cálculo de mampostería

Fuente 86 Elaboración propia

Tabla 37 Cálculo de la mampostería

Datos:	
Peso mampostería [kg]:	10
Mortero [kg/m ³]:	2000

Dimensiones bloque + enlucido + mortero	
Altura total [m]:	0,215
Largo total [m]:	0,415
Espesor Mortero [m]:	0,015
Espesor Enlucido [m]:	0,01
Altura Mortero [m]:	0,04

Análisis por 1 m²	
Número de ladrillos:	11,2
Peso mampostería [kg]:	112,08
Mortero Unión [kg]:	66,66
Enlucido [kg]:	40
Peso Total [kg/m²]:	218,7

Carga de Mampostería	
Area referencial [m ²]=	25,0
Mampostería lineal [m]=	23,70
Altura Mampostería [m]=	2,50
Volumen Mampostería [m ³]=	59,25
Peso Unitario de Mampostería [kg/m ²]=	218,73
Peso Total Mampostería [kg]=	5183,98487
PD1 [kg/m²]=	207,36

Fuente 87 Elaboración propia

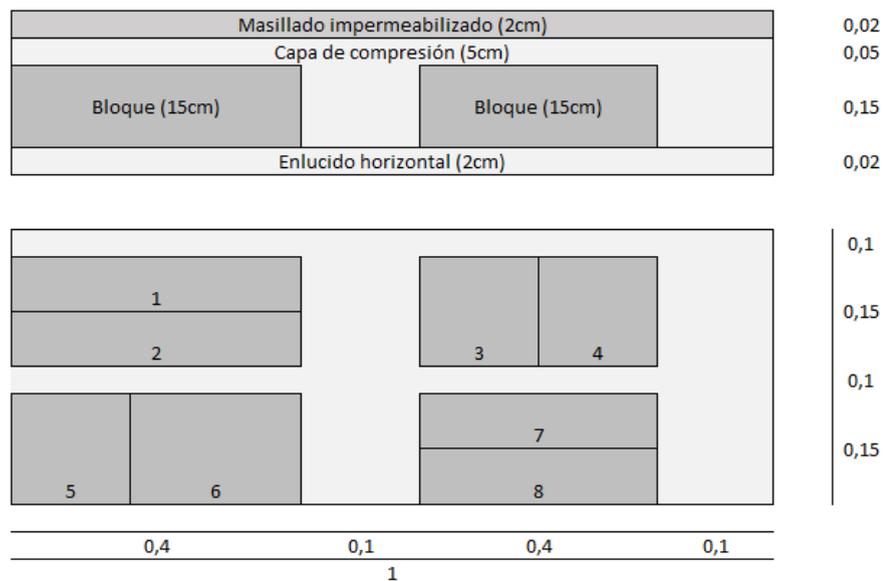


Ilustración 38 Cálculo del peso de la losa y acabados

Fuente 88 Elaboración propia

Tabla 38 Cálculo del peso de la losa y acabados

Peso específico hor.	2,4	[t/m ³]
Peso bloque	10	[kg]
γaliviana.pomez	1,5	[t/m ³]
γmortero	1,8	[t/m ³]
γbaldosa cerámica	1,84	[t/m ³]

PESO PROPIO	0,3799	379,92
	[t]	[kg/m²]
Capa de compresión	0,1200	120,0
Nervios	0,0936	93,6
Bloques	0,0727	72,7
Masillado	0,0300	30,0
Enlucido interior	0,0360	36,0
Piso	0,0276	27,6

Fuente 89 Elaboración propia

Tabla 39 Cargas de mampostería e instalaciones

CARGA PERMENENTE	307,36
	[kg/m²]
Mampostería	207
Instalaciones	100

Fuente 90 Elaboración propia

Tabla 40 Carga muerta (losa)

CARGA MUERTA (LOSA)	687,28	[kg/m²]
----------------------------	---------------	---------------------------

Fuente 91 Elaboración propia

Tabla 41 Resumen de las cargas muertas

CARGA MUERTA DE LA ESTRUCTURA (T)	
PISO 1	25,081
PISO 2	17,636
Tapagradas	0,440
W TOTAL(T)	43,156

Fuente 92 Elaboración propia

4.1.5 Carga viva

La carga viva depende del uso al que se le va a dar a la estructura y estas cargas no sísmicas se encuentran en la norma NEC-SE-CG.

La estructura indica que el primer piso es de uso para almacén o local y en el segundo piso se conforma de uso para vivienda, en las tablas 43,44 se indican las cargas vivas que se le aplicará a la estructura en base a sus usos.

Tabla 42 Carga viva no sísmica para uso de patios y terrazas peatonales

Cubiertas	
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00

Fuente 93 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

Tabla 43 Carga viva no sísmica para uso vivienda.

Residencias	
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00
Habitaciones	4.80
Salones de uso público y sus corredores	

Fuente 94 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

En la tabla 45 se indican el resumen de las cargas vivas dependiendo la ocupación de la estructura.

Tabla 44 Resumen de carga viva en la estructura

RESUMEN DA CARGA VIVA			
PLANTA	OCUPACION	PESO	
		(kN/m2)	T/m2
PISO 2	VIVIENDA	2	0.2
CUBIERTA	AREA DE PASEO	3	0.3
TAPAGRADA	CUBIERTA PLANA	0.7	0.07

Fuente 95 Elaboración propia

3.2. Análisis sísmico

Para el análisis sísmico se debe considerar todos los chequeos que se pronuncian en la norma NEC-SE-CG-2015

4.2.1 Factor Z, Zonificación sísmica

Tabla 45 Datos de la zona de la vivienda tipo

Datos previos	
Ciudad:	Riobamba
Tipo de suelo:	D
g=	9,81

Fuente 96 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

Tabla 46 Zonificación y factor de zona Z

Zonificación sísmica y factor de zona Z	
Aceleraciones en proporción de la aceleración de la gravedad:	3,924
Zona sísmica:	V
Z=	0,4
Caracterización de peligro sísmico:	Alta

Fuente 97 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

4.2.2 Geología local

Entablado el tipo de perfil donde se encuentra la vivienda tipo podemos decir que se encuentra en una zona sísmica V, con un suelo tipo D, por la cual los valores de Fa, Fd y Fs se las tomará de la norma (NEC-SE-DS,2015).

Tabla 47 Valores de los coeficientes del perfil del suelo

Geología local		
Características del perfil del suelo		
Velocidad de onda cortante promedio del suelo que sobreyace al semi espacio (V_s):	180	m/s
Índice de Plasticidad (IP):	13,05	
Contenido de agua (w):	30%	%
Resistencia a corte no drenado (S_u):	50	kPa
Coefficientes de perfil de suelo		
Amplificación del suelo en la zona de período corto (F_a)=		1,2
Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca (F_d)=		1,19
Comportamiento no lineal de suelos (F_s)=		1,28

Fuente 98 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

4.2.3 Razón entre la aceleración espectral S_a y $PGA(\eta)$

Este valor se emplea debido a que la vivienda se encuentra ubicado en la región Sierra.

Tabla 48 Valor de la relación de amplificación espectral

$\eta=$	2,48	Chimborazo: provincia en la Sierra
---------	------	------------------------------------

Fuente 99 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

4.2.4 Valores del periodo de vibración

Tabla 49 Coeficiente de la estructura

Tipo de estructura	C_t	α
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0,055	0,9

Fuente 100 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

Tabla 50 Coeficiente de reducción sísmica

Valores de coeficientes de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos resistentes a momentos	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HA. Limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 4 metros	3

Fuente 101 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

Se debe calcular el periodo de vibración para conocer el estado de la estructura.

$$T1 = Ct * H^{\alpha}$$

Ecuación 13 Cálculo del periodo de vibración

Fuente 102 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

H edificio	7,8	m
ct	0,055	
α	0,9	
T	0,3493	s

Fuente 103 Elaboración propia

4.2.5 Espectro inelástico

Para demostrar cómo se va a comportar la estructura cuando está comprometida ante un sismo se debe realizar el cálculo del espectro elástico.

$$Tc = 0.55 Fs \frac{Fd}{Fa}$$

Ecuación 14 Cálculo del espectro elástico

Fuente 104 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

Tc=	0,69813333	seg	$Tc = 0.55 Fs \frac{Fd}{Fa}$	Período límite de vibración
-----	------------	-----	------------------------------	-----------------------------

Fuente 105 Elaboración propia

$$0 \leq T \leq Tc$$

$$0.349 < 0.69$$

Tabla 51 Cálculo del espectro de respuesta elástico de aceleraciones

$S_a =$	1,1904 g	$S_a = \eta Z F_a$	Para $0 \leq T \leq T_c$
---------	----------	--------------------	--------------------------

Fuente 106 Elaboración propia

Tabla 52 S_a expresado como fracción de la aceleración de la gravedad

	T	S_a
	(s)	
	0,0000	0,4800
	0,0500	0,7598
T_o	0,1269	1,1904
	0,1500	1,1904
	0,2100	1,1904
	0,2700	1,1904
	0,3300	1,1904
	0,3900	1,1904
	0,4500	1,1904
	0,5100	1,1904
	0,5700	1,1904
	0,6300	1,1904
T_c	0,6981	1,1904

Fuente 107 Elaboración propia

4.2.6 Peso sísmico

Tabla 53 Peso total de la estructura

PESO DE LA ESTRUCTURA POR PISO T						
Planta	Nivel Piso (m)	W losa (T)	W vigas	W columnas	W acabados	W total
Tapagradas	7,8	12,62	8,6	3,562	8,103	32,885
2do piso	5,8	41,486	20,24928	9,72	42,399	113,853
1er piso	3,1	33,811	16,8264	11,16	43,265	105,063
	TOTAL	75,297	37,076	20,880	85,664	251,801

Fuente 108 Elaboración propia

4.2.7 Coeficientes estáticos

El cálculo del coeficiente estático se la realiza mediante las especificaciones de la NEC-SE-CG,2015

Coef importancia I =	1
ΔM max =	0,01
Configuración en planta (øp) =	1
Configuración en elevación (øe) =	1
Factor R =	3

Fuente 109 Elaboración propia

$$V = \frac{I S a(T a)}{R * \varnothing p * \varnothing e}$$

Modelación Ecuación 15 Cálculo del coeficiente basal

Fuente 110 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

$$V = \frac{1 * 1.1904}{3 * 1 * 0.9}$$

$$V = 0.4407$$

4.2.8 Coeficiente basal de diseño V

$$V = \frac{I S a(T a)}{R * \varnothing p * \varnothing e} * W$$

Modelación Ecuación 16 Cálculo del cortante basal

Fuente 111 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

$$V = \frac{1 * 1.1904}{3 * 1 * 0.9} * 251,801$$

$$V = 111.016$$

4.2.9 Espectro elástico de aceleración

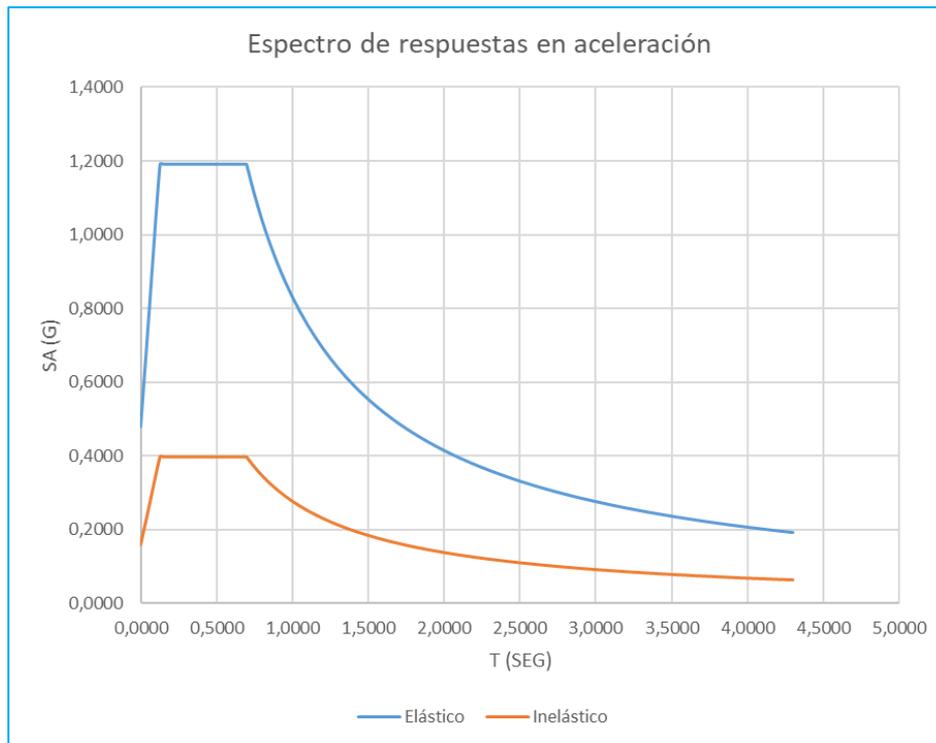


Ilustración 39 Diagrama del espectro de respuesta de aceleración

Fuente 112 Elaboración propia

3.3.Modelación

Se realiza la modelación usando el programa ETABS considerando el cálculo de las cargas vivas, cargas muertas y también, las secciones de las columnas, vigas y losas

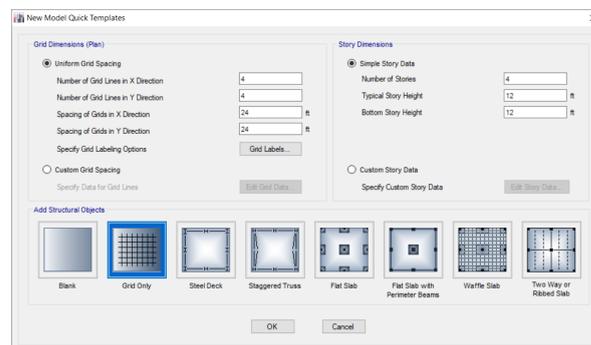
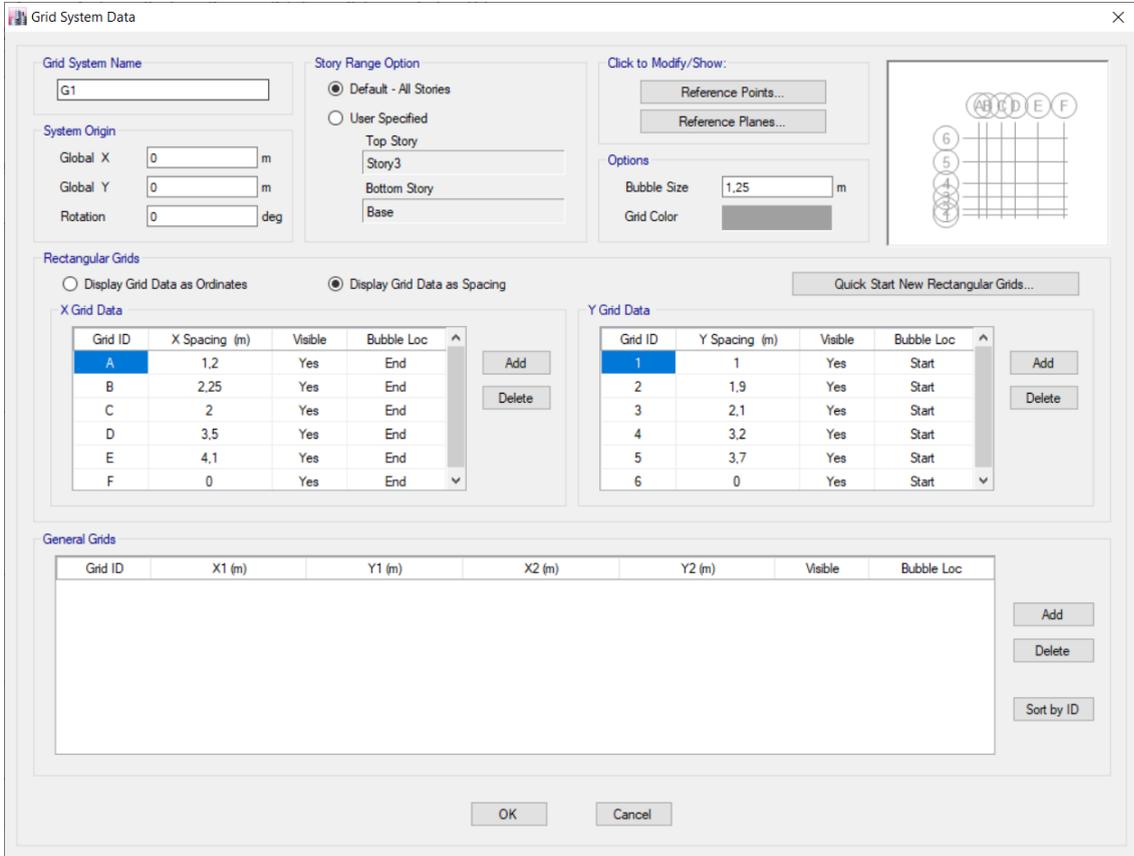


Ilustración 40 Elaboración de grilla

Fuente 113 Elaboración propia

4.3.1 Creación de la grilla o ejes

Para la creación de los ejes nos basamos en los datos levantados en campo.



Grid System Data

Grid System Name: G1

System Origin:
Global X: 0 m
Global Y: 0 m
Rotation: 0 deg

Story Range Option:
 Default - All Stories
 User Specified
Top Story: Story3
Bottom Story:
Base:

Click to Modify/Show:
Reference Points...
Reference Planes...

Options:
Bubble Size: 1,25 m
Grid Color:

Rectangular Grids:
 Display Grid Data as Ordinates
 Display Grid Data as Spacing

Quick Start New Rectangular Grids...

X Grid Data

Grid ID	X Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
A	1,2	Yes	End
B	2,25	Yes	End
C	2	Yes	End
D	3,5	Yes	End
E	4,1	Yes	End
F	0	Yes	End

Y Grid Data

Grid ID	Y Spacing (m)	Visible	Bubble Loc
1	1	Yes	Start
2	1,9	Yes	Start
3	2,1	Yes	Start
4	3,2	Yes	Start
5	3,7	Yes	Start
6	0	Yes	Start

General Grids

Grid ID	X1 (m)	Y1 (m)	X2 (m)	Y2 (m)	Visible	Bubble Loc
---------	--------	--------	--------	--------	---------	------------

OK Cancel

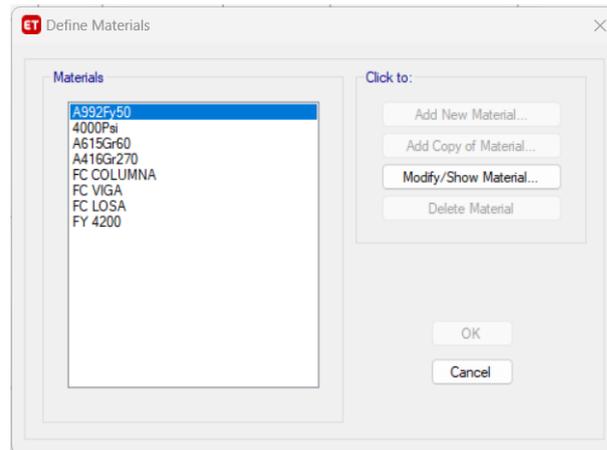
Ilustración 41 Elaboración de los ejes

Fuente 114 Elaboración propia

4.3.2 Creación de los materiales

Para la elaboración de los materiales véase en la tabla 30 los resultados de la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad.

Ilustración 42 Creación de la resistencia de cada elemento



Fuente 115 Elaboración propia

ET Material Property Data

General Data

Material Name: FC COLUMNNA

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2.4028 tonf/m³

Mass per Unit Volume: 0.245014 tonf-s²/m⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 1552025.16 tonf/m²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 646677.15 tonf/m²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

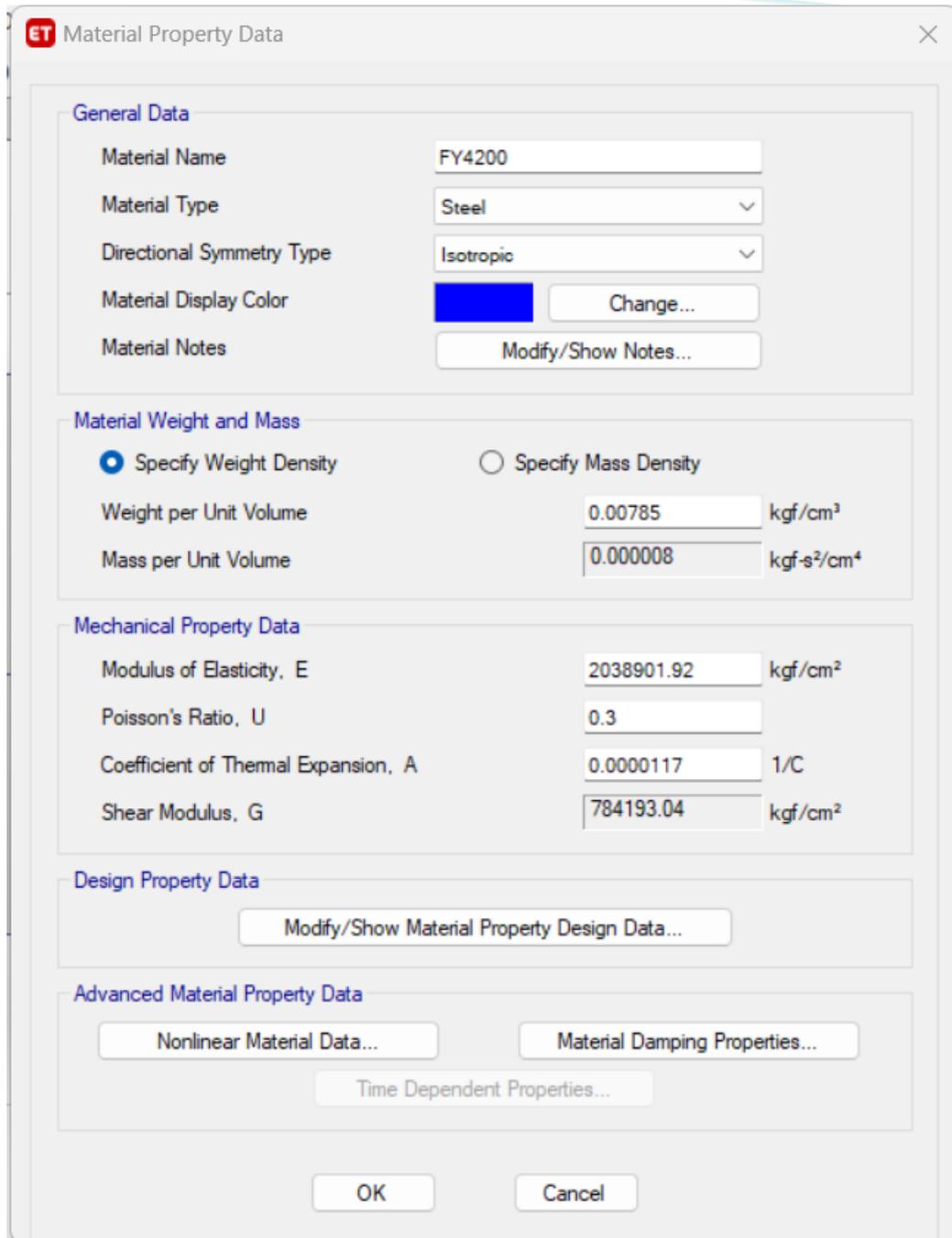
Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 43 Creación del módulo de elasticidad de cada elemento

Fuente 116 Elaboración propia



Material Property Data

General Data

Material Name: FY4200

Material Type: Steel

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.00785 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000008 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2038901.92 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Shear Modulus, G: 784193.04 kgf/cm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

Time Dependent Properties...

OK Cancel

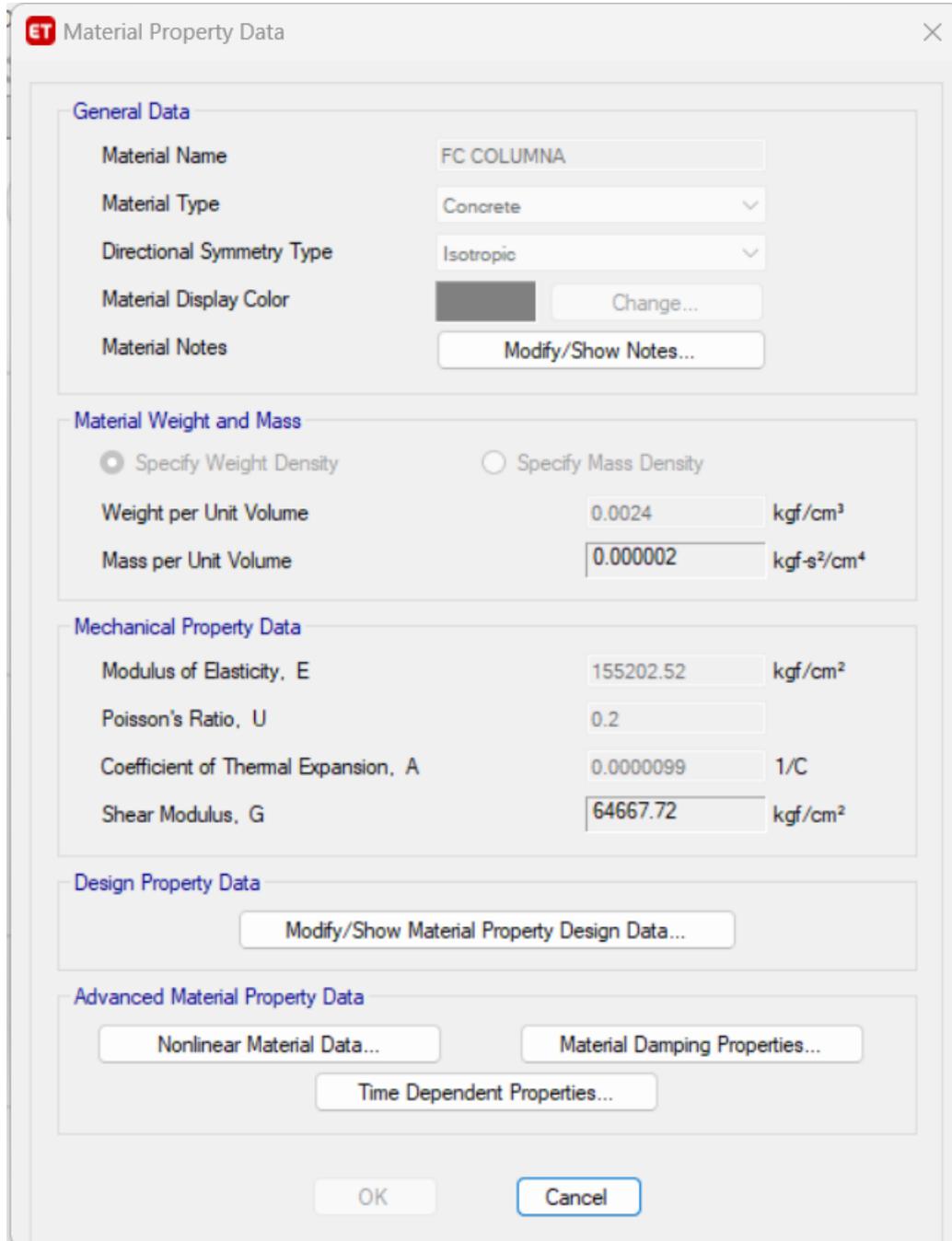
Ilustración 44 Esfuerzo de fluencia del acero

Fuente 117 Elaboración propia

Realizada la asignación de cada material en el ETABS, se iniciará a la asignación y creación de los elementos estructurales.

En las siguientes ilustraciones se asignará los materiales a cada elemento estructural.

4.3.2.1 Columnas del piso 1-2



Material Property Data

General Data

Material Name: FC COLUMNA

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0024 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000002 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 155202.52 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 64667.72 kgf/cm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

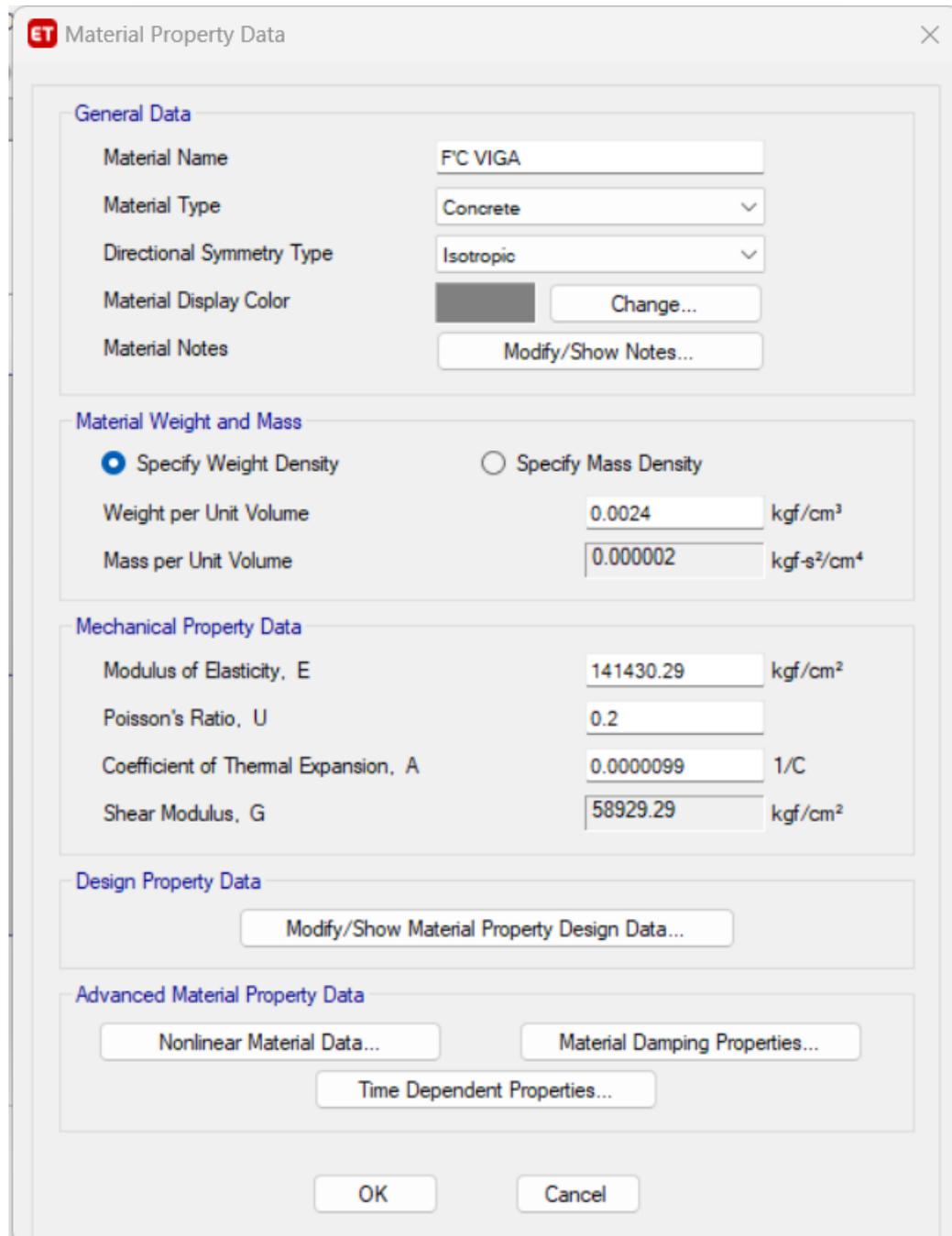
Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 45 Definición de las columnas piso 1, de 30x25

Fuente 118 Elaboración propia

4.3.2.2 Vigas del piso 1-2



Material Property Data

General Data

Material Name: FC VIGA

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color swatch] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 0.0024 kgf/cm³

Mass per Unit Volume: 0.000002 kgf-s²/cm⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 141430.29 kgf/cm²

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 58929.29 kgf/cm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...

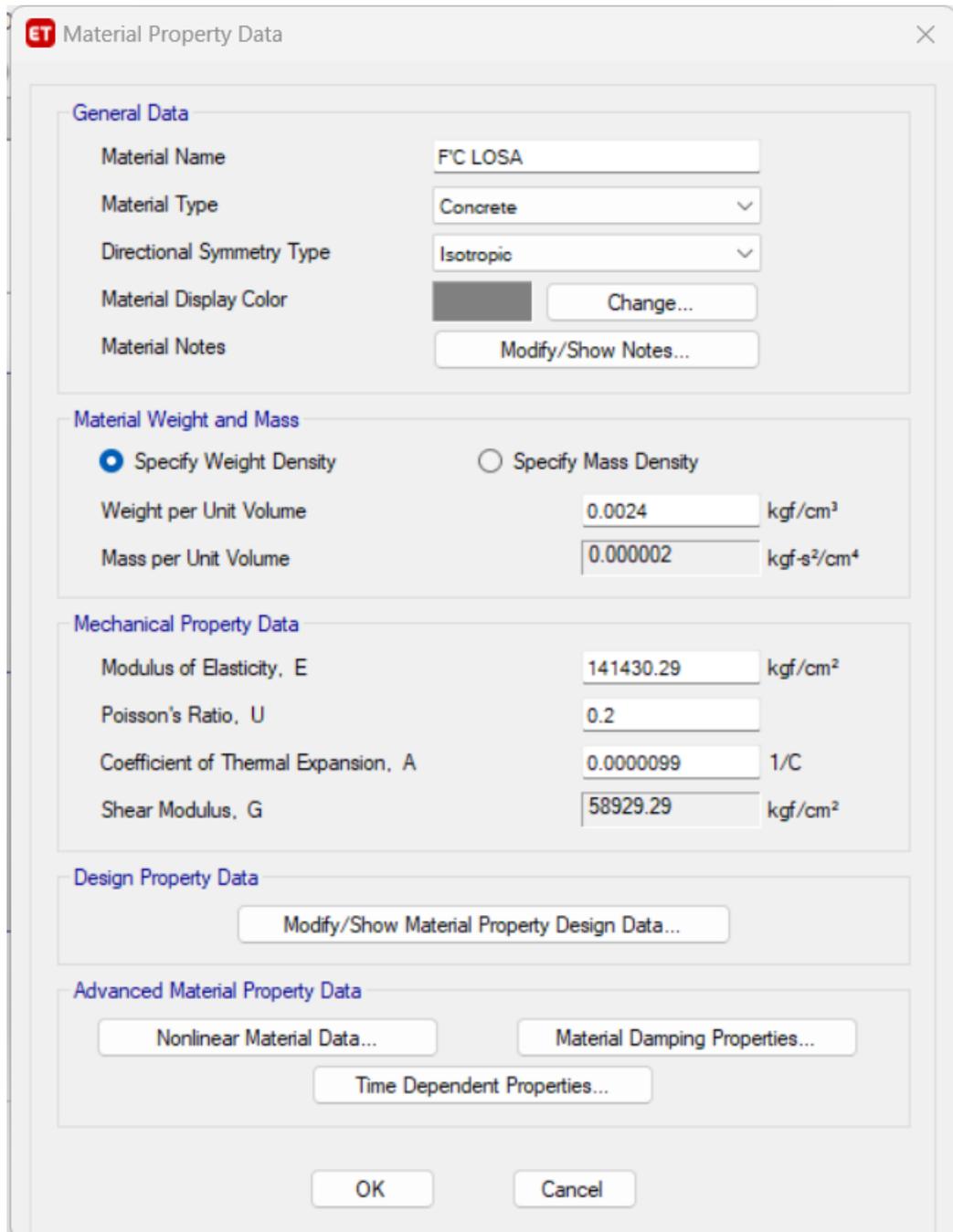
Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 46 Definición de las vigas piso 1, de 30x20

Fuente 119 Elaboración propia

4.3.2.3 Losa



Material Property Data

General Data

Material Name	F'C LOSA
Material Type	Concrete
Directional Symmetry Type	Isotropic
Material Display Color	 Change...
Material Notes	Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume	0.0024	kgf/cm ³
Mass per Unit Volume	0.000002	kgf-s ² /cm ⁴

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E	141430.29	kgf/cm ²
Poisson's Ratio, U	0.2	
Coefficient of Thermal Expansion, A	0.0000099	1/C
Shear Modulus, G	58929.29	kgf/cm ²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties...
Time Dependent Properties...

OK Cancel

Ilustración 47 Definición de la losa del piso 1, $e=20$ cm

Fuente 120 Elaboración propia

4.3.3 Creación de los elementos estructurales

4.3.3.1 Columnas de 30x25

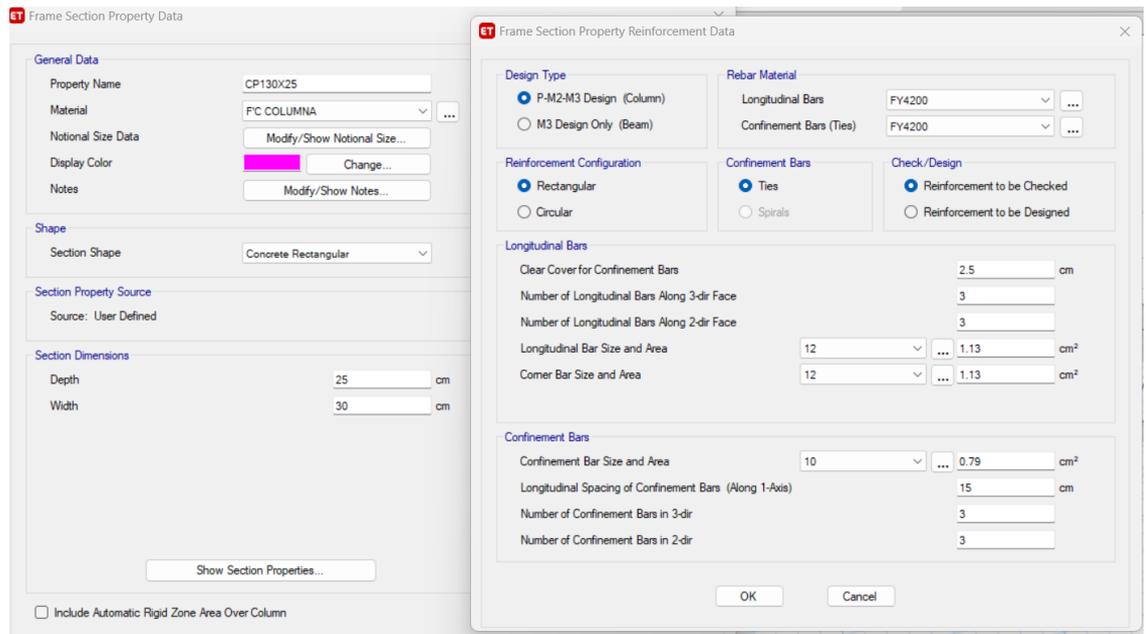


Ilustración 48 Definición de las dimensiones de las columnas para el piso 1,2

Fuente 121 Elaboración propia

4.3.3.2 Vigas 30x20

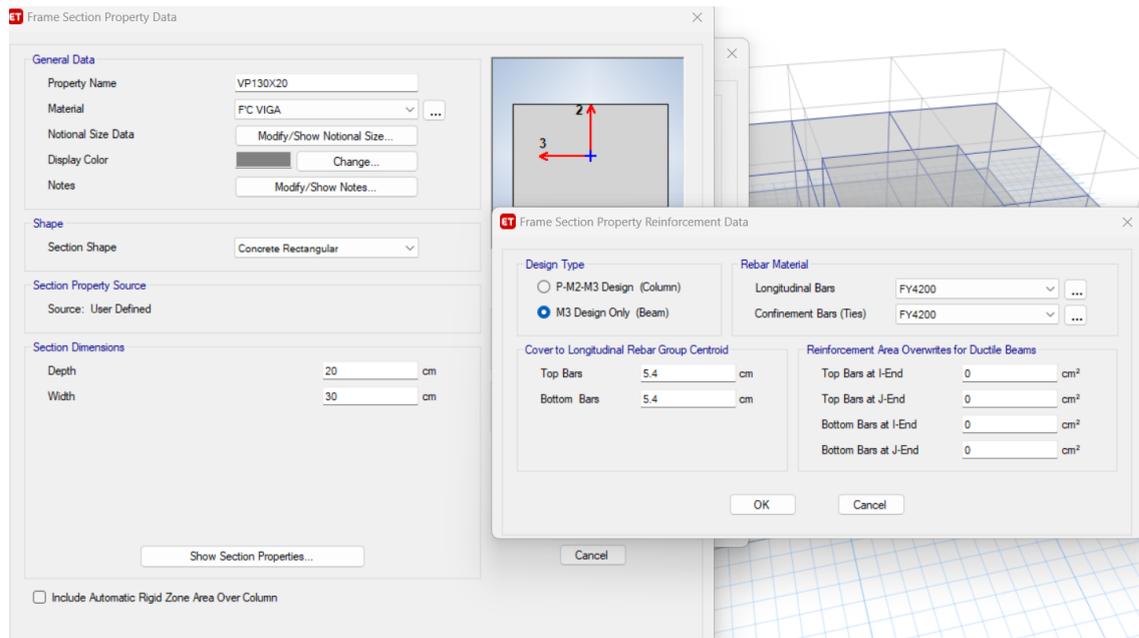


Ilustración 49 Definición de las dimensiones de las vigas para el piso 1,2

Fuente 122 Elaboración propia

4.3.4 Agrietamiento

Para el caso de estructuras de hormigón armado se deberán usar los valores de las inercias agrietadas, el agrietamiento en columnas es de 0.8

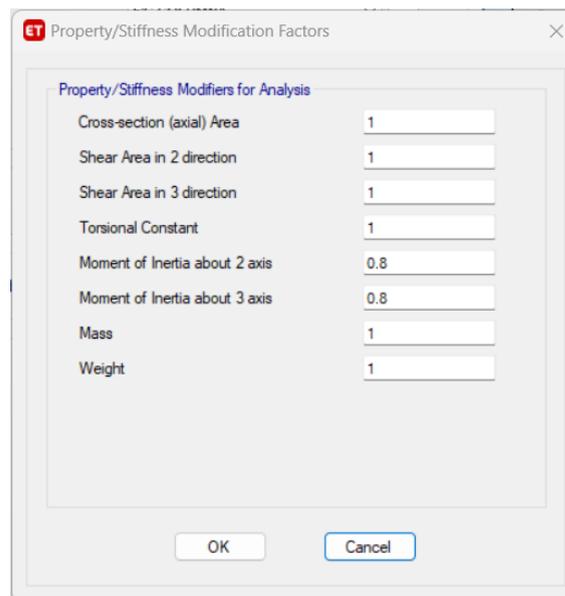


Ilustración 50 Inercia de agrietamiento en columnas

Fuente 123 Elaboración propia

Por lo tanto, la inercia de agrietamiento para las vigas bandas en la estructura es

de 1.

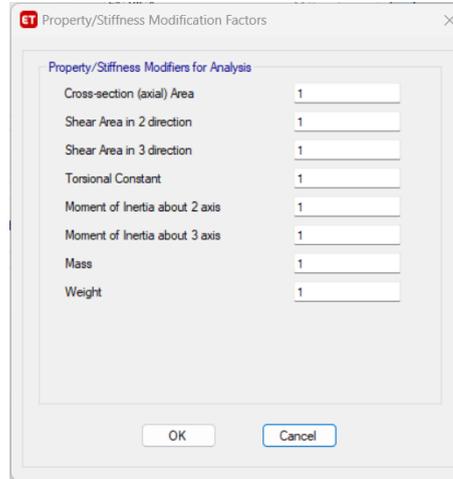


Ilustración 51 Inercia de agrietamiento en vigas bandas

Fuente 124 Elaboración propia

4.3.5 Modelado de losa

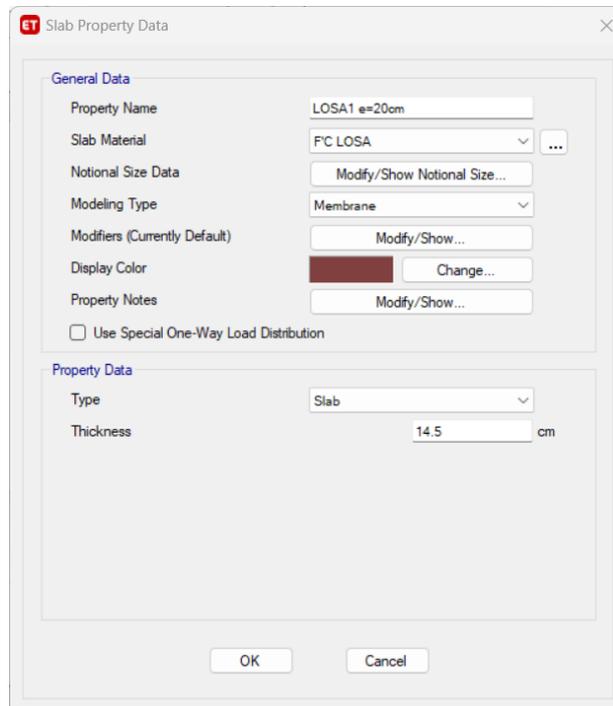


Ilustración 52 Definición de losa en SAP 2000

Fuente 125 Elaboración propia

4.3.6 Definición de cargas

Se asignan los patrones de cargas y las cargas sísmicas en el sentido x, y.

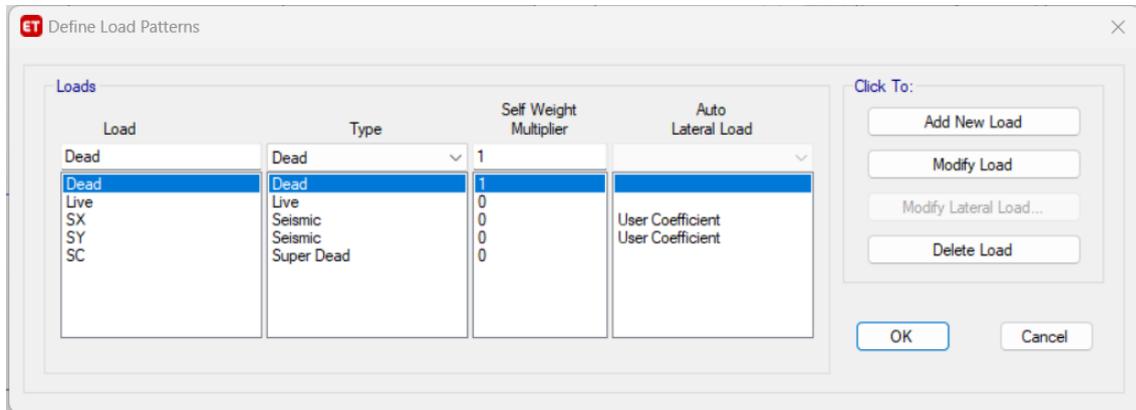


Ilustración 53 Asignación de los patrones de cargas de la estructura

Fuente 126 Elaboración propia

4.3.7 Peso sísmico

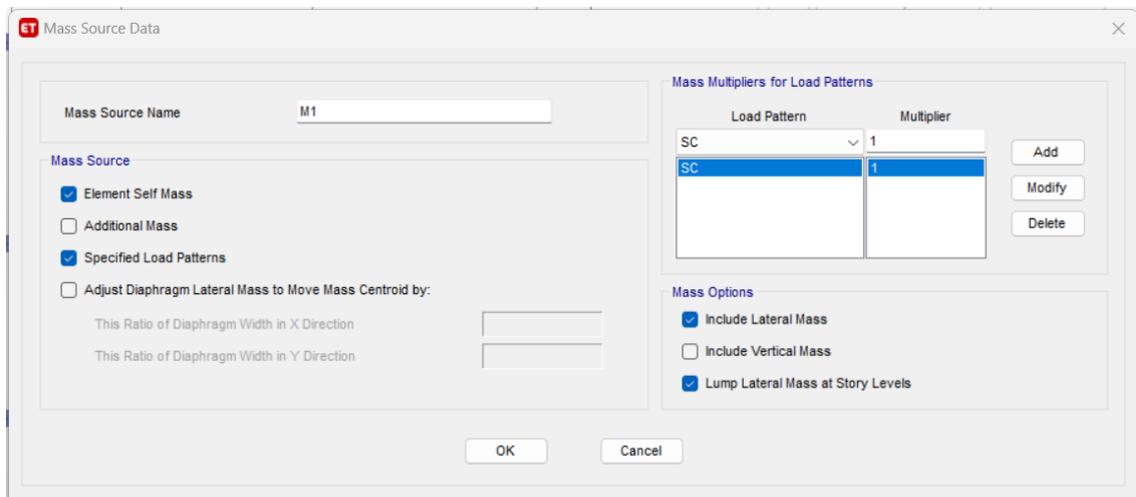


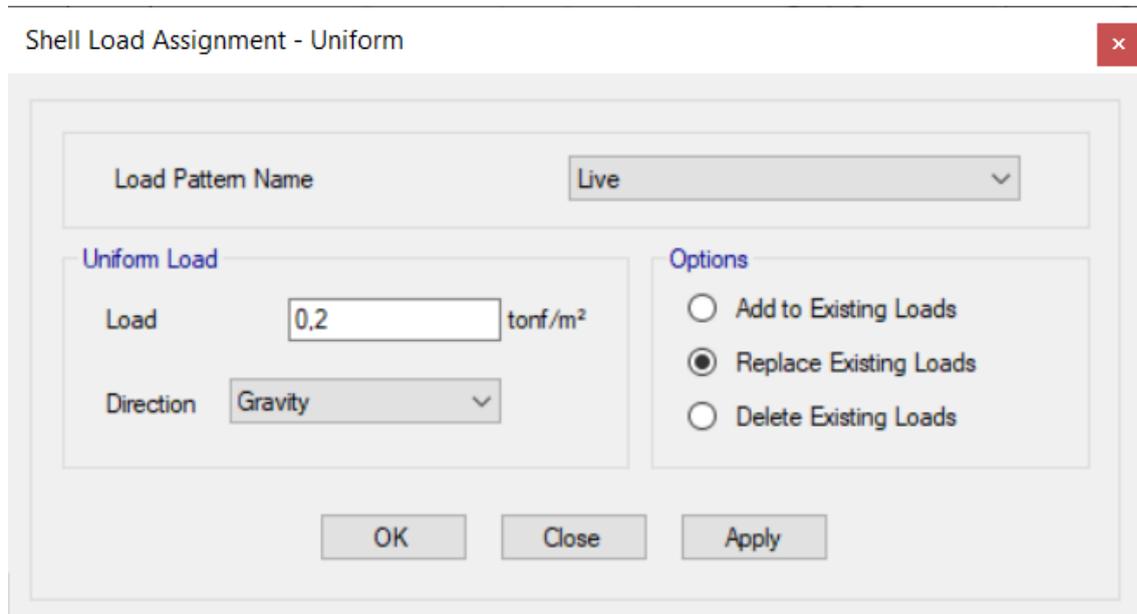
Ilustración 54 Asignación del peso sísmico

Fuente 127 Elaboración propia

4.3.8 Colocación de las cargas

4.3.8.1 Carga Viva

Vivienda = 0.2 T/m²



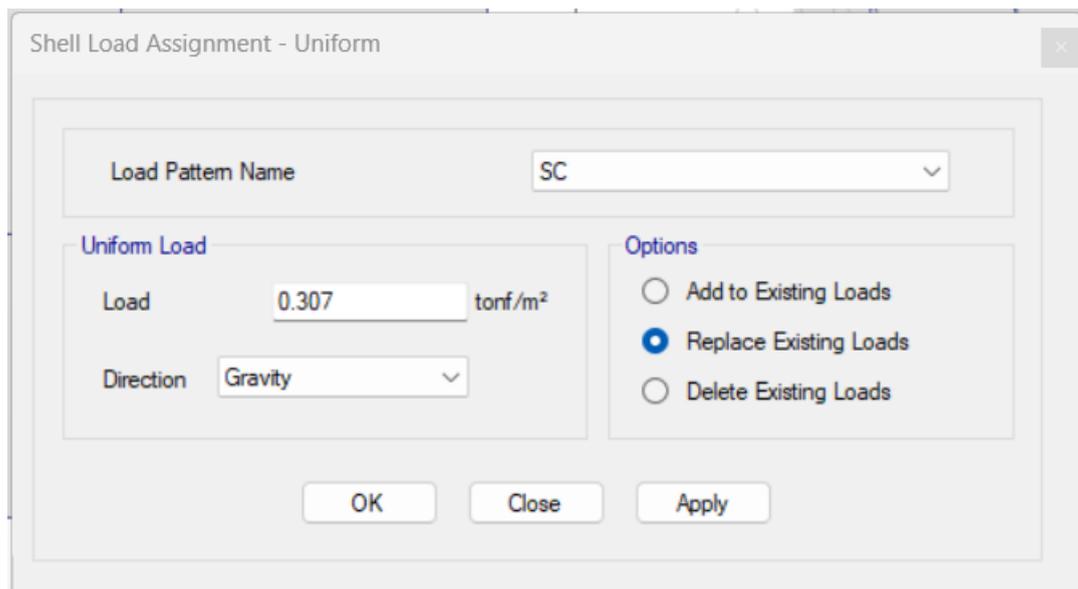
The screenshot shows a software dialog box titled "Shell Load Assignment - Uniform". It contains the following fields and options:

- Load Pattern Name:** A dropdown menu set to "Live".
- Uniform Load:**
 - Load:** A text input field containing "0,2" followed by the unit "tonf/m²".
 - Direction:** A dropdown menu set to "Gravity".
- Options:** Three radio buttons:
 - Add to Existing Loads
 - Replace Existing Loads
 - Delete Existing Loads
- Buttons:** "OK", "Close", and "Apply" buttons are located at the bottom.

Ilustración 55 Asignación de carga viva

Fuente 128 Elaboración propia

4.3.8.2 Carga Muerta



The screenshot shows a software dialog box titled "Shell Load Assignment - Uniform". It contains the following fields and options:

- Load Pattern Name:** A dropdown menu set to "SC".
- Uniform Load:**
 - Load:** A text input field containing "0.307" followed by the unit "tonf/m²".
 - Direction:** A dropdown menu set to "Gravity".
- Options:** Three radio buttons:
 - Add to Existing Loads
 - Replace Existing Loads
 - Delete Existing Loads
- Buttons:** "OK", "Close", and "Apply" buttons are located at the bottom.

Ilustración 56 Asignación de carga muerta

Fuente 129 Elaboración propia

4.3.9 Elaboración de diafragmas

Se elaboran los diafragmas con la finalidad de que todos los pisos tengan el mismo desplazamiento.

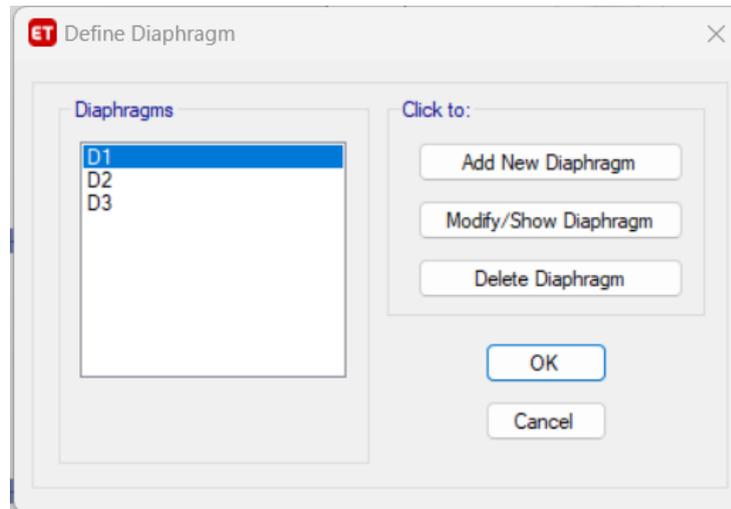


Ilustración 57 Asignación de los diafragmas para cada piso

Fuente 130 Elaboración propia

4.3.10 Espectro NEC 2015

Se ingresa los datos para el diseño del espectro de forma manual en base a la norma NEC-SE-DS-2015

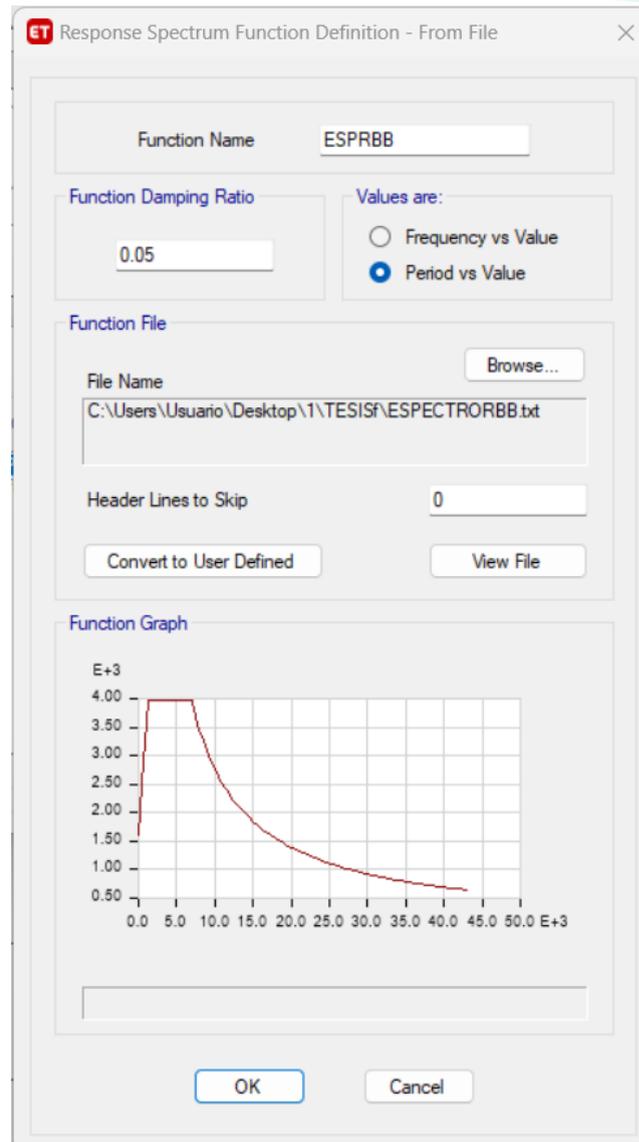


Ilustración 58 Ingreso del espectro dinámico

Fuente 131 Elaboración propia

4.3.11 Coeficiente estático

Se asignan los valores del coeficiente estático en la dirección x, y.

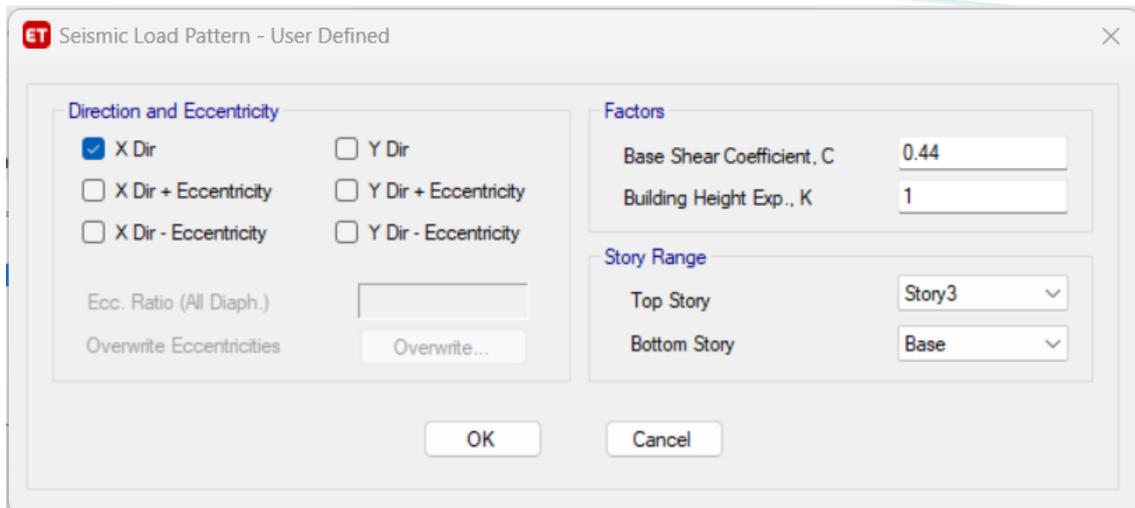


Ilustración 59 Coeficiente estático K y C en x

Fuente 132 Elaboración propia

4.3.12 Combinación de carga

Se asignará las combinaciones de cargas de acuerdo a la norma NEC-SE-DS-2015

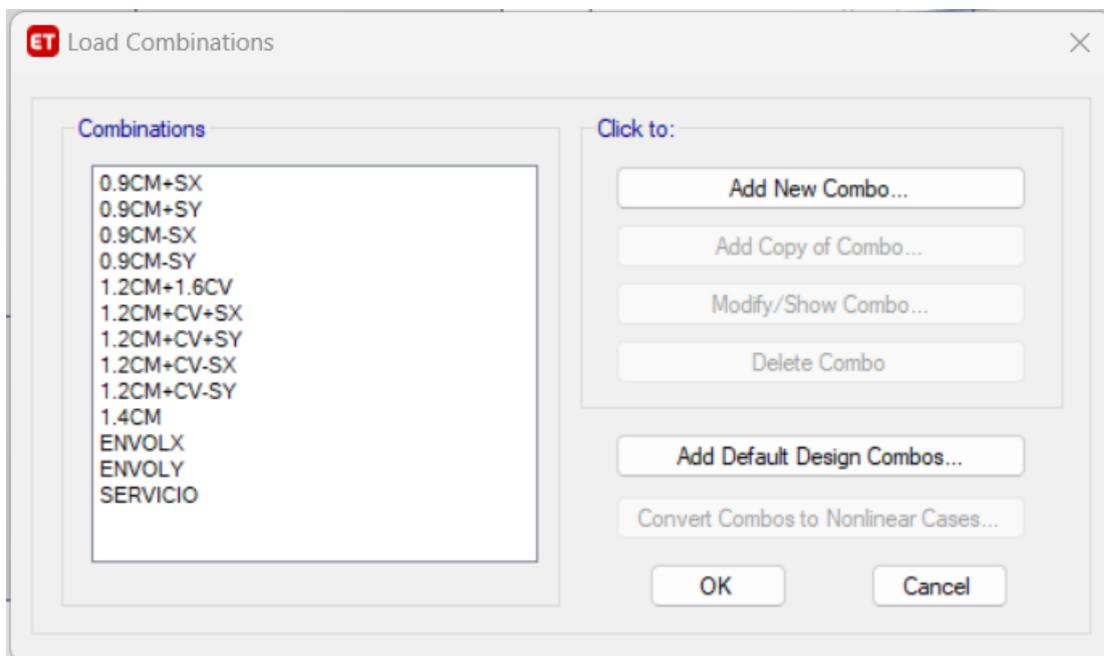


Ilustración 60 Asignación de las cargas combinadas de la NEC-SE-DS-2015

Fuente 133 Elaboración propia

4.4 Resultados

4.4.1 Análisis Estático Lineal

4.4.1.1 Fuerzas laterales por piso

Tabla 54 Cálculo de las fuerzas horizontales

FUERZAS HORIZONTALES POR PISO					
Piso	W [T]	h [m]	h ^k [m]	Wi*hi ^k [T-m]	F [T]
1	105,06	3,1	2,85	8,82	10,26
2	113,85	5,8	5,08	29,47	37,11
3	32,88	7,8	6,68	52,12	18,95
			Σ Wi*hi^k =	90,41	

Fuente 134 Elaboración propia

4.4.1.2 Chequeo del peso de la estructura

Auto Seismic - User Coefficients											
Load Pattern	Type	Direction	Eccentricity %	Ecc. Overidden	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf	
SX	Seismic	X		<input type="checkbox"/>	Story3	Base	0,44	1	259,7758	114,3013	
SX	Seismic	X + Ecc. Y	5	<input type="checkbox"/>	Story3	Base	0,44	1	259,7758	114,3013	
SX	Seismic	X - Ecc. Y	5	<input type="checkbox"/>	Story3	Base	0,44	1	259,7758	114,3013	
SY	Seismic	Y		<input type="checkbox"/>	Story3	Base	0,44	1	259,7758	114,3013	
SY	Seismic	Y + Ecc. X	5	<input type="checkbox"/>	Story3	Base	0,44	1	259,7758	114,3013	
SY	Seismic	Y - Ecc. X	5	<input type="checkbox"/>	Story3	Base	0,44	1	259,7758	114,3013	

Ilustración 61 Peso de la estructura

Fuente 135 Elaboración propia

4.4.1.3 Resultado del cortante basal manual y por ETABS

$$V = \frac{I_s a(T_a)}{R * \rho_p * \rho_e} * W$$

Modelación Ecuación 17 Cálculo del cortante basal a, mano

Fuente 136 extraído de (NEC-SE-CG, 2015).

$$V = \frac{1 * 1.1904}{3 * 1 * 0.9} * 251,801$$

$$V = 111.016$$

Load Pattern Definitions - Auto Seismic - User Coefficient

File Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Filter: Load Pattern Definitions - Auto Seismic - Usa

	Name	Is Auto Load	X Dir?	X Dir Plus Ecc?	X Dir Minus Ecc?	Y Dir?	Y Dir Plus Ecc?	Y Dir Minus Ecc?	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
▶	SX	No	Yes	No	No	No	No	No	0.05	Story3	Base	0.44	1	218.40088	96.0964
	SY	No	No	No	No	Yes	No	No	0.05	Story3	Base	0.44	1	218.40088	96.0964

Ilustración 62 Resultado cortante basal calculado por ETABS

Fuente 137 Elaboración propia

4.4.1.4 Participación de carga modal

Modal Load Participation Ratios

◀ | 1 de 3 | ▶ ▶ | Reload Apply Modal Load Participation Ratios

	Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	100	100

Ilustración 63 Participación de carga modal

Fuente 138 Elaboración propia

Una vez analizado en el programa, la participación de carga modal nos indica un resultado del 100% en las coordenadas X, Y, a lo que refuta en que el diseño está bien modelado

Tabla 55 Modales de la estructura

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec												
Modal	1	0.752	0.8865	0.0021	0	0.8865	0.0021	0	0.0003	0.1272	0.0225	0.0003	0.1272	0.0225
Modal	2	0.643	0.0141	0.6189	0	0.9007	0.6209	0	0.0923	0.0067	0.2783	0.0925	0.134	0.3007
Modal	3	0.586	0.0088	0.2866	0	0.9095	0.9076	0	0.0491	0.0084	0.6165	0.1417	0.1424	0.9172
Modal	4	0.229	0.0862	0.0001	0	0.9957	0.9077	0	0.0005	0.8434	0.0002	0.1422	0.9859	0.9175
Modal	5	0.202	0.0001	0.0656	0	0.9958	0.9733	0	0.6384	0.0033	0.0161	0.7806	0.9892	0.9335
Modal	6	0.188	1.13E-05	0.0141	0	0.9958	0.9874	0	0.1533	0.0032	0.0588	0.9339	0.9924	0.9923
Modal	7	0.157	0.003	2.26E-05	0	0.9988	0.9874	0	3.02E-05	0.0055	0.0011	0.934	0.9979	0.9934
Modal	8	0.148	0.0007	0.0037	0	0.9995	0.9911	0	0.0167	0.0012	0.0022	0.9506	0.9991	0.9956
Modal	9	0.143	0.0005	0.0089	0	1	1	0	0.0494	0.0009	0.0044	1	1	1

Fuente 139 Elaboración propia

Se puede observar que el modal 1 tiene un valor de $T_a=0.752$ s y al obtener por el cálculo manual a $T=0.349$ s, el T_a no debe superar el 30% del valor T

$$T_{max}(T_a) = 0.349 * 1.3 = 0.4537s$$

Se puede notar que el periodo no cumple, por lo tanto, el T_{max} es de 0.4537 s y el obtenido es de 0.752 s, por lo que las secciones no son adecuadas lo que demuestra de acuerdo con la normativa que la estructura es inestable.

La tabla 55 nos indica los modos de vibración de la estructura, enseñando que los dos primeros modos son traslacionales y el tercer modo es rotacional, el análisis nos indica que el primer modo se desplaza en sentido X con un 88% de participación de la masa y su segundo modo se desplaza en sentido Y con un 61% de la participación de la masa.

4.4.1.5 Derivas NEC 2015

Dentro de la normativa NEC-SE-DS, nos explica que las estructuras de hormigón armado tienen que cumplir el desplazamiento máximo al 2%

Tabla 56 Cálculo de las derivas en sentido X y sentido Y

R	3						
ALTURA (m)	SENTIDO	ΔE inelástica estática	ΔM inelástica estática	ΔE inelástica Espectral	ΔM inelástica Espectral	ΔM Máx NEC-SE-DS	Comprobación
5.8	X	0.0147	0.033	0.016	0.036	2%	No Cumple
	Y	0.0107	0.024	0.0117	0.026	2%	No Cumple
3.1	X	0.0149	0.034	0.0163	0.037	2%	No Cumple
	Y	0.0105	0.024	0.0112	0.025	2%	No Cumple

Fuente 140 Elaboración propia

Los valores que se presentan en la tabla 56 de las derivas inelásticas en sentido X y sentido Y no cumplen lo estipulado en la NEC-SE-DS la cual indica que se debe estar debajo o dentro del 2% o 0.02.

Indicados los valores podemos decir que la estructura no cumple la estabilidad

4.4.2 Análisis estático No lineal (PUHOVER)

El modelamiento por el método del pushover nos ayudará a conocer el comportamiento de la estructura, con los criterios establecidos por el FEMA 356, el ASCE 41-17 conoceremos las rótulas plásticas que se originan tanto en columnas como en las vigas.

4.4.2.1 Cargas Gravitacionales no lineal

El FEMA 356 nos hace referencia que la carga muerta a emplearse debe salir de la siguiente ecuación.

$$1.1D + 1.1(0.25L)$$

Ecuación 18 Carga muerta para el análisis no lineal

Fuente 141 FEMA-356

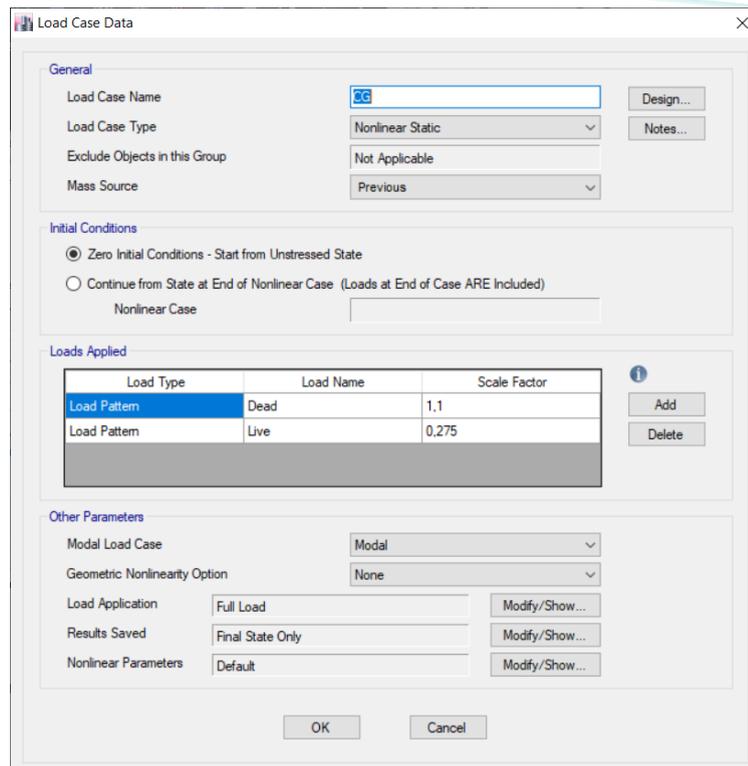


Ilustración 64 Carga Gravitacional No lineal

Fuente 142 Elaboración propia

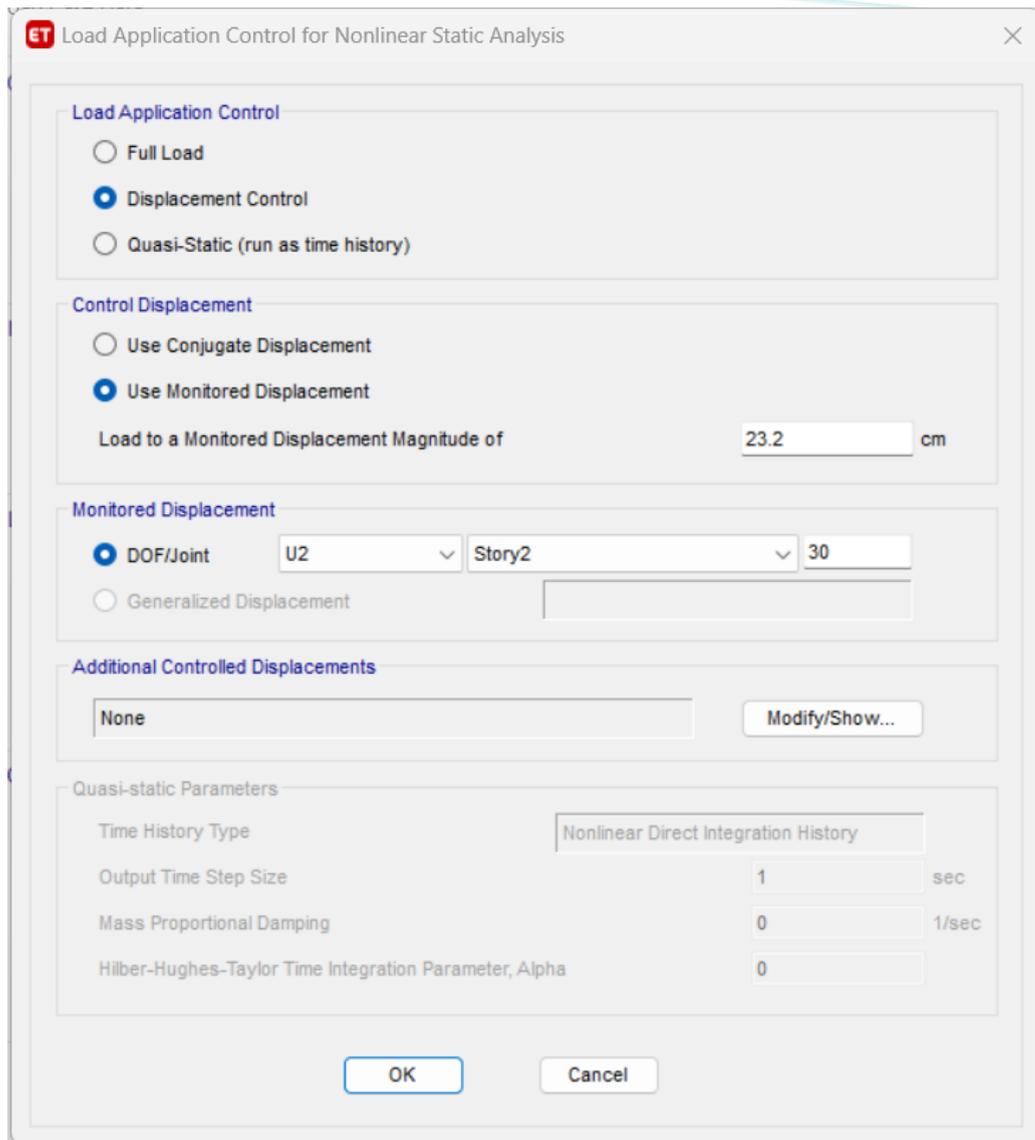
4.4.2.2 Pushover

La NEC-15 nos indica que las derivas no deben ser mayores al 2%, pero para el análisis no lineal haremos uso de la deriva al 4%, para el valor del desplazamiento usaremos la ecuación 18.

$$Desp = H * 4\% = 5,8 * 0.04 = 0.232$$

Ecuación 19 Aplicación de control

Fuente 143 FEMA 440



Load Application Control

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

Control Displacement

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of cm

Monitored Displacement

DOF/Joint

Generalized Displacement

Additional Controlled Displacements

Quasi-static Parameters

Time History Type

Output Time Step Size sec

Mass Proportional Damping 1/sec

Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha

Ilustración 65 Asignación del análisis no lineal

Fuente 144 Elaboración propia

Para cada etapa se habilita puntos para las curvas de capacidad

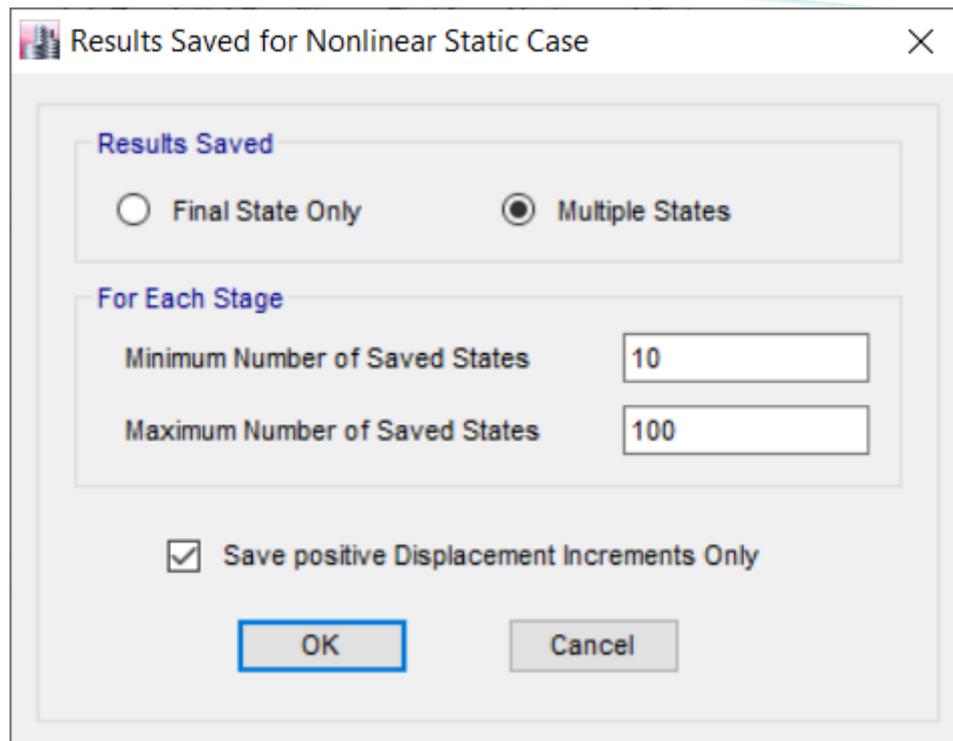


Ilustración 66 Convergencia a 10 iteraciones

Fuente 145 Elaboración propia

4.4.2.3 Espectro Análisis estático No lineal

Se usa el factor de reducción $R=1$ para el espectro del análisis estático no lineal, debido a que debemos entender como se ve afectada la estructura durante un evento sísmico al 100% de su capacidad.

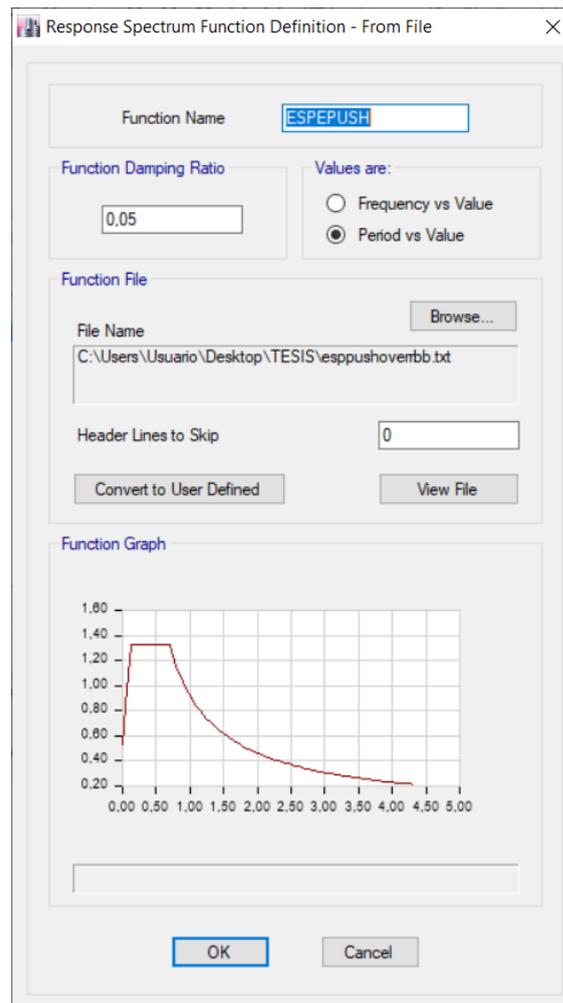


Ilustración 67 Espectro del análisis estático no lineal

Fuente 146 Elaboración propia

4.4.3 Rótulas plásticas

Se asignan las rótulas plásticas tanto para las vigas como para las columnas al 5% y al 95% de su longitud total

4.4.3.1.1 Asignación de rótulas plásticas en columnas

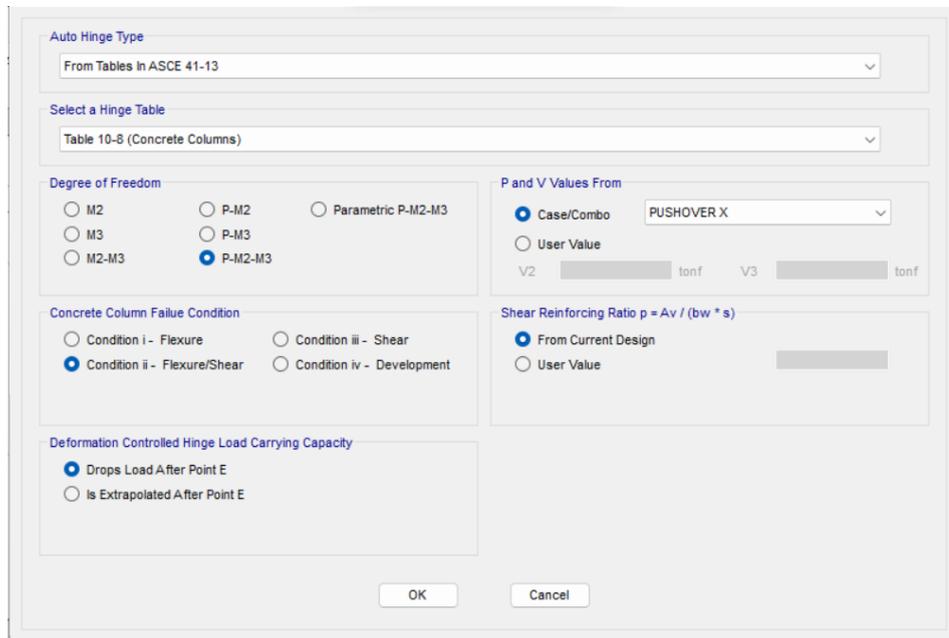


Ilustración 68 Asignación de rótulas plásticas en columnas

Fuente 147 Elaboración propia

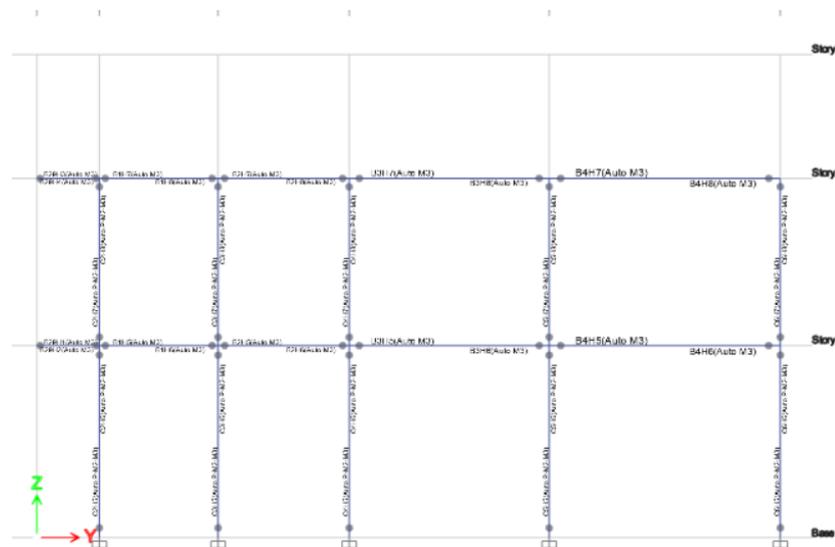


Ilustración 69 Rótulas plásticas en columnas vista 3D

Fuente 148 Elaboración propia

4.4.3.1.2 Asignación de rótulas plásticas en vigas

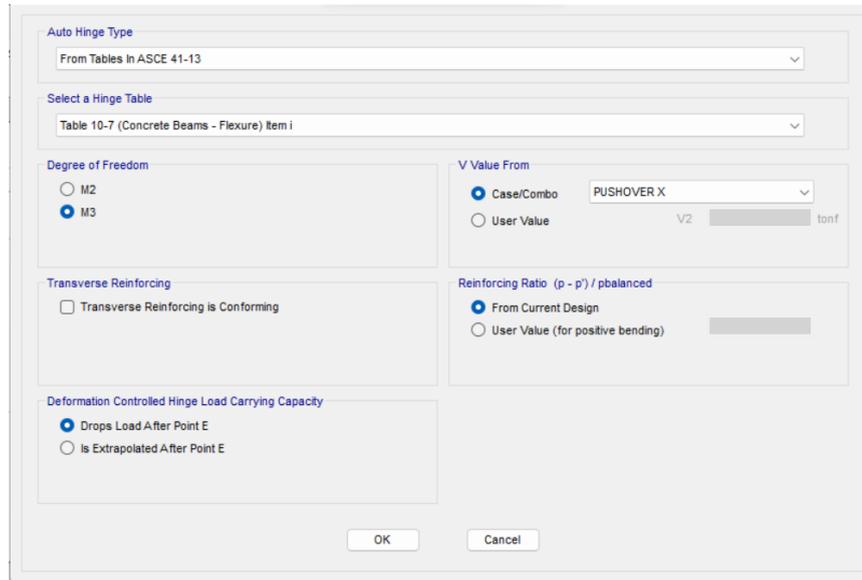


Ilustración 70 Asignación de las rótulas plásticas

Fuente 149 Elaboración propia

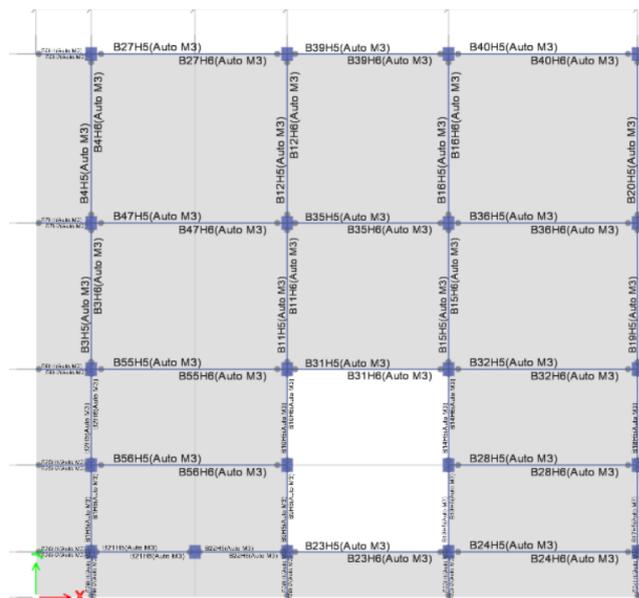


Ilustración 71 Vigas con rótulas plásticas

Fuente 150 Elaboración propia

4.4.4 Resultados de análisis estático no lineal

4.4.4.1 Gráfica de cortante vs desplazamiento en sentido X

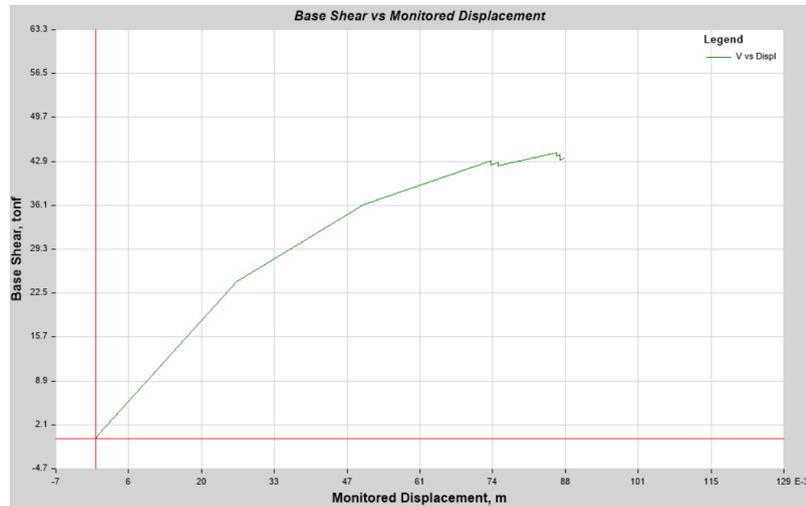


Ilustración 72 Gráfica cortante vs desplazamiento en X

Fuente 151 Elaboración propia

4.4.4.2 Gráfica de curva de capacidad y demanda x

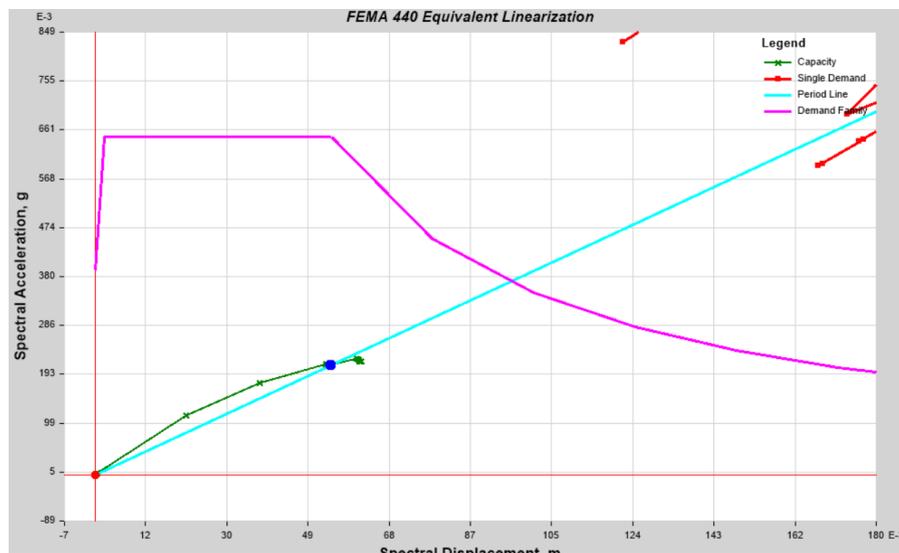


Ilustración 73 Curva de capacidad y curva de demanda en sentido x

Fuente 152 Elaboración propia

La gráfica nos indica que la curva de capacidad y la curva de demanda no se intersecan por lo que no hay un punto de control, lo que hace referencia a que la estructura colapsa antes de que se crucen las curvas.

4.4.2.3 Gráfica de cortante vs desplazamiento en sentido Y

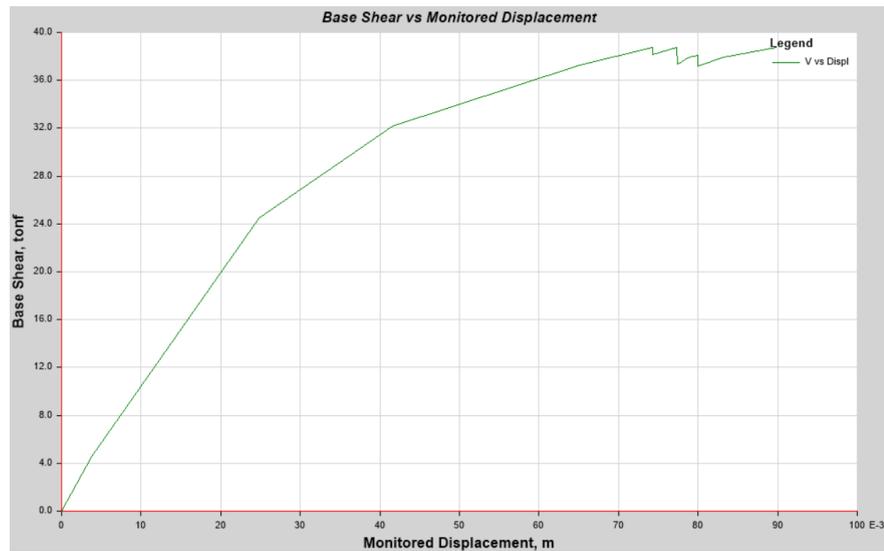


Ilustración 74 Gráfica cortante vs desplazamiento en Y

Fuente 153 Elaboración propia

4.4.2.4 Gráfica de curva de capacidad y demanda y

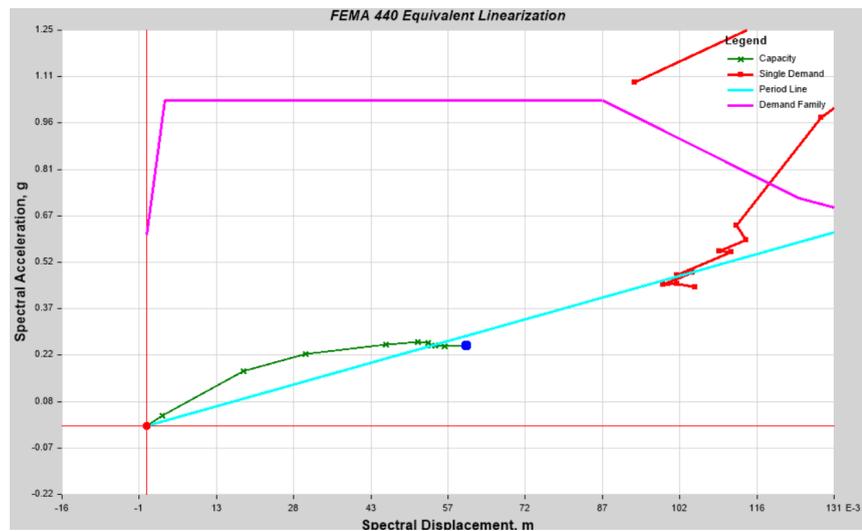


Ilustración 75 Curva de capacidad y curva de demanda en sentido Y

Fuente 154 Elaboración propia

De la misma forma la gráfica nos indica que la curva de capacidad no se interseca con la curva de demanda por lo que hace referencia a que no existe punto de control y por lo tanto la estructura no llega al su rango inelástico.

4.4.2.5 Revisión de las rótulas plásticas

4.4.2.5.1 Pushover en sentido X

La estructura presenta rótulas plásticas en el nivel 12 lo que indica que llegará al colapso.

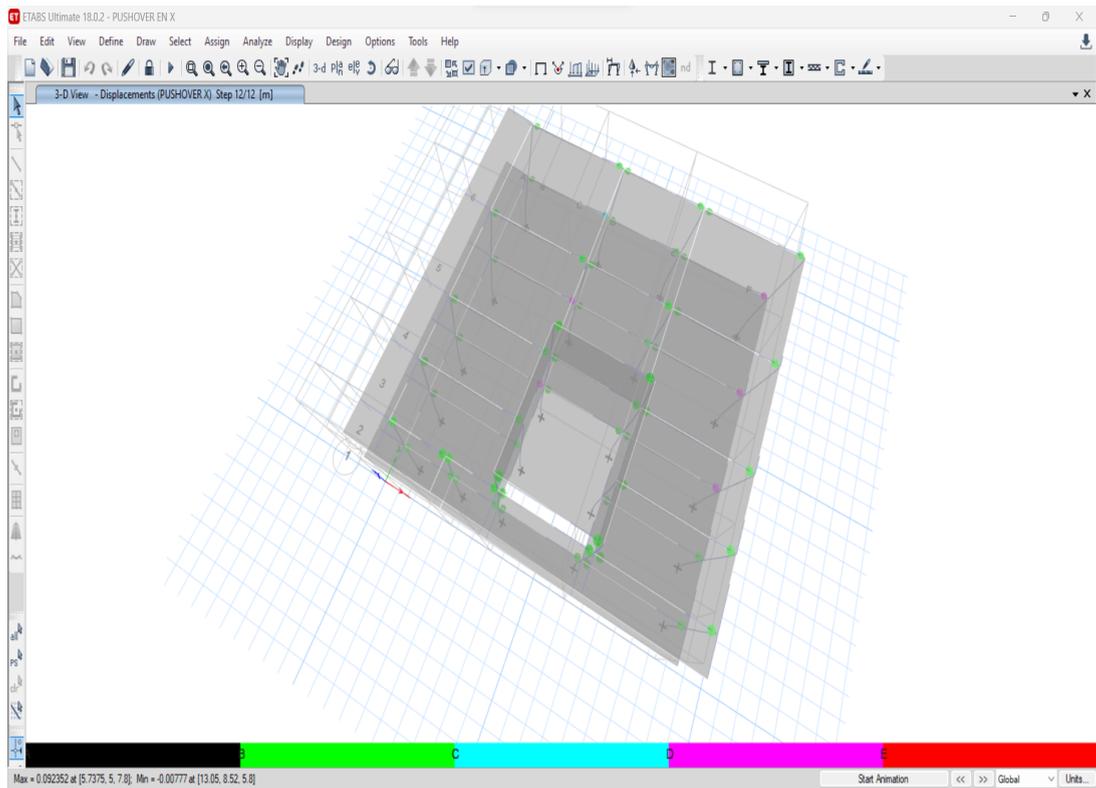


Ilustración 76 Presencia de rótulas plásticas en X

Fuente 155 Elaboración propia

4.4.2.5.2 Pushover en sentido Y

La estructura colapsa en el nivel 13 cuando presenta sus rótulas plásticas en la base y cabeza de la columna.

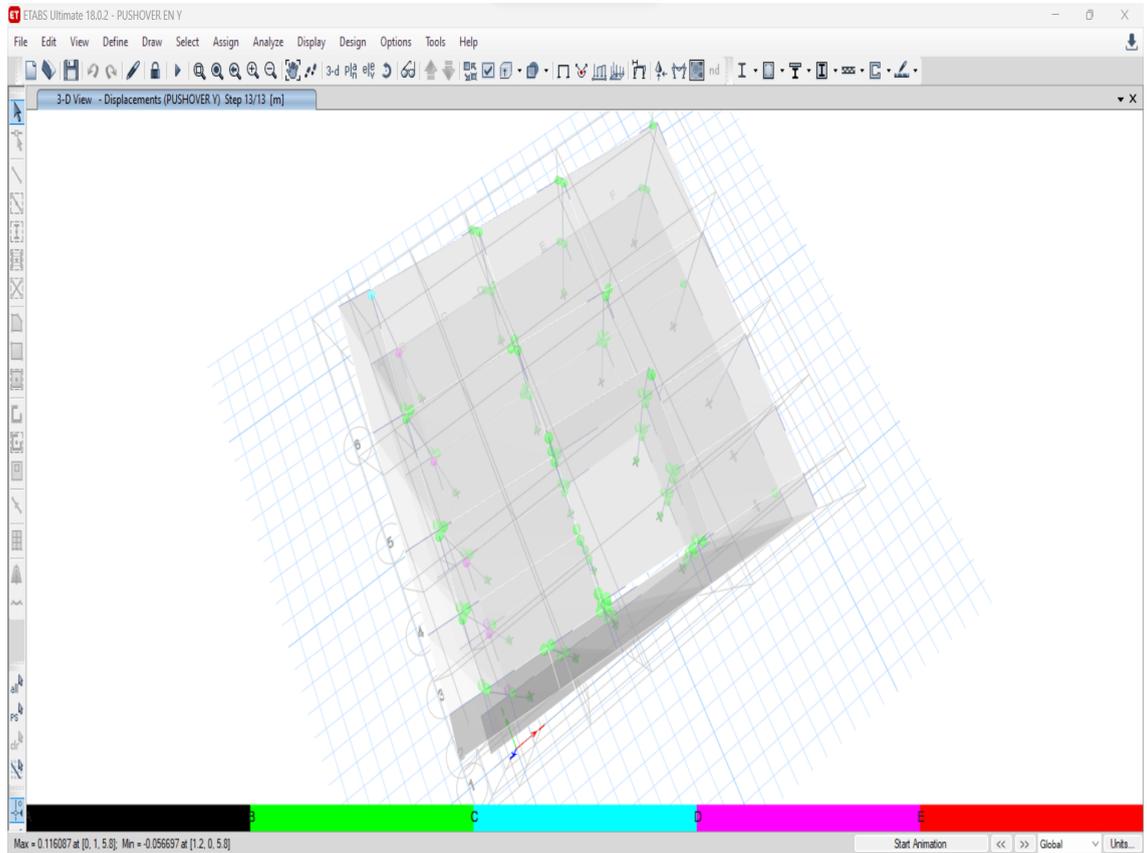


Ilustración 77 Presencia de rótulas plásticas en Y

Fuente 156 Elaboración propia

CAPÍTULO V - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Concluido con el levantamiento de las fichas de visualización rápida en cada edificación se puede entender que es un sector con alta vulnerabilidad, debido a que no existen diseños y planos tanto estructurales como arquitectónicos.

Al realizar la inspección de los datos de la vivienda tipo comprendemos que tiene una alta vulnerabilidad porque poseen columnas que no cumplen con las secciones mínimas que es 900 cm², así como el uso de vigas bandas en una zona sísmica $Z=V$

La evidencia de las patologías en la vivienda tipo, que existen tanto en vigas como en las columnas fue un punto clave para identificar que la vivienda de hormigón armado tenga valores bajos al momento de determinar la resistencia a compresión mediante el ensayo no destructivo del esclerómetro alcanzando valores para la viga de 137,81 kg/cm² y para las columnas 114,44 kg/cm².

Una vez concluido con los modos de vibración de la estructura podemos conocer que los dos primeros modos son traslacionales y el tercer modo es rotacional, el análisis nos indica que el primer modo se desplaza en sentido X con un 88% de participación de la masa y su segundo modo se desplaza en sentido Y con un 61% de la participación de la masa.

Las derivas inelásticas de la estructura en sentido X y sentido Y no cumplen lo estipulado en la NEC-SE-DS la cual indica que se debe estar debajo o dentro del 2% o 0.02.

Finalmente, los resultados por el método del pushover nos permite entender que la estructura al aplicarle fuerzas genera rótulas plásticas en la base de la columna hasta que la estructura llega al colapso.

4.2.Recomendaciones

Se recomienda realizar el ensayo del Pachómetro sin excluir ningún paso de ejecución debido a que la resistencia a obtener puede variar.

Se recomienda realizar más ensayos en varias edificaciones para poder obtener un margen más comprensible a la vulnerabilidad en la zona.

Recomendamos que las futuras edificaciones a construirse en el mismo sector deberán realizar estudios y diseños tanto arquitectónicos como estructurales para evitar colapsos y pérdidas humanas.

Las entidades municipales no obligan realizar un análisis pushover para poder conocer su desempeño y capacidad de respuesta de la estructura ante un evento sísmico, pero se debería realizarlo para poder comprender de mejor manera la estructura.

Es necesario realizar una charla de concientización a las personas donde se realizado el estudio para informarles que es necesario realizar evaluaciones y rehabilitaciones a las estructuras con alto grado de vulnerabilidad sísmica para evitar problemas fatales a futuro.

4.3.Referencias bibliográficas

Alvarado, A. (2004). *Investigaciones en Geociencias* (Vol. 1). Quito, Ecuador: Corporación Editorial Nacional. Recuperado el 21 de junio de 2022

- Barbath H, O. S. (2005). *Cálculo y diseño sismorresistente de edificios*. Barcelona: Monografía CIMNE IS56.
- Bolaños Luna, M. C. (2004). *Espectros de peligro sísmico*. Lima, Ecuador: Editorial Lima. Recuperado el 10 de junio de 2022
- Callejas, R. (2010). *Formulación y Evaluación de un Plan Negocio*. Quito, Ecuador: McGraw Hill. doi:978-9942-03-111-2
- Chávez, O. B. (15 de Mayo de 2016). *Repositrio Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Repositrio Escuela Politécnica Nacional: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16537>
- Co-ordinator, O. o. (1980). *Natural Disasters and Vulnerability Analysis*. USA, Ecuador : Geneva.
- Gonzales, C. (2018). *Análisis Estático No Lineal (Pushover) de estructura aporticada de hormigón armado con diferentes grados de ductilidad, aplicando la norma sismo resistente Colombia 2010 (NSR-10)*. Valencia: Universidad Técnica de Valencia.
- Guaño Colcha , E. (2015). *Módulo de elasticidad del hormigón en base a su resistencia a la compresión de 21 mpa, elaborado con agregados del sector la Providencia y Cemento Chimborazo*. UNACH. Riobamba: UNACH. Recuperado el 22 de junio de 2022, de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/564>
- NEC - SE -GE. (2015). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras*. (MIDUVI, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: MIDUVI. Recuperado el 20 de junio de 2022, de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>

- NEC-SE-CS. (2015). Norma Ecuatoriana de la construcción. En M. d. vivienda, & MIDUVI (Ed.), *Norma Ecuatoriana de la construcción*. Quito, Pichincha, Ecuador: MIDUVI. Recuperado el 20 de junio de 2022
- NEC-SE-DS. (2015). Norma Ecuatoriana de la construcción. En M. d. Vivienda, & MIDUVI (Ed.), *Norma Ecuatoriana de la construcción*. Quito, Pichincha, Ecuador: MIDUVI. Recuperado el 20 de junio de 2022
- NEC-SE-HM. (2015). Norma Ecuatoriana de la construcción. En M. d. vivienda, & MIDUVI (Ed.), *Norma Ecuatoriana de la construcción*. Quito, Pichincha, Ecuador: MIDUVI. Recuperado el 20 de junio de 2022
- Oliva, J. (2017). *Curvas de capacidad y fragilidad estructural de tipologías comunmente usadas en el Salvador*. Salvador: Universidad de el Salvador. Recuperado el 22 de junio de 2022
- Posso, A. (20 de Diciembre de 2021). *Repositorio Uisek*. Obtenido de Repositorio Uisek: <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4526>
- Rivadeneira Francisco, S. M. (2007). *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador* (Vol. 1). Quito, Ecuador: Corporacion Editorial Nacional. Recuperado el 10 de Junio de 2022
- Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado , A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yopez, H. (2007). *Breves fundamentos sobre los terremotos en Ecuador*. Quito, Pichincha, Ecuador: Corporación editora nacional. Recuperado el 20 de junio de 2022, de [https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/35-breves-fundamentos-sobre-los-terremotos-en-el-ecuador/file#:~:text=En%20la%20historia%20del%20Ecuador,%20y%20Bah%C3%ADa%20\(1998\)](https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/35-breves-fundamentos-sobre-los-terremotos-en-el-ecuador/file#:~:text=En%20la%20historia%20del%20Ecuador,%20y%20Bah%C3%ADa%20(1998))

Russell. (12 de 31 de 2010). *Ventanas al Universo*. Recuperado el 20 de 06 de 2022, de

Ventanas al Universo:

http://www.windows2universe.org/earth/geology/quake_4.html&lang=sp&e

Sarachanga, H. (1997). *Conceptos básicos de sismología para ingenieros Lima*. Lima,

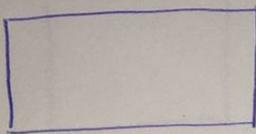
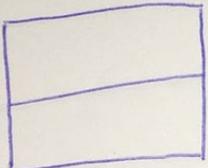
Ecuador: CISMID.

Tarbuck E, L. F. (2005). *Ciencias de la Tierra Una introducción a la geología física*.

Madrid: Pearson Educación S. A.

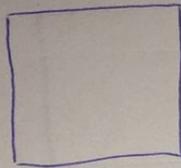
4.4. Anexos

Anexos 1. Inspección visual rápido de las viviendas del barrio Dávalos

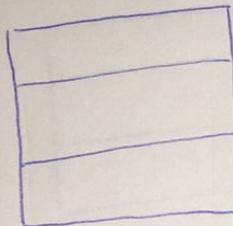
EVALUACION VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
<p>PLANTA</p>  <p>ELEVACION</p> 										DATOS DE LA EDIFICACION: Dirección: <u>CARABOBO y Lázaro BARRÓN</u> Nombre de la edificación: <u>VIVIENDA</u> Símbolo de referencia: <u>VUCG005</u> Tipo de uso: <u>VIVIENDA</u> Año de construcción: <u>2000</u> Área construida (m ²): <u>396 m²</u>				
										DATOS DEL PROFESIONAL: Nombre del evaluador: <u>RODRIGO</u> C.I.: <u>160097812-5</u> Registro SENECYT:				
														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado		C1	Pórtico Acero Laminado					S1				
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales		C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2				
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada		C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3				
Alto acero-hormigón o madera-hormigón	NDK	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4				
		H. Armado prefabricado		PC	Pórtico Acero con cerchas mampostería					S5				
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
		W1	URM	RM	NDK	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural		4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.3	1.8	2.4	2.8	3	2	2.8	2
Puntaje Básico		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTURA DE LA EDIFICACION		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja altura (menor a 4 pisos)		NA	NA	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	0.4	NA	0.4	0.4
Mediana altura (4 a 7 pisos)		NA	NA	NA	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	NA	0.3	0.3
Gran altura (mayor a 7 pisos)														
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION		-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad vertical		-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
Irregularidad en planta														
CODIGO DE LA CONSTRUCCION		0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Pre-código construido antes de 1977) o auto construcción		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)		1	NA	2.3	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.2	1
Post: Código Moderno construido a partir de 2001)														
TIPO DE SUELO		0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo C		0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Tipo de suelo D		0	-0.3	-0.4	-1.2	-1.2	-0.3	-0.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.3
Tipo de suelo E														
PUNTAJE FINAL S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA														
5 < 2.0														
2.0 >= 2.5														
5 < 2.5														
OBSERVACIONES:														

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



ELEVACION



DATOS DE LA EDIFICACION

Dirección: CARACASO ENTRE MEXICO Y WISLAWA BOETA
 UDD 2
 WISLAWA A
 Fecha de evaluación: 12/07/2022
 Año de remodelación:
 Número de pisos: 3
 UCAUCURASO



TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o mado madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
				Pórtico Acero con candelas mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

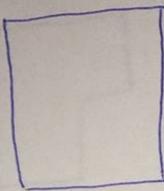
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural	4.4	1.9	2.9	1.9	2.5	2.8	1.8	2.4	2.2	3	2	2.8	2
Puntaje Básico					0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTURA DE LA EDIFICACION					0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	NA	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	NA	NA	NA	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	NA	0.3	0.3
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCION													
Pre-código construido antes de 1977 o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Construido en etapa de transición entre 1977 y 2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pos: Código Moderno construido a partir de 2001	1	NA	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.2	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Tipo de suelo E	0	-0.3	-0.4	-1.2	-1.2	-0.3	-0.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.3
PUNTAJE FINAL S					4.9								

GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA	Alta Vulnerabilidad, requiere evaluación especial	P
5 < 2.0	Medio Vulnerabilidad	
2.0 >= 2.5	Baja Vulnerabilidad	
5 < 2.5		

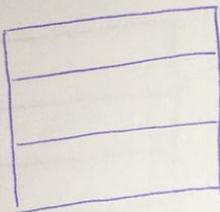
OBSERVACIONES:

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



ELEVACION



DATOS DE LA EDIFICACION:

Dirección: CARABOBO ENTRE JEXICO Y LA CASA BOSTA
 Nombre de la edificación: UUCA...
 Sitio de referencia: CERCA UUCA...
 Tipo de uso: RESIDENCIAL
 Año de construcción: 1900
 Área construida (m²): 170m²
 DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: KOOPER UUCA...
 C.I.: 1600478125
 Registro SENECYT



TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Aberto Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Aberto Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada	C3	Pórtico Aberto Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o placa madera-hormigón	MX	Pórtico H. Armado con muros sin refuerzo		Pórtico Aberto Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prestriado	PC	Pórtico Aberto con caretes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

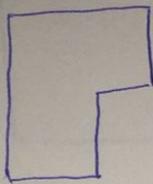
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.8	2.9	1.8	2.5	2.8	1.8	2.4	2.8	3	2	2.9	2
ALTURA DE LA EDIFICACION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja altura (menor a 4 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	N/A	0.3	0.3
Gran altura (mayor a 7 pisos)													
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION													
Irregularidad vertical	-0.8	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCION	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Pre-1977 (o auto construcción)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	1	N/A	2.3	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1
Post-Código Moderno (construido a partir de 2001)													
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4
Tipo de suelo E	0	-0.3	-0.4	-1.2	-1.2	-0.3	-0.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.3
PUNTAJE FINAL S					2.9								

GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA	
5 < 2.0	Alta Vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2.0 >= 2.5	Media Vulnerabilidad
5 < 2.5	Baja Vulnerabilidad

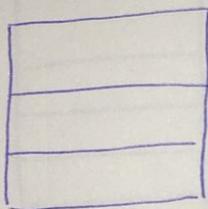
OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



ELEVACIÓN


DATOS DE LA EDIFICACION

Dirección:

CARABOBO Entre SLEXCO Y LOS EUSA BORSA

Nombre de la edificación:

VIVIENDA

Sitio de referencia: CERCA OCU

Tipo de uso: VIVIENDA

Año de construcción: 1998

 Área construida (m²): 150 m²
DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: RICARDO

C.I. 1000478125

Registro SENECYT


TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o mado madera-hormigón	MX	Pórtico H. Armado con muros sin refuerzo		Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con caretes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.9	2.9	1.9	2.5	2.9	1.9	2.4	2.9	3	2	2.9	2
ALTURA DE LA EDIFICACION													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N.A	N.A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	N.A	0.4	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N.A	N.A	N.A	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	N.A	0.3	0.3
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCION													
Pre-código construido antes de 1977 o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Construido en etapa de transición entre 1977 y 2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post-Código Moderno construido a partir de 2001	1	N.A	2.9	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.4	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Tipo de suelo E	0	-0.3	-0.4	-1.2	-1.2	-0.3	-0.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.3
PUNTAJE FINAL S													

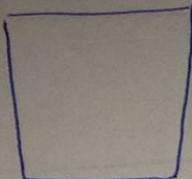
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA

S < 2.0	Alta Vulnerabilidad: requiere evaluación especial	X
2.0 > S > 2.5	Meda Vulnerabilidad	
S < 2.5	Baja Vulnerabilidad	

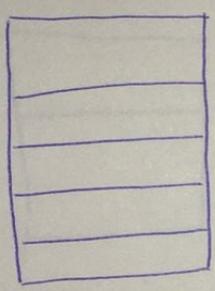
OBSERVACIONES

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



CROQUIS



DATOS DE LA EDIFICACION:

Dirección: CARABOBO ENTRE SERNES Y LA CURA ROSA

Nombre de la edificación: VUELTA

Sitio de referencia:

Tipo de uso: RESIDENCIAL

Año de construcción: 900

Área construida (m²): 1000m²

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Víctor

C.I: 160647815

Registro SENECYT:



TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

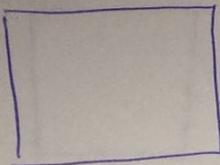
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o mado madera-hormigón	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con caretes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

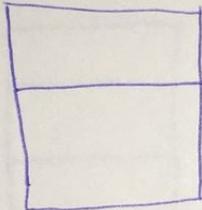
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.8	2.4	2.8	3	2	2.6	2
Puntaje Básico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTURA DE LA EDIFICACION													
Baja altura (menor a 4 pisos)	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	N/A	0.3	0.3
Gran altura (mayor a 7 pisos)													
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCION													
Pre-código construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Construido en etapa de transición entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post-Código Moderno construido a partir de 2001)	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.2	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Tipo de suelo E	0	-0.3	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.3
PUNTAJE FINAL S													
					2.3								

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



ELEVACIÓN


DATOS DE LA EDIFICACION:

Dirección: **MEXICO Y CARABOBO**
 Nombre de la edificación: **UNIVERSUM 6**
 Sitio de referencia: **CEZA**
 Tipo de uso: **Locales y Res**
 Año de construcción: **1992**
 Área construida (m²): **240**
DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: **TCG**
 C.I.: **1600 47 91 2-3**
 Registro SENECYT:


TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

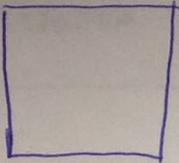
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o mado madera-hormigón	MX	Pórtico H. Armado con mampostería sin refuerzo	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado		Pórtico Acero con carabes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

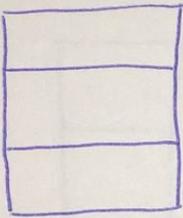
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.3	1.8	2.4	2.8	3	2	2.8	2
Puntaje Básico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTURA DE LA EDIFICACION													
Baja altura menor a 4 pisos	N/A	N/A	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	N/A	0.4	0.4
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	N/A	0.3	0.3
Gran altura mayor a 7 pisos													
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION													
Irregularidad vertical	-2.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCION													
Pre-código construido antes de 1977 o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Construido en etapa de transición entre 1977 y 2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post Código Moderno construido a partir de 2001	1	N/A	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.8	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4
Tipo de suelo D	0	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2
Tipo de suelo E	0	-0.3	-0.4	-1.2	-1.2	-0.3	-0.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.3

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



ELEVACION



DATOS DE LA EDIFICACION:

Dirección: México y Carabobo
 Nombre de la edificación: VULNERABILIDAD
 Sitio de referencia: CARPA UIC
 Tipo de uso: RESIDENCIAL
 Año de construcción: 2000
 Área construida (m²): 300 m²

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: VANCE
 C.I.: 160047812-5
 Registro SENECYT



TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

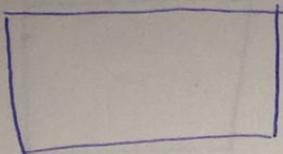
Madera	WT	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Aberto Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Aberto Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada	C3	Pórtico Aberto Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o mada madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Aberto Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
				Pórtico Aberto con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

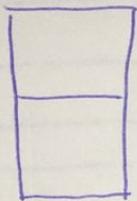
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Tipología del sistema estructural	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.8	2.4	2.8	3	2	2.8	2
Puntaje Básico					0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALTURA DE LA EDIFICACION													
Baja altura menor a 4 pisos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	NA	0.4	0.4
Gran altura mayor a 7 pisos	NA	NA	NA	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	NA	0.3	0.3
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION													
Irregularidad vertical	-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCION													
Pre-código construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2
Construido en etapa de transición entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post-Código Moderno construido a partir de 2001)	1	NA	2.8	1	1.4	2.4	1.4	1	1.4	1.4	1	1.6	1

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



ELEVACION



DATOS DE LA EDIFICACION

Dirección:

MEXICO Y CARABOBO

Nombre de la edificación:

UNIVERSIDAD

Símbolo de referencia:

CD-DA ULUCA

Tipo de uso:

RESIDENCIAL

Año de construcción:

1996

Área construida (m²):

216 m²

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador:

YESSER VIL

C.I.

160047812-5

Registro SEMECYT



TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

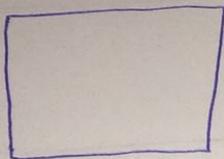
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o mixto madera-hormigón	MX	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado		Pórtico Acero con caretes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

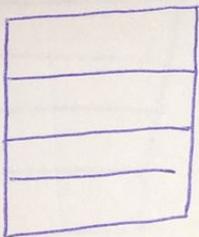
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.8	2.4	2.8	3	2	2.8	2
ALTURA DE LA EDIFICACION													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	NA	0.4	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	NA	NA	NA	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	NA	0.3	0.3
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACION													
Irregularidad vertical	-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5
CODIGO DE LA CONSTRUCCION													
Edificios construidos antes de 1977, o auto construcción	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.3	-1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2

EVALUACION VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA

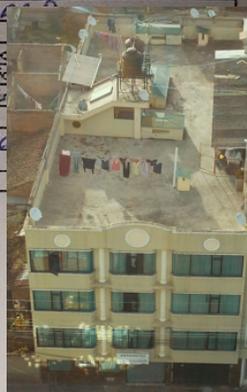


ELEVACION



DATOS DE LA EDIFICACION:

Dirección: Mexico y Boca Fuerte
 Nombre de la edificación: UNICEN
 Tipo de uso: RESIDENCIAL
 Año de construcción: 1999
 Área construida (m²): 204 m²
 Nombre del evaluador: ROGER VILCA
 C.I.: 160047912-5
 Registro SENECYT



TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Aberto Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Aberto Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H Armado con mampostería confinada	C3	Pórtico Aberto Doblado en frío	S3
Mixto acero-hormigón o meta maderas-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Aberto Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
				Pórtico Aberto con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
	4.4	1.8	2.8	1.8	(2.5)	2.8	1.8	2.4	2.8	3	2	2.8	2

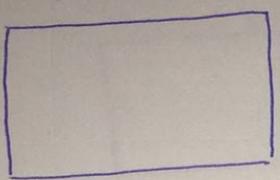
PUNTAJE BASICO

ALTURA DE LA EDIFICACION

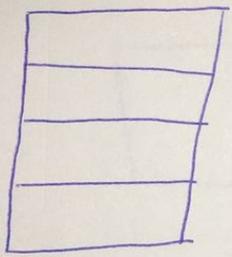
	0	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0	0
Baja altura (menor a 4 pisos)	NA	NA	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.4	NA	0.4	0.4
Mediana altura (4 a 7 pisos)	NA	NA	NA	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.4	0.3	NA	0.3	0.3
Gran altura (mayor a 7 pisos)													

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES

PLANTA



ELEVACION



DATOS DE LA EDIFICACION:

Dirección: México y POCAFUERTE
 Nombre de la edificación: VIVIENDA 1A
 Sitio de referencia:
 Tipo de uso: RESIDENCIAL
 Año de construcción: 2001
 Área construida (m²): 310m²
 DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: ROGER VILLALBA
 C.I.: 460047812-5
 Registro SENECAVT

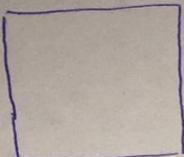
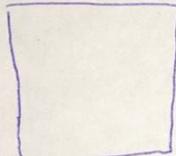


TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Mampostería sin refuerzo	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Mampostería reforzada	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Acero-hormigón	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Madera-hormigón	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Acero-hormigón	4.4	1.8	2.8	1.8	2.5	2.8	1.8	2.4	2.8	3	2	2.8	2

EVALUACION VISUAL RAPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES																									
<p>PLANTA</p> 	<p>DATOS DE LA EDIFICACION:</p> <p>Dirección: CARABOBO Y LOS ELIAS BORJA</p> <p>Nombre de la edificación: WILGANDA R</p> <p>Sitio de referencia: CERCA WILGANDA R</p> <p>Tipo de uso:</p> <p>Año de construcción: 1992</p> <p>Área construida (m²): 90m²</p>																								
	<p>DATOS DEL PROFESIONAL</p> <p>Nombre del evaluador: Rosel de</p> <p>C.I: 16664784-5</p> <p>Registro SENECYT:</p>																								
<p>ELEVACION</p> 																									
<p>TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Código</th> <th>Nombre</th> <th>Clase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>W1</td> <td>P1</td> <td>Pórtico Hormigón Armado</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>W2</td> <td>P2</td> <td>Pórtico H. Armado con muros estructurales</td> <td>S2</td> </tr> <tr> <td>W3</td> <td>C1</td> <td>Pórtico Acero Laminado</td> <td>S3</td> </tr> <tr> <td>W4</td> <td>C2</td> <td>Pórtico Acero Laminado con diagonales</td> <td>S2</td> </tr> <tr> <td>W5</td> <td>C3</td> <td>Pórtico Acero Perfilado en frío</td> <td>S3</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	Código	Nombre	Clase	W1	P1	Pórtico Hormigón Armado	S1	W2	P2	Pórtico H. Armado con muros estructurales	S2	W3	C1	Pórtico Acero Laminado	S3	W4	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2	W5	C3	Pórtico Acero Perfilado en frío	S3
Descripción	Código	Nombre	Clase																						
W1	P1	Pórtico Hormigón Armado	S1																						
W2	P2	Pórtico H. Armado con muros estructurales	S2																						
W3	C1	Pórtico Acero Laminado	S3																						
W4	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2																						
W5	C3	Pórtico Acero Perfilado en frío	S3																						

Anexos 2. Diagramas de la obtención de la resistencia a compresión del hormigón

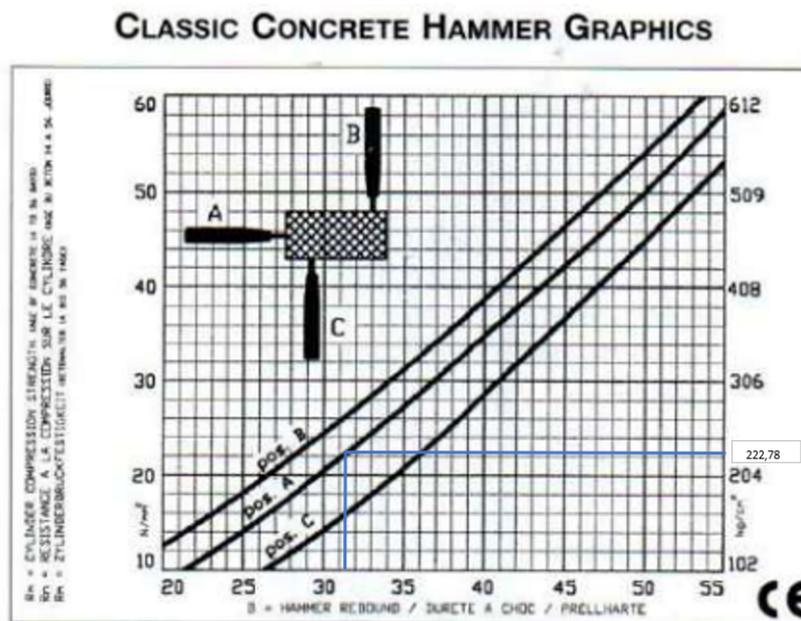


Ilustración 82 Columna del piso 2

Fuente 160 Elaboración propia

CLASSIC CONCRETE HAMMER GRAPHICS

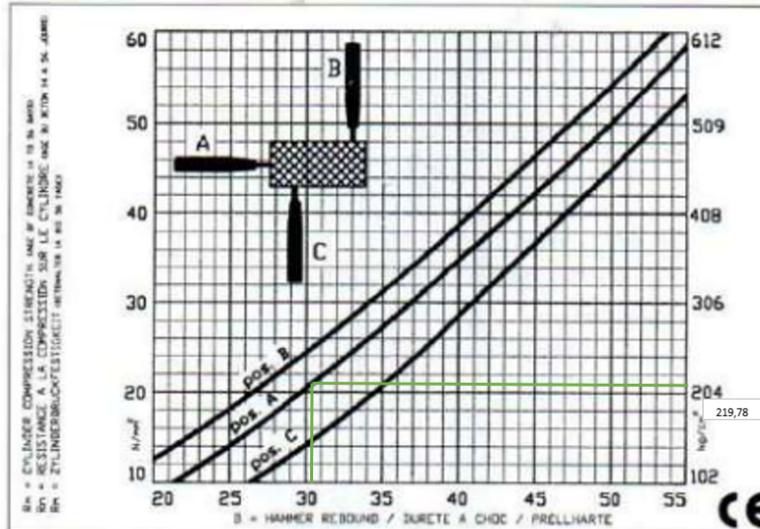


Ilustración 83 Vigas del piso 2

Fuente 161 Elaboración propia

CLASSIC CONCRETE HAMMER GRAPHICS

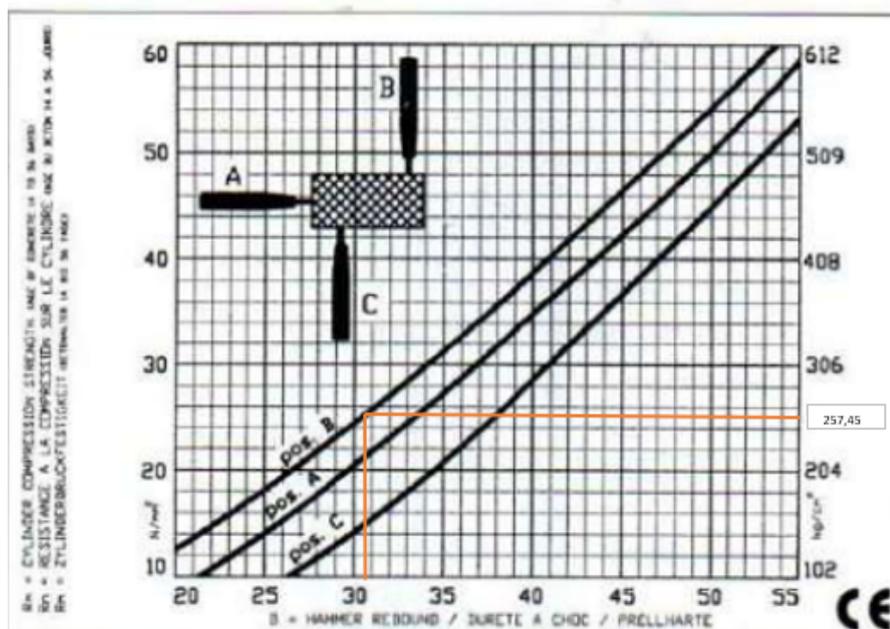


Ilustración 84 Losa del piso 2

Fuente 162 Elaboración propia