



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

Carrera Ingeniería Civil

Análisis de Vulnerabilidad Sísmica en la Comuna de “Oyambarillo”
ubicado en la parroquia de Tababela, Quito - Ecuador.

Autor: Gonzalo Rigoberto Paucar Rondal

Tutor: Ing. Luis Alberto Soria Núñez, Msc.

Quito, septiembre 2021.



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Gonzalo Rigoberto Paucar Rondal, con cédula de ciudadanía número 171999434-3, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o 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 correspondiente 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.



Gonzalo Rigoberto Paucar Rondal

C.C. 171999434-3

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

“Análisis de Vulnerabilidad Sísmica en la Comuna de “Oyambarillo”
ubicado en la parroquia de Tababela, Quito – Ecuador”

Realizado por:

Gonzalo Rigoberto Paucar Rondal

Como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Ha sido dirigido por el profesor

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, Msc.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, Msc.

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Ing. Diego Xavier Jara Almeida, Msc. MBA.

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, Mag.

Después de revisar el trabajo presentado,
Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal
examinador

Diego Xavier Jara Almeida

Hugo Marcelo Otáñez Gómez

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se desarrolla el análisis de la vulnerabilidad sísmica y modelamiento estático lineal y no lineal de una vivienda que será el resultado de la toma de muestra representativa del sector de la comuna “Oyambarillo” ubicado en la Parroquia de Tababela, ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Se tomó en cuenta el sector de esta comuna por encontrarse con alta vulnerabilidad sísmica. Adicionando que la mayoría de las viviendas están siendo construidas de manera informal.

La metodología utilizada consiste fundamentalmente en la revisión de fuentes bibliográficas generales sobre el tema de vulnerabilidad sísmica ocurridas en el Ecuador, y como se ven afectan las diferentes ciudades. Para la cual se utilizó un análisis de inspección general de campo en el sector en estudio, con el fin de tomar en cuenta el tipo de viviendas y sus patologías más relevantes. Definiendo así una manzana que cumpla con la tipología del sector.

Donde posterior a esto se realiza el llenado de la encuesta, y se realiza la evaluación sísmica simplificada de estructuras existentes pre-evento de conformidad con el FEMA -154 (Quizhpilema, 2017), concordante al formulario de la NEC 2015, la cual es complementado con el modelamiento y Análisis Estático lineal y no lineal de una vivienda considerada la más vulnerable. Mediante la aplicación del programa SAP2000.

Mencionando así que para la vivienda se realizó el ensayo no destructivo con la ayuda del esclerómetro, con la finalidad de conocer las características estructurales y resistencia del hormigón ante un evento sísmico de la misma.

PALABRAS CLAVES

Vulnerabilidad Sísmica, Desempeño Sísmico, Análisis Estático Lineal, Análisis Estático no Lineal.

ABSTRACT

In this research work, the analysis of seismic vulnerability and linear and non-linear static modeling of a house will be developed, which will be the result of taking a representative sample from the sector of the “Oyambarillo” commune located in the Parish of Tababela, before the occurrence of a seismic event.

The sector of this commune was taken into account due to its high seismic vulnerability. Adding that most of the houses are being built informally.

The methodology used consists fundamentally in the review of general bibliographic sources on the issue of seismic vulnerability that occurred in Ecuador, and how the different cities are affected. For which a general field inspection analysis was used in the sector under study, in order to take into account, the type of housing and its most relevant pathologies. Thus, defining a block that complies with the typology of the sector.

Where, after this, the survey is filled out and the simplified seismic evaluation of existing pre-event structures is carried out in accordance with FEMA -154 (Quizhpilema, 2017), in accordance with the NEC 2015 form, which is complemented with the modeling and linear Static Analysis and not final of a house considered the most vulnerable. Through the application of the SAP2000 program.

Thus mentioning that the non-destructive test was carried out for the house with the help of the sclerometer, in order to know the structural characteristics and resistance of the concrete in the event of a seismic event.

KEY WORDS

Seismic Vulnerability, Seismic Performance, Linear Static Analysis, Non-Linear Static Analysis

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	vi
INDICE DE FIGURAS	xiii
INDICE DE TABLAS	xviii
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.2.1 Principales sismos ocurridos en el Ecuador	2
1.3 Alcance	2
1.4 Justificación	3
1.5 Objetivos.....	4
1.5.1 Objetivo principal	4
1.5.2 Objetivos secundarios.....	4
1.6 Hipótesis	4
1.7 Definición de variables	4
1.7.1 Variable independiente	4
1.7.2 Variable dependiente	4
1.8 Relación entre variables.....	5
1.9 Limitaciones	5
1.10 Trabajos previos sobre el tema	5
CAPITULO II.....	7

MARCO TEÓRICO	7
2.1 Riesgo sísmico.....	7
2.2 Peligro sísmico.....	7
2.2.1 Peligro sísmico en el Ecuador y sus diferentes efectos locales.....	8
2.2.2 Peligro sísmico generado en la capital del Ecuador Quito.....	9
2.3 Origen de los sismos.....	10
2.4 Fallas geológicas en Quito	10
2.4.1 Modelo de terremoto característico	12
2.5 Zonificación sísmica y el factor de zona Z	12
2.5.1 Zonificación sísmica en el Ecuador	12
2.6 Geología local	13
2.6.1 Tipología y clasificación del perfil de suelo establecido en la norma (NEC-SE-DS, 2015)	13
2.6.2 Curvas de peligro sísmico	14
2.6.3 Coeficiente de perfil del suelo	14
2.6.3.1 Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto (Fa)	14
2.6.3.2 Coeficiente de desplazamiento para diseño en roca (Fd)	15
2.6.3.3 Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos (Fs)	15
2.6.4 Espectro de diseño	16
2.6.4.1 Grafico del espectro elástico Horizontal de diseño en aceleraciones ..	16
2.7 Filosofía de diseño sismo resistente.....	18
2.7.1 Concepto de la filosofía de diseño	18
2.7.2 Categorización de la edificación y su coeficiente de importancia (I)	18
2.7.3 Requisitos mínimos de diseño de una estructura sismo resistente	18
2.7.4 Requisitos de resistencia mínima para el diseño.	19
2.7.5 Límites permisibles para las derivas de piso	19

2.8 Control de derivas inelásticas máximas de piso	19
2.8.1 Diseño basado en fuerzas (DBF)	20
2.8.2 Modelación estructural	20
2.8.3 Carga sísmica reactiva (W)	20
2.9 Vulnerabilidad sísmica	21
2.9.1 Tipos de Vulnerabilidad.....	21
2.9.1.1 Vulnerabilidad estructural	21
2.9.1.2 Vulnerabilidad no estructural.....	22
2.9.1.3 Vulnerabilidad funcional.	22
2.10 Configuración Estructural	22
2.10.1 Configuración recomendadas	22
2.10.2 Configuración no recomendadas	23
2.10.3 Valores de coeficiente de irregularidad en planta.....	24
2.10.4 Valores de coeficiente de irregularidad en elevación	24
2.11 Sistemas constructivos en el Ecuador	25
2.11.1 Sistemas estructurales más utilizados.	25
2.11.1.1 Sistemas estructurales conformados por losas, columnas y vigas banda	25
2.11.1.2 Sistemas realizados con pórticos estructurales para muros.....	26
2.11.1.3 Sistemas constructivos estructurales metálicos	26
2.11.1.4 Sistemas constructivos para estructuras mixtas.....	27
2.12 Construcción informal	28
2.13 Patologías estructurales.....	28
2.13.1 Patologías por daño	28
2.13.2 Patologías por deterioro	29
2.13.3 Patologías por defecto	29

2.14 Columna corta.....	29
2.15 Piso blando	29
2.16 Torsión en planta	30
2.17 Determinación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones existentes	30
2.17.1 Métodos más frecuentes utilizados para la evaluación sísmica.....	31
2.17.1.1 Métodos cualitativos	31
2.17.1.2 Métodos experimentales.....	31
2.17.1.3 Métodos analíticos	31
2.17.2 Metodología de la evaluación e inspección visual simplificada de acuerdo a la norma NEC 2015	32
2.18 Ensayos no destructivos	33
2.18.1 Tipos de ensayos no destructivos	33
2.19 Ensayos no destructivos (esclerómetro).....	35
2.19.1 Objetivo del ensayo no destructivo.....	36
2.19.2 Importancia del ensayo no destructivo	36
2.19.3 Procedimiento para la realización del ensayo.	37
2.20 Análisis de la estructura de la edificación	38
2.20.1 Análisis Estático Lineal	38
2.20.2 Análisis estático no lineal (PUSHOVER).....	38
2.21 Cortante basal de diseño	40
2.22 Determinación del periodo de vibración (T)	41
2.23 Factor de reducción (R).....	42
2.24 Módulo de Elasticidad	43
2.24.1 Determinación del módulo de elasticidad para el Ecuador.	44
2.24.2 Metodología para la obtención del módulo de elasticidad en Ecuador	46
CAPITULO III.....	47

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.1 Concepto del Método de investigación.....	47
3.2 Metodología utilizada en la investigación	47
3.3 Características del sector en estudio.....	47
3.3.1 Descripción Geográfica.....	47
3.4 Ubicación de la manzana en estudio.....	48
3.5 Formato para la evaluación de encuesta.....	48
3.5.1 Ejemplo del llenado de la encuesta.....	49
3.5.2 Resultados de la encuesta.	50
3.6 Resultados de la tipología de la viviendas existentes	54
3.6.1 Tipologías de viviendas con cubierta de eternit.....	54
3.6.2 Tipología estructural con losas planas	54
3.7 Análisis de la evaluación visual rápida utilizando la norma NEC 2015	55
3.7.1 Consideración a ser tomado en cuenta para la evaluación	55
3.7.1.1 Tipología del sistema estructural	55
3.7.1.2 Altura	56
3.7.1.3 Irregularidades.....	56
3.7.1.4 Código de la construcción.....	57
3.7.1.5 Suelo	57
3.8 Ponderación y/o puntaje final y grado de vulnerabilidad sísmica.....	57
3.9 Resultados obtenidos del análisis de las viviendas mediante el formulario NEC 2015.....	58
3.10 Ubicación de la vivienda en estudio	59
3.10.1 Descripción de sistema estructural.....	60
3.10.2 Cimentación	60
3.10.3 Columnas.....	60

3.10.4 Vigas.....	61
3.10.5 Losas	61
3.11 Diagnóstico de la vulnerabilidad sísmica de la estructura en estudio NEC 2015	62
3.11.1 Resultado del puntaje obtenido del formulario de inspección rápida de la vivienda	63
3.11.2 Patologías estructurales identificadas	63
3.12 Características estructurales de la vivienda	64
3.12.1 Características y análisis de los materiales	64
3.12.2 Hormigón utilizado en Situ	64
3.12.3 Factibilidad del ensayo.....	64
3.12.4 Procedimiento del ensayo	64
3.13 Datos y resultados obtenidos del ensayo en columnas y vigas	65
3.14 Resultados de resistencia obtenidas para el hormigón	69
CAPITULO IV	70
MODELACIÓN ESTÁTICO LINEAL	70
4.1 Modelado estático lineal de la vivienda	70
4.2 Modelo matemático	70
4.3 Definición y resultados de las propiedades de los materiales	71
4.4 ingreso de resultados obtenidos en el modelo	72
4.4.1 Cargas consideradas.	73
4.4.2 Definición y resultados de las secciones	74
4.4.3 Combinaciones de cargas.....	77
4.4.4 Análisis del criterio columna fuerte viga débil.....	83
CAPITULO V	84
MODELACIÓN ESTÁTICO NO LINEAL	84
5.1 Modelamiento Estático no lineal (PUSHOVER).....	84

5.2 Modelamiento (Pushover) en el programa SAP 2000	84
5.2.1 Colocación de restricciones en los apoyos	84
5.2.2 Colocación de los patrones de carga	85
5.2.3 Colocación del Acero de refuerzo	85
5.3 Condiciones de carga	86
5.4 Aplicación y definición de las rotulas plásticas	89
5.5 Resultados pushover	90
5.5.1 Análisis de la curva por desempeño	92
5.5.2 Rotulas plásticas	92
5.5.3 Análisis de la formación de rotulas y desplazamientos en el sentido X	93
5.5.4 Análisis de la formación de rotulas y desplazamientos en el sentido y	95
5.6 Análisis general de rotulas	97
CAPITULO VI	98
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1 Conclusiones	98
6.2 Recomendaciones	100
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXOS	103
Anexos 1	103
DATOS Y resultados obtenidos de la encuesta	103
Anexos 2	111
Resultados de la evaluación rápida mediante la norma NEC 2015 en las vivinedas del sector	111
Anexos 3	119
Resultados del Ensayo no destructivo (Esclerómetro)	119
Anexos 4	124

Imágenes de tipología de viviendas existentes	124
Anexos 5	125
Imágenes sobre la realización del ensayo no destructivo con esclerómetro en la vivienda.....	125

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 Geodinámica de la peligrosidad sísmica del Ecuador. FUENTE: Revista Técnica del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, 2009.	9
FIGURA 2 Formación de un sismo. FUENTE: https://www.biologuiasur.org/index.php/geosfera-procesos-geologicos , 2021.	10
FIGURA 3 Sistema de fallas de Quito. FUENTE: (Aguilar, Rivas, 2014).	11
FIGURA 4 Zonas sísmica del Ecuador. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	12
FIGURA 5 Curva de peligro sísmico para Quito. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	14
FIGURA 6 Espectro elástico. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	16
FIGURA 7 Representación de las siglas del espectro de diseño. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	17
FIGURA 8 Ecuaciones. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	17
FIGURA 9 Sistema de vigas banda. FUENTE: https://www.reporteindigo.com/reporte/sistema-entrepiso-losa-plana,2014	26
FIGURA 10 Sistema de pórticos con muros y vigas descolgadas. FUENTE: imagenes+de+un+sistema+de+porticos+con+muros+estructurales, 2014.	26
FIGURA 11 Sistema de estructuras metálicas. FUENTE: http://www.understandconstruction.com/steel-frame-structures.html,2014	27

FIGURA 12	Sistema de estructura mixta.	FUENTE:	
	http://infobasicingcivil.blogspot.com/2018/07/estructuras-en-acero-y-mixtas-acero.html , 2018.		27
FIGURA 13	Presencia de Columna corta.	FUENTE:	
	imagenes+de+columna+corta+en+las+construcciones&source, 2014.		29
FIGURA 14	Piso blando sismo de pedernales.	FUENTE:	
	imagenes+de+piso+blando+sismo+de+pedernales+en+las+construcciones&tbm, 2016.		30
FIGURA15	Presencia de torsión en planta en edificación.	FUENTE:	
	Magenes+de+torsion+en+planta+en+construcciones, 2016.		30
FIGURA 16	Esclerómetro.	FUENTE:(Paucar, 2021).	34
FIGURA 17	Ensayo de ultrasonido.	FUENTE:(www.fii.gob.ve,2010).	34
FIGURA 18	Ensayo de penetración.	FUENTE: (www.fii.gob.ve,2010).	35
FIGURA 19	Grafica para la toma de datos esclerómetros.	FUENTE: (Vergara, 2001).	36
FIGURA 20	Componentes del esclerómetro.	FUENTE: (Lozano, 2014).	37
FIGURA 21	Esquema análisis estático no lineal.	FUENTE: (FEMA 356,2000).	38
FIGURA 22	Curva de capacidad de niveles de desempeño.	FUENTE: (Estrada, 2019).	39
FIGURA 23	Espectro demanda capacidad.	FUENTE: (Guevara, 2006).	40
FIGURA 24	Determinación del periodo de vibración (T).	FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	41
FIGURA 25	Valor de Ct para estructuras a porticadas.	FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	41
FIGURA 26	Modulo secante y tangentes.	FUENTE: (Osejo, 2020).	44

FIGURA 27 Imagen de la comuna “Oyambarillo”. FUENTE: (Pauca, 2021).	48
FIGURA 28 Ubicación de la manzana en estudio. FUENTE: (Pauca, 2021).	48
FIGURA 29 Encuesta de vulnerabilidad sísmica. FUENTE: (Pauca, 2021).	49
FIGURA 30 Llenado de la encuesta. FUENTE: (Pauca, 2021).	49
FIGURA 31 Sistema estructural de Eternit. FUENTE: (Pauca, 2021).	54
FIGURA 32 Tipologías de viviendas de losas planas. FUENTE: (Pauca, 2021).	54
FIGURA 33 Tipología de sistema estructural. FUENTE: (NEC 2015).	56
FIGURA 34 Calificación de acuerdo a la altura de la edificación. FUENTE: (NEC 2015).	56
FIGURA 35 Calificación de acuerdo a la irregularidad de la edificación. FUENTE: (NEC 2015).	56
FIGURA 36 Calificación de acuerdo al código de la construcción de la edificación. FUENTE: (NEC 2015).	57
FIGURA 37 Calificación de acuerdo a tipo de suelo del edificio. FUENTE: (NEC 2015).	57
FIGURA 38 Diagrama de pastel de vulnerabilidad. FUENTE: (Pauca, 2021).	58
FIGURA 39 Ubicación de vivienda google maps. FUENTE: (Pauca, 2021).	59
FIGURA 40 Fachada frontal de la vivienda en estudio. FUENTE: (Pauca, 2021).	59
FIGURA 41 Columna en programa SAP 2000.	60
FIGURA 42 Columna de 20cm x30cm. FUENTE: (Pauca, 2021).	60
FIGURA 43 Vigas de 20 cm x 30 cm. FUENTE: (Pauca, 2021).	61
FIGURA 44 Armado de losa. FUENTE: (Estrada, 2019).	61
FIGURA 45 Evaluación rápida. FUENTE: (Pauca, 2021).	62

FIGURA 46 Vista en panta de la vivienda en estudio. FUENTE: (Paucar, 2021).	63
FIGURA 47 Ensayo con esclerómetro. FUENTE: (Paucar, 2021).	65
FIGURA 48 Colocación de Valores de cálculo. FUENTE: (Paucar, 2021).	72
FIGURA 49 Vigas de 20x 30 cm. FUENTE: (Paucar, 20121).	75
FIGURA 50 Dimensionamiento en el modelo de vigas. FUENTE: (Paucar, 2021).	75
FIGURA 51 Columnas de 20x 30 cm. FUENTE: (Paucar, 20121).	76
FIGURA 52 Dimensionamiento en el modelo de columnas. FUENTE: (Paucar, 2021).	76
FIGURA 53 Cálculo de losa de 1m2. FUENTE: (Paucar, 2021).	77
FIGURA 54 Colocación de la membrana para la losa. FUENTE: (Paucar, 2021).	77
FIGURA 55 Modelo matemático corregido. FUENTE: (Paucar, 2021).	79
FIGURA 56 Espectro de aceleraciones diseño análisis en Excel. FUENTE: (Paucar, 2021).	82
FIGURA 57 Espectro de aceleración del programa. FUENTE: (SAP, 2000).	83
FIGURA 58 Colocación de restricciones. FUENTE: (Paucar, 2021).	85
FIGURA 59 Patrones de carga. FUENTE: (Paucar, 2021).	85
FIGURA 60 Colocación de acero de refuerzo grado 60. FUENTE: (Paucar, 2021).	85
FIGURA 61 Colocación de CGNL. FUENTE: (Paucar, 2021).	86
FIGURA 62 Aplicación en el modelo Matemático para X, Y. FUENTE: (Paucar, 2021).	87
FIGURA 63 Aplicación en el modelo Matemático la carga full load. FUENTE:(Paucar, 2021).	87

FIGURA 64 Aplicación de Carga no lineal actuante en X. FUENTE: (Paucar, 2021).	88
FIGURA 65 Aplicación de Carga no lineal actuante en Y. FUENTE: (Paucar, 2021).	88
FIGURA 66 Punto de control en el nivel más alto nudo 21. FUENTE: (Paucar, 2021).	89
FIGURA 67 Colocación de rotulas en Vigas de hormigón. FUENTE: (Paucar, 2021).	89
FIGURA 68 Colocación de rotulas en columnas de hormigón. FUENTE: (Paucar, 2021).	90
FIGURA 69 Pushover en X. FUENTE: (Paucar, 2021).	90
FIGURA 70 Pushover en Y. FUENTE: (Paucar, 2021).	91
FIGURA 71 Curva del modelo matemático para X. FUENTE: (SAP 2000).	91
FIGURA 72 Curva del modelo matemático para Y. FUENTE: (SAP 2000).	92
FIGURA 73 Formación de rotulas plásticas ante cargas gravitacionales. FUENTE: (Paucar, 2021).	93
FIGURA 74 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 1. FUENTE: (Paucar, 2021).	93
FIGURA 75 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 5. FUENTE: (Paucar, 2021).	94
FIGURA 76 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 7. FUENTE: (Paucar, 2021).	94
FIGURA 77 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 2. FUENTE: (Paucar, 2021).	95
FIGURA 78 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 5. FUENTE: (Paucar, 2021).	95

FIGURA 79 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 12. FUENTE: (Paucar, 2021).	96
FIGURA 80 Rotulas plásticas y su desempeño. FUENTE: (Paucar, 2021).....	96

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 Terremoto característico en Quito. FUENTE: (Aguilar, Rivas, 2014).	12
TABLA 2 Valores del factor Z en función de la zona sísmica. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	13
TABLA 3 Clasificación de los perfiles de suelos. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015). ..	13
TABLA 4 Tipo de suelo y Factores de sitio (Fa). FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	15
TABLA 5 Tipo de suelo y Factores de desplazamiento (Fd). FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	15
TABLA 6 Tipo de suelo y Factores de sitio (Fs). FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	16
TABLA 7 Categoría de edificio y su coeficiente de importancia (I). FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	18
TABLA 8 Sistema de filosofía de diseño. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	19
TABLA 9 Valores de desplazamiento máximos, expresados como fracción de la altura de piso. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).....	19
TABLA 10 Configuraciones recomendase. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	22
TABLA 11 Configuraciones no recomendadas. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	23
TABLA 12 Coeficiente de irregularidad en planta. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015). .	24
TABLA 13 Coeficiente de irregularidad en elevación. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	24

TABLA 14 Formulario de evaluación rápida NEC 2015. FUENTE: (NEC.SE.RE, 2015).	33
TABLA 15 Resumen de hormigones para vigas y columnas. FUENTE: (Paucar, 2021).	36
TABLA 16 Tabla de valores C_t y α . FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	41
TABLA 17 Coeficiente (R) para sistemas estructurales dúctiles. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	42
TABLA 18 Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles. FUENTE: (NEC-SE-DS 2015).	43
TABLA 19 Coeficiente (R) para sistemas estructurales dúctiles. FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).	43
TABLA 20 Valores del módulo de elasticidad. FUENTE: (Jimenez, 2018).	45
TABLA 21 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 1. FUENTE: (Paucar, 2021).	50
TABLA 22 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 2. FUENTE: (Paucar, 2021).	51
TABLA 23 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 3. FUENTE: (Paucar, 2021).	51
TABLA 24 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 4. FUENTE: (Paucar, 2021).	52
TABLA 25 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 5. FUENTE: (Paucar, 2021).	52
TABLA 26 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 6. FUENTE: (Paucar, 2021).	53
TABLA 27 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 7. FUENTE: (Paucar, 2021).	53

TABLA 28 Resultados de vulnerabilidad. FUENTE: (Paucar, 2021).	58
TABLA 29 Datos de la columna 1-A. FUENTE: (Paucar, 2021).	65
TABLA 30 Datos de la columna 2-B. FUENTE: (Paucar, 2021).	66
TABLA 31 Datos de la columna 1-D. FUENTE: (Paucar, 2021).	66
TABLA 32 Datos de la Viga A-B. FUENTE: (Paucar, 2021).	66
TABLA 33 Datos de la Viga D2-3. FUENTE: (Paucar, 2021).	67
TABLA 34 Datos de la columna 2-B. FUENTE: (Paucar, 2021).	67
TABLA 35 Datos de la columna 3-D. FUENTE: (Paucar, 2021).	67
TABLA 36 Datos de la columna 2-D. FUENTE: (Paucar, 2021).	68
TABLA 37 Datos de la Viga 2 A-B. FUENTE: (Paucar, 2021).	68
TABLA 38 Datos de la Viga C 2-3. FUENTE: (Paucar, 2021).	68
TABLA 39 Valores de hormigón para el modelamiento SAP2000. FUENTE: (Paucar, 2021).	69
TABLA 40 Dimensiones de las vigas y columnas. FUENTE: (Paucar, 2021).	71
TABLA 41 Resistencia para PB. FUENTE: (Paucar, 2021).	72
TABLA 42 Resistencia para P1. FUENTE: (Paucar, 2021).	72
TABLA 43 Resultados para la carga muerta de la planta baja. FUENTE: (Paucar, 2021).	74
TABLA 44 Resultados para la carga muerta de la primera planta. FUENTE: (Paucar, 2021).	74
TABLA 45 Valor del periodo (T). FUENTE: (Paucar, 2021).	80
TABLA 46 Factores utilizados para el cálculo. FUENTE: (Paucar, 2021).	80
TABLA 47 Participación de carga modal. FUENTE: (Paucar, 2021).	80

TABLA 48 Periodos de la estructura. FUENTE: (Paucar, 2021).	81
TABLA 49 Modelo Matemático Modos de Vibración de la vivienda. FUENTE: (Paucar, 2021).	81
TABLA 50 Resultados de las Deriva de pisos. FUENTE: (Paucar, 2021).	82

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ecuador al encontrarse situado en el cinturón de fuego del pacífico, se encuentra bajo un sistema complejo de fallas locales, los cuales se han visto reflejados en los últimos años por el aumento de la actividad sísmica.

Mencionando de esta manera que la ciudad de Quito y sus valles debe contemplar con edificaciones que resistan este tipo de fenómenos, Donde se suma a esto el alto porcentaje de construcciones informales, elevando los niveles de vulnerabilidad sísmica en la ciudad (Celi, 2018).

El presente trabajo de titulación se enfoca en la comuna “Oyambarillo” Parroquia Tababela, Quito-Ecuador. Donde se encuentran viviendas en desarrollo construidas en su mayor parte de manera informal, donde se determinará la vulnerabilidad del sector ante la presencia de un evento sísmico.

Para el cual se utiliza los parámetros que especifica la norma ecuatoriana de la construcción NEC 2015, una vez establecido dichos parámetros se tomará una vivienda la cual será ensayada y posteriormente modelada en el programa SAP 2000.

1.2 ANTECEDENTES

Como punto de partida de esta temática se menciona que el Ecuador tiene una alta amenaza sísmica y sus estructuras son vulnerables ante la presencia de estos eventos, dando así a conocer que las diferentes catástrofes ocasionan uno de los mayores inconvenientes en las estructuras, ya que las mismas pueden llegar al colapso total.

Por tanto, la ciudad de Quito por encontrarse en una planicie, y estar relacionada directamente con las fallas que atraviesa a la ciudad, y tener un porcentaje alto de construcciones informales se vuelve un sector inseguro ante la presencia de un terremoto.

La Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON) de acuerdo a un estudio realizado respecto a la calidad de construcciones, el 90% de construcciones en las zonas periféricas de Quito son informales, mientras que en toda la ciudad el nivel es

de un 60%. Estos datos reflejan la necesidad de intervenir en estas construcciones informales con la finalidad de salvaguardar la vida de los usuarios (Mora, 2017).

Por lo antes mencionado el Ecuador es propenso a sufrir fuertes daños, al producirse un sismo, principalmente Quito por encontrarse en el sistema de fallas mencionado con anterioridad. Donde se puede mencionar uno de los eventos sísmicos en los últimos años que ocasiono daños económicos y materiales fue el de Pedernales el 16 de abril del año 2016.

1.2.1 PRINCIPALES SISMOS OCURRIDOS EN EL ECUADOR

Entre los principales eventos sísmicos producidos en el Ecuador y principalmente en la ciudad de Quito se menciona el sismo del 16 de mayo de 1923 afectando a las iglesias de Quito con el epicentro en Ilumbisí, en 1938 un temblor que afecto al Valle de los Chillos especialmente afectando en Alangasí y Sangolquí, un registro principal con mayor información el ocurrido en 1900 el 10 de Agosto con una magnitud de 5,3 en una escala universal, en un radio de 12 km a la redonda afectando principalmente la zonas de Pomasqui y Pusuquí la cuales están relacionadas geológicamente con las fallas del sistema de Quito (Naya, 2010).

La presente investigación contempla la tomar de muestra en una manzana del sector de la comuna “Oyambarillo” ubicada en la Parroquia de Tababela, Quito-Ecuador con el fin de conocer su vulnerabilidad sísmica, y las tipologías estructuras de las viviendas del sector, tomando una vivienda como resultado de la muestra representativa la cual será ensayada y modelada para conocer las características estructurales de los materiales además del daño que se causara en la vivienda ante la presencia de un evento sísmico.

1.3 ALCANCE

El presente proyecto de titulación se encuentra en el sector Tababela específicamente la comuna “Oyambarillo” ubicado en, Quito - Ecuador. Destacando la existencia de gran cantidad de viviendas construidas de manera informal, y se destacan construcciones de hormigón armado. En el sector se realizará un estudio general de la comuna en mención, y se tomara una muestra representativa del sector, con la finalidad de destacar una manzana, la cual cumpla con las características del sector, obteniendo resultados, los cuales serán tabulados mediante la guía práctica de evaluación rápida de la norma NEC 2015.

Donde una vez realizado el análisis del sector, se determina una vivienda que reúna la mayor cantidad de patologías estructurales del sector, misma que será evaluada mediante el ensayo no destructivo, para posteriormente obtener resultados de resistencia del hormigón de sus diferentes miembros estructurales, y su posterior modelación y análisis estático lineal, y análisis estático no lineal mediante la utilización del programa computacional SAP 2000, donde se pretende conocer el estado actual de la vivienda, y la vulnerabilidad de las edificaciones ante la presencia de un sismo.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El Ecuador, especialmente Quito y sus valles aledaños por encontrarse asentados sobre un sistema tectónico inestable de fallas y la existencia de edificaciones con irregularidades representativas tanto en elevación como en planta las cuales las vuelven vulnerables ante este tipo de fenómenos, donde se suma la construcción informal elevando los niveles de vulnerabilidad sísmica en la capital del Ecuador (Quizhpilema, 2017).

El presente trabajo de titulación se sustenta en dar a conocer el estudio de la comuna “Oyambarillo”, ubicado en la Parroquia de Tababela, Quito-Ecuador, por ser un sector vulnerable ante un evento sísmico, y sus viviendas son construidas de manera informal debido principalmente a factores económicos, y el poco interés por parte de las autoridades en dar cumplimiento a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015.

El estudio se basa en tener el conocimiento sobre los daños que pueden ocurrir a causa de un sismo en el sector, siendo fundamental y necesario para esto la evaluación del sector en estudio.

Donde una vez que se obtenga los datos del sector, se tomara una manzana, y posterior a esto se obtendrá una vivienda que cumpla con la tipología del sector, para ser ensaya mediante la aplicación del ensayo no destructivo con el esclerómetro, con la finalidad de conocer la resistencia de sus miembros estructurales como vigas, columnas, y losa, a las cual se realizara la modelación mediante la ayuda del programa computacional SAP 2000. Empleando el análisis estático lineal y análisis estático no lineal, con el fin de tener datos reales sobre el comportamiento y desempeño estructural de la vivienda.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ante la presencia de un evento sísmico en la comuna “Oyambarillo” de la Parroquia de Tababela, Quito-Ecuador, mediante un análisis visual de inspección rápida del sector, y el estudio de una vivienda, con el fin de conocer su resistencia y desempeño estructural mediante una modelación en el programa SAP 2000.

1.5.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Realizar un estudio sobre la amenaza sísmica en la ciudad de Quito tomando en cuenta la comuna de “Oyambarillo”.
- Evaluar el tipo de material y su resistencia en los elementos estructural que se utilizó para la construcción de una vivienda mediante la aplicación de la norma Ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-DS, 2015).
- Verificar cual es el comportamiento estructural de una vivienda, al realizar el modelo en el programa SAP 2000.

1.6 HIPÓTESIS

Se tomará en cuenta al sector de la comuna “Oyambarillo” ubicado en la Parroquia Tababela, Quito-Ecuador, por ser un sector que tiene una alta vulnerabilidad sísmica ante la presencia de un terremoto.

1.7 DEFINICIÓN DE VARIABLES

1.7.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

- Diferentes tipos de configuraciones estructuras localizadas en el sector de la investigación mediante la guía técnica del método de inspección visual rápida NEC 2015.
- Determinación de las características mecánico del hormigón encontrado en el sitio de estudio mediante el ensayo no destructivos, logrando tener en claro sus configuración estructural y resistencia.

1.7.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Vulnerabilidad sísmica en el sector.

1.8 RELACIÓN ENTRE VARIABLES

La relación entre la variable dependiente se dan básicamente en función del análisis de vulnerabilidad sísmica, la misma debe ir asociada con las variables independientes, que para nuestro estudio se mencionan los diferentes tipos de patologías, y el tipo de configuración estructural del sector, determinando de esta manera el objetivo de nuestro estudio que es el dar a conocer la vulnerabilidad sísmica y el análisis de la estructura mediante el ensayo no destructivo en el sector de la comuna “Oyambarillo” de la Parroquia Tababela, Quito-Ecuador mediante la ayuda de la guía práctica de vulnerabilidad sísmica NEC 2015 y su modelamiento para el análisis estático lineal y no lineal de la vivienda en estudio.

1.9 LIMITACIONES

El presente estudio se realizará el análisis de las diferentes viviendas existentes en la comuna “Oyambarillo” ubicado en la Parroquia Tababela, Quito-Ecuador mediante un análisis visual rápido de todo el sector. Donde posteriormente se tomara en cuenta el estudio de una manzana, para dar a conocer el grado de vulnerabilidad mediante la aplicación de la guía de evaluación sísmica que establece la NEC 2015, y su posterior ensayo no destructivo, con el fin de conocer la resistencia del hormigón utilizado en la construcción de la vivienda, finalmente con los resultados obtenidos se realizara el modelamiento, y aplicación del análisis estático lineal, y el análisis estático no lineal de una vivienda, y se conocerá el grado de vulnerabilidad existente en el sector.

Se aclara que para nuestro estudio no se tomara en cuenta el tipo de cimentación, ni las características completas del suelo, por la carencia de información en las construcciones del sector, no se realizaran ensayos destructivos por tratarse de propiedad privada, tampoco se realizara el análisis de reforzamiento estructural debido a la limitación del tiempo de la entrega del proyecto.

1.10 TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL TEMA

Entre los temas principales que abordan la problemática del tema en el Ecuador, se puede mencionar los siguientes:

- Vulnerabilidad social frente amenazas sísmicas en la Parroquia Calderón (Mora, 2017).

- Paper de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la “comuna Santa Clara de San Millán”, Quito (Fernandez, 2018).
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la facultad de ingeniería de la Universidad Central del Ecuador, utilizando la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-RE, 2015).
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito Ecuador (Estrada, 2019).
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida (Chavez, 2016).
- Guía de investigación en ciencias e ingeniería civil (2018).
- Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructura de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015).
- Vulnerabilidad sísmica de Quito Ecuador fase I. Curvas de capacidad de las tipologías estructurales, proyecto GEM-SARA. Quito (Celi, 2018).
- Microzonificación sísmica de Quito (Aguilar, 2017).

Donde se realizará la toma de información más relevante teniendo en claro el objetivo propuesto para la tesis, El cual es dar a conocer la vulnerabilidad sísmica y el estado de una estructura mediante el análisis estático lineal y análisis estático no lineal.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 RIESGO SÍSMICO

Se define como riesgo sísmico a la probabilidad de que algún suceso natural pueda o no suceder, ocasionando posibles pérdidas de vidas humanas, por efecto de una catástrofe como puede ser la ocurrencia de un sismo, donde el comportamiento de una estructura puede verse afectada. Destacando fundamentalmente que este tipo fenómeno puede ocurrir dentro de diferentes periodos de tiempo (Celi, 2018).

Factores principales que genera un riesgo sísmico.

- ✓ El peligro o amenaza sísmica.
- ✓ Nivel de exposición.
- ✓ Vulnerabilidad en la edificación o el daño producido.

El riesgo sísmico se puede catalogar o medir a este tipo de acuerdo al número de habitantes en la población que pueden verse afectados, más aún el daño se incrementa si el sector donde se produzca el sismo este comprobado que es una zona de fallas sísmicas, donde el sector puede verse afectado de manera significativa.

Actualmente es imposible predecir con seguridad donde va acontecer un sismo, por lo que es necesariamente tomar medidas preventivas para reducir el riesgo sísmico (Quizhpilema, 2017).

Entonces se puede mencionar que la evaluación del riesgo sísmico aun no es obligatoria en el Ecuador, ya que estas no se realizan en los diferentes tipos de edificaciones y estructuras, donde se puede destacar que mediante estos estudios se logra predecir las perdidas, y daños que producen los diferentes sismos, su inestabilidad y la existencia de fallas.

2.2 PELIGRO SÍSMICO

Se denomina peligro sísmico a la probabilidad de excedencia en la cual puede darse la ocurrencia de un sismo al producirse un exceso en los diferentes parámetros del suelo dentro de un periodo de tiempo en una determinada zona (Estrada, 2019).

Se puede determinar los factores excedentes para que se produzca un sismo mediante la siguiente formula.

$$Probabilidad\ de\ exedencia = 1 - \left[1 - \frac{1}{Tr}\right]^t$$

Tr = Período de retorno sísmico.

t = Número de años de análisis.

Donde se puede mencionar como un claro ejemplo de la aplicación de este concepto es en la realización del mapa de la zonificación sísmica del Ecuador que fue realizada para un 10% de probabilidad de excedencia en 50 años con un periodo de retorno de 475 años.

2.2.1 PELIGRO SÍSMICO EN EL ECUADOR Y SUS DIFERENTES EFECTOS LOCALES

El peligro sísmico en el Ecuador es diferente en todas las regiones, mencionando así que en la costa Ecuatorial pueden darse sismos superficiales con una profundidad de hasta 60 km, pudiendo ser los más destructivos, en la región Amazónica pueden ocurrir a una profundidad de 200 km produciendo menor daño, y en la sierra estos sismos pueden darse en diferente profundidad por encontrarse bajo el sistema de falla local que se extiende a través de la cordillera andina los cuales puede llegar a ser muy peligrosos. Cabe mencionar que el Ecuador es un país que se encuentra en peligro sísmico debido a su ubicación geográfica, ya que se encuentra entre diferentes placas tectónicas la cuales se mencionan a continuación.

Para la región del Ecuador insular se puede mencionar.

- La placa de Nazca.
- La placa del Océano Pacífico.
- La placa de Cocos.

Para la región de Ecuador Continental.

- La placa Sudamericana.
- La placa del Caribe.
- La placa norteamericana.
- La placa de Nazca.

Donde se considera como placas principales que ocasionan sismos en el Ecuador están la placa sudamericana, y la placa de Nazca, la cual produce subducción ocasionando esfuerzos para luego estas ser liberadas en forma de sismos.

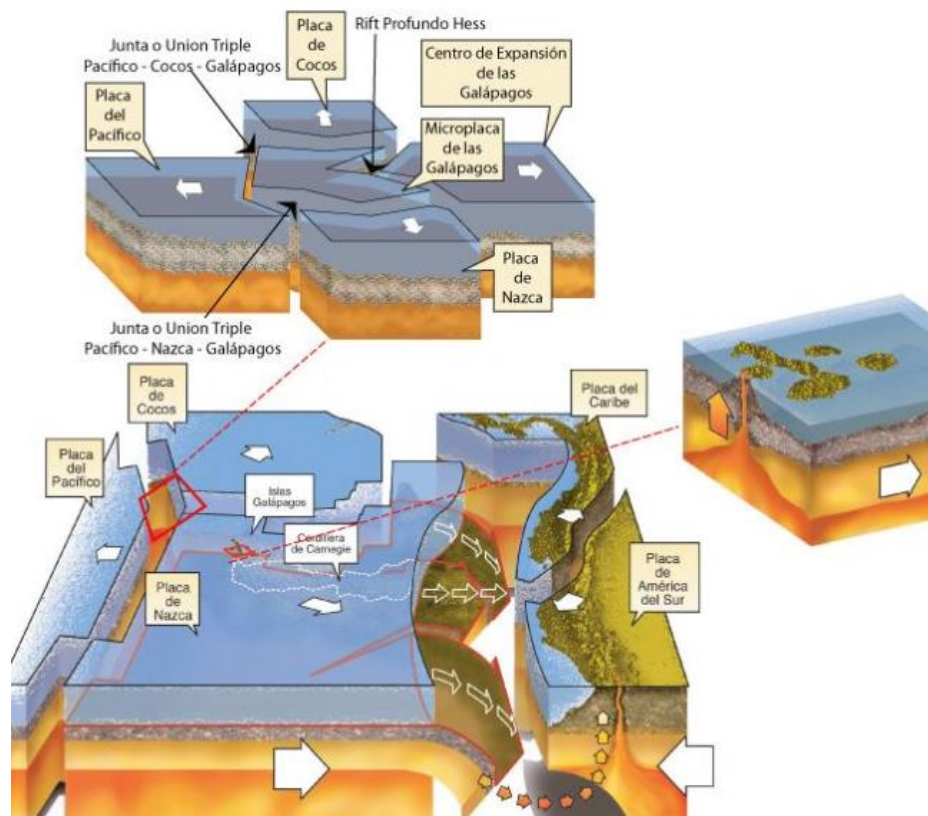


FIGURA 1 Geodinámica de la peligrosidad sísmica del Ecuador.
FUENTE: Revista Técnica del Colegio de Ingenieros Civiles de Pichincha, 2009.

Se acota que para estimar el peligro sísmico en las diferentes edificaciones de acuerdo a su ubicación en el territorio ecuatoriano se analizan los eventos ocurridos a través de la historia, y que han sido representativos afectados directamente de manera económica y pérdidas humanas.

2.2.2 PELIGRO SÍSMICO GENERADO EN LA CAPITAL DEL ECUADOR QUITO

Generalmente el tipo de suelo en Quito está catalogado como Tipo D por ser un suelo resistente y rígido, pero su realidad es que esta ciudad se encuentra en peligro por encontrarse sobre la falla geológica activa ciegas de Quito (Quizhpilema, 2017).

Donde se hace mención de igual manera que las edificaciones de Quito presentan una alta vulnerabilidad ante la presencia de un sismo. Donde además se encuentra presente la subducción que producen las placas de Nazca y la placa Sud americana produciendo sismos en el callejón interandino y la cordillera oriental (Estrada, 2019).

Mediante la realización de diferentes investigaciones, se ha determinado una microzonificación sísmica con el fin de obtener un factor en las diferentes zonas, con el fin de utilizar un factor para el diseño y evaluaciones de estructuras sismo resistente en lugares específicos.

2.3 ORIGEN DE LOS SISMOS

Los sismos se originan en el interior de la corteza terrestre propagándose en forma de ondas en todas las direcciones, son de corta duración y de intensidad variable. Los sismos ocurren cuando el esfuerzo en el suelo sobrepasa la resistencia de la roca generando que los lados opuestos fallen inmediatamente, estos esfuerzos pueden ser ejercidos de manera perpendicular a la falla empujando las rocas entre ellas (Quizhpilema, 2017).

Por lo antes mencionado se entiende que, los sismos pueden generarse de manera incierta manifestándose en diferentes direcciones, magnitudes, y profundidades con una duración de onda indeterminada, afectando de diferente manera a las ciudades, generalmente la fuerza de este tipo de ondas depende de la profundidad en donde se produzca el hipocentro (NEC-SE-DS, 2015).



FIGURA 2 Formación de un sismo.

FUENTE: <https://www.biologuiasur.org/index.php/geosfera-procesos-geologicos>, 2021.

2.4 FALLAS GEOLÓGICAS EN QUITO

Se denomina falla geológica a las diferentes fracturas como consecuencia de un choque entre dos fuerzas las cuales provocan movimientos sísmicos de diferente magnitud.

El Ecuador por encontrarse rodeado de este tipo de fallas, es recomendable realizar un estudio ya que pueden caracterizarse por la extensión, geometría y tipo de movimiento, donde necesariamente se debe conocer este tipo de fallas para determinar el tipo de amenaza sísmica en el territorio.

Denotando de esta manera una falla principal que se genera en el sur de la ciudad en el sector de tambillo y se extiende hasta el norte hasta San Antonio de Pichincha, la falla cruza por toda la ciudad de Quito como, la loma de Puengasí, Ilumbisí, el Batán, la Bota, Bellavista, y Catequillas donde se evidencia una actividad micro sísmica con magnitudes variables magnitudes de momento (Estrada, 2019).

Mencionando de esta manera que el producto de las fallas el bloque de Quito se levanta cada vez más a diferencia del valle de los chillo y Tumbaco basada en la subducción de las placas como la placa de nazca y la placa Sudamericana.

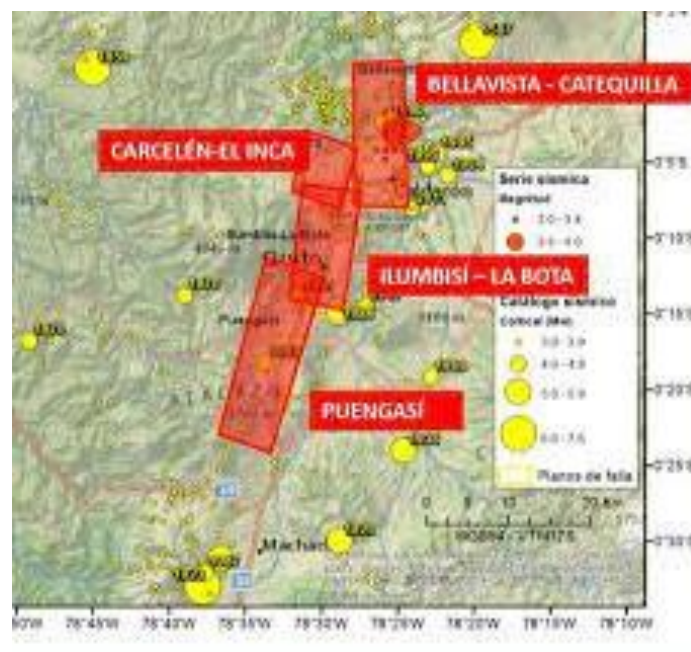


FIGURA 3 Sistema de fallas de Quito.
FUENTE: (Aguilar, Rivas, 2014).

Cabe mencionar que para cada uno de estos segmentos de falla está determinada un área y una longitud en las cuales se pueden definir las diferentes zonas.

2.4.1 MODELO DE TERREMOTO CARACTERÍSTICO

Segmento	Area ruptura (km) ²	Magnitud (RA)	Longitud de Superficie de Ruptura (km)	Magnitud (SRL)	Período de Recurrencia (años)
Puengasi	259	6.4	22	6.4	188
ILB	176	6.2	15	6.2	138
CEI	82	5.9	7	5.7	105
BC	191	6.3	17.5	6.3	183
Tangahuailla	108	6.0	12	6.0	115

TABLA 1 Terremoto característico en Quito.

FUENTE: (Aguilar, Rivas, 2014).

2.5 ZONIFICACIÓN SÍSMICA Y EL FACTOR DE ZONA Z

Los factores de zonificación son obtenidos mediante el proceso de la caracterización de los suelos, y la agrupación de las zonas con respuestas dinámicas similares ante la presencia de un sismo, caracterizando según la geología, y la topografía de los suelos que establece la norma (NEC-SE-DS, 2015), dando así la existencia de seis zonas sísmicas Z.

2.5.1 ZONIFICACIÓN SÍSMICA EN EL ECUADOR

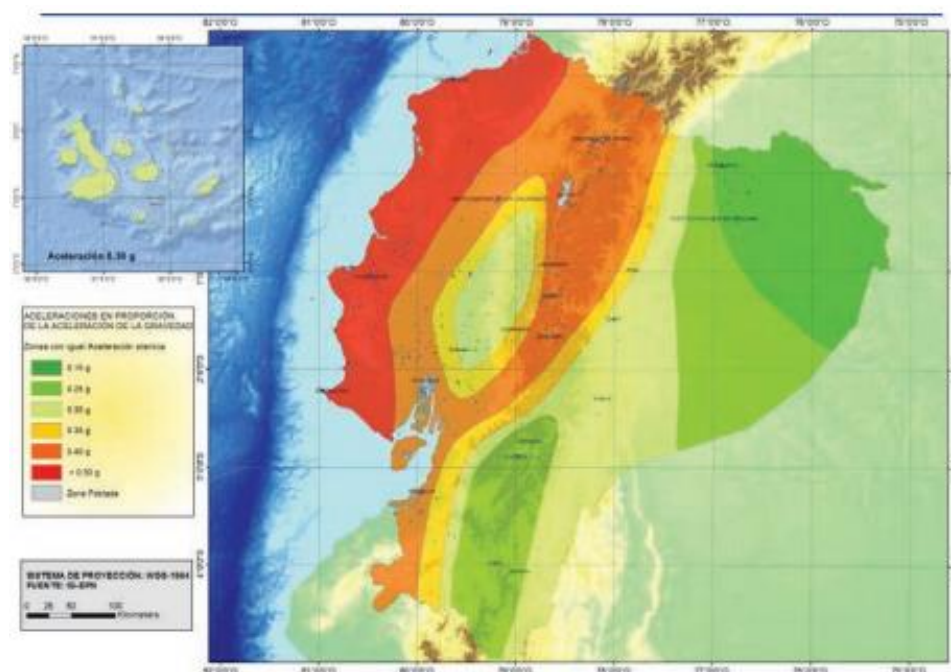


FIGURA 4 Zonas sísmica del Ecuador.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

Donde se puede observar que en la región de la costa se encuentra presente mayor peligro sísmico, debido a las propiedades de sus suelos, donde la norma (NEC-SE-

DS, 2015), establece al factor Z en función del emplazamiento de la estructura y la aceleración de la gravedad como se puede mencionar en la siguiente tabla.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

TABLA 2 Valores del factor Z en función de la zona sísmica.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.6 GEOLOGÍA LOCAL

2.6.1 TIPOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN DEL PERFIL DE SUELO ESTABLECIDO EN LA NORMA (NEC-SE-DS, 2015)

La norma establece que los primeros 5 tipos de suelo están tomados a profundidades no mayores a los 30 m, dando a conocer que para el perfil tipo F está definido en seis subclases las cuales se muestran en la tabla.

TIPO DE PERFIL	DESCRIPCION	DEFINICIÓN
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 760$ 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 $> V_s \geq 360$ 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 $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$50 > N \geq 15$
		$100 > S_u \geq 50$ Kpa
E	Perfiles que cumplan el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfiles que contiene un espesor total H mayor de 3m 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 o geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2 - Turbas y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5m con índice de plasticidad IP > 75)	
	F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	F5 - Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30m 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	

TABLA 3 Clasificación de los perfiles de suelos.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.6.2 CURVAS DE PELIGRO SÍSMICO

Las curvas que se tomaran en cuenta para las diferentes edificaciones se dan en base a la región y el tipo de ocupación que se va a dar a cada estructura. Por lo tanto, es necesario utilizar diferentes niveles de peligro sísmico para verificar el desempeño.

Las curvas en mención se dan de acuerdo al nivel de su aceleración sísmica en el terreno (PGA) vs tasa de anual de excedencia.

Como se puede observar en a la siguiente figura.

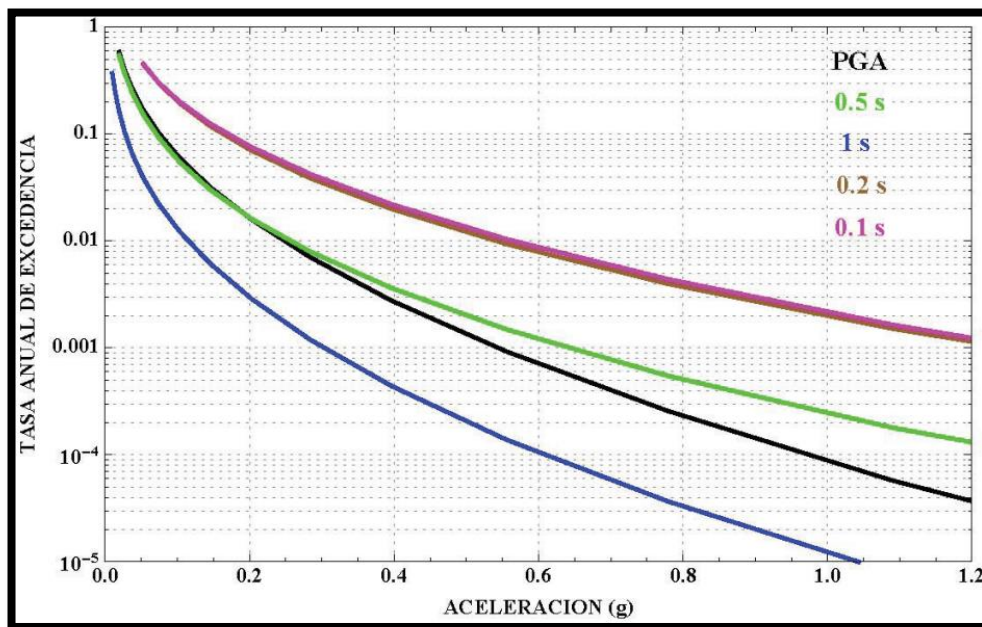


FIGURA 5 Curva de peligro sísmico para Quito.
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.6.3 COEFICIENTE DE PERFIL DEL SUELO

2.6.3.1 Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto (Fa)

El coeficiente amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de las aceleraciones para el diseño en roca, tomando en cuenta sus efectos de sitio como se muestra en la siguiente tabla (NEC-SE-DS, 2015).

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

TABLA 4 Tipo de suelo y Factores de sitio (F_a).

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.6.3.2 Coeficiente de desplazamiento para diseño en roca (F_d)

Donde se puede observar la amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamiento para diseño en roca, considerando los efectos del sitio los cuales sus valores se muestran en la siguiente tabla.

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

TABLA 5 Tipo de suelo y Factores de desplazamiento (F_d).

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.6.3.3 Coeficiente de comportamiento no lineal de los suelos (F_s)

El coeficiente considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo de sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos, como se muestra en la siguiente tabla (NEC-SE-DS, 2015).

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

TABLA 6 Tipo de suelo y Factores de sitio (F_s).

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.6.4 ESPECTRO DE DISEÑO

El espectro de diseño señala una respuesta máxima, y está dada en función del periodo vs su aceleración, indica que el espectro de diseño nos representa las características de la geología tectónica, dando como resultado un espectro elástico (Vázquez, 2017).

2.6.4.1 Grafico del espectro elástico Horizontal de diseño en aceleraciones

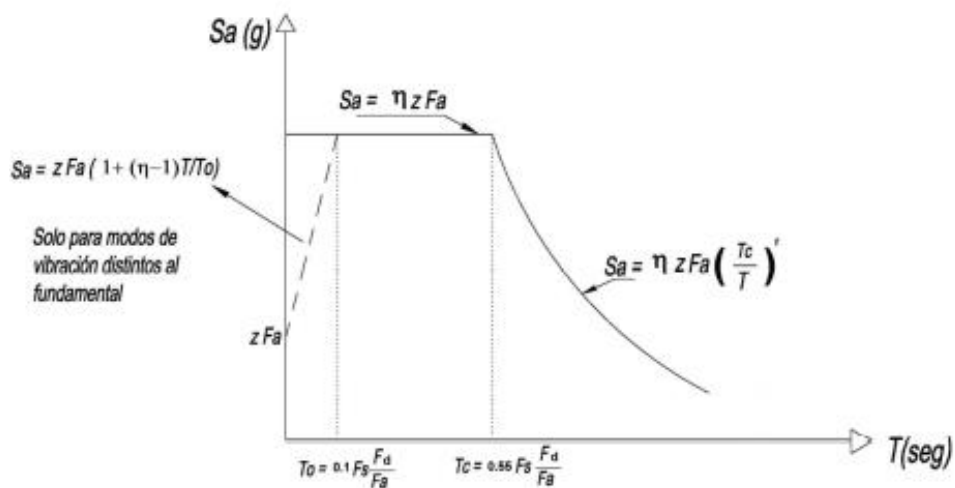


FIGURA 6 Espectro elástico.
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

Dónde:	
η	Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
F_a	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
F_d	Coefficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
F_s	Coefficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura
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

FIGURA 7 Representación de las siglas del espectro de diseño.
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

Donde el espectro elástico, obedece a una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 5%, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones, válidas para períodos de vibración estructural T pertenecientes a 2 rangos estipulados en la norma (NEC-SE-DS, 2015).

$S_a = \eta Z F_a$ para $0 \leq T \leq T_c$	
$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r$ para $T > T_c$	
Dónde:	
η	Razón entre la aceleración espectral S_a ($T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
r	Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto
$r = 1$	para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E
$r = 1.5$	para tipo de suelo E.
S_a	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura
T	Período fundamental de vibración de la estructura
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

FIGURA 8 Ecuaciones.
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.7 FILOSOFÍA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

2.7.1 CONCEPTO DE LA FILOSOFÍA DE DISEÑO

El diseño sismo resistente permite comprobar el nivel de seguridad de vida, la cual se la calcula con una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años, equivalente a un periodo de retorno de 475 años (NEC-SE-DS, 2015). Este es diseñado a partir de un análisis de peligrosidad sísmica, la cual puede ser modelado sus efectos dinámicos mediante un espectro de respuesta.

2.7.2 CATEGORIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN Y SU COEFICIENTE DE IMPORTANCIA (I)

Se puede mencionar que el coeficiente (I) incrementa la demanda sísmica de diseño de la estructura los cuales por motivo de su importancia deben mantenerse operativas o sufrir daños menores durante o después de la ocurrencia del fenómeno sísmico (Estrada, 2019).

Sus valores están reflejados en la siguiente tabla.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	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	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

TABLA 7 Categoría de edificio y su coeficiente de importancia (I).

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.7.3 REQUISITOS MÍNIMOS DE DISEÑO DE UNA ESTRUCTURA SISMO RESISTENTE

Los requisitos fundamentales para diseño de estructuras de ocupación normal son los siguientes.

2.7.4 REQUISITOS DE RESISTENCIA MÍNIMA PARA EL DISEÑO.

Como requisito mínimo que establece la norma se tiene que.

- Verificar el nivel de desempeño sísmico.
- Tomar un tipo configuración estructural y un tipo de sistema.
- Verificación de los métodos de análisis empleados.

Nivel de desempeño estructural (prevención)	Elementos estructurales	Elementos estructurales no	Tasa anual de excedencia
Servicio	Ningún daño	Ningún daño	0.023
Daño	Ningún daño	Daños	0.01389
Colapso	Cierto grado de daño	Daños considerables	0.00211

TABLA 8 Sistema de filosofía de diseño.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.7.5 LÍMITES PERMISIBLES PARA LAS DERIVAS DE PISO

Las acciones de las fuerzas horizontales externas hacen que las estructuras presenten deformaciones relativas denominada deriva de piso, las mismas son expresada como un porcentaje de altura de piso, las derivas máximas para cualquier piso no excede los límites de la deriva inelástica que se establecen en la siguiente tabla (NEC-SE-DS, 2015).

Estructuras de:	Δ_u máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

TABLA 9 Valores de desplazamiento máximos, expresados como fracción de la altura de piso.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.8 CONTROL DE DERIVAS INELÁSTICAS MÁXIMAS DE PISO

En esta etapa se establece que el diseñador comprueba que la estructura presenta deformaciones inelásticas controlables, tomado en cuenta que el diseño fue realizado considerando las secciones agrietadas, donde se tomara en cuenta para la revisión el valor de respuesta máxima inelástica en desplazamientos de la estructura causada por el sismo de diseño (NEC-SE-DS, 2015).

Para el cálculo de estas derivas se tomará en cuenta las deflexiones causadas a efectos traslacionales y torsionales, además los efectos de segundo orden (NEC-SE-DS, 2015).

Se toma en cuenta para el cálculo de estas derivas la siguiente formula.

$$\Delta M = 0,75 R \Delta.$$

Donde:

ΔM = Definición de la deriva máxima inelástica.

ΔE = Desplazamiento obtenidos en aplicación de las fuerzas laterales de diseño reducidas.

R = Factor que representa la reducción de resistencia.

2.8.1 DISEÑO BASADO EN FUERZAS (DBF)

La siguiente metodología se lo realiza con el fin de cumplir con el diseño sismo resistente, obteniendo como resultado una estructura segura que resista fuerzas horizontales actuantes.

2.8.2 MODELACIÓN ESTRUCTURAL

Para la modelación estructural se utiliza la metodología matemática, donde los resultados obtenidos deben ser coherentes con respecto al tipo de edificación, además para el modelamiento estructural para las derivas máximas se debe utilizar los coeficientes para la inercia agrietada que establece la norma (NEC-SE-DS, 2015), y son.

- 0,5* i_g para los valores de las Vigas.
- 0,8* i_g Valores para las columnas.
- 0,6* i_g Valores para los muros estructurales.

Donde i_g es el valor no agrietado de la inercia de la sección transversal del elemento.

2.8.3 CARGA SÍSMICA REACTIVA (W)

Se debe respetar lo que la norma específica (NEC-SE-DS, 2015).

$W = D$ Es utilizado para caso generales.

$W = d + 0,25* Li$ Se utiliza para las bodegas y almacenamiento.

Donde:

D =Carga muerta total de la estructura.

Li = carga viva de piso.

2.9 VULNERABILIDAD SÍSMICA

El concepto de vulnerabilidad sísmica es indispensable en el estudio sobre el riesgo sísmico, y para lograr mitigar los diferentes daños que pueden sufrir las estructuras durante un sismo o desastres ocurridos por terremotos, para la cual se toma en cuenta el sistema geométrico y sistema estructural de las edificaciones (Estrada, 2019).

Por lo tanto, se puede mencionar que la vulnerabilidad sísmica es componente identificable previo a un desastre, como puede ser la falta de resistencia que pueden poseer diferentes estructuras debido al mala dosificación de los materiales colocados en la obra en un sector determinado, frente a solicitudes que son originados por la naturaleza como son los sismos o terremotos, mencionando que este factor se vuelve cada vez más vulnerables llegando a producir daños y colapsos en las edificaciones.

2.9.1 TIPOS DE VULNERABILIDAD

Los más comunes pueden ser.

2.9.1.1 Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural puede ocasionarse ante la presencia de un sismo afectando los elementos de vigas, columnas, losas, muros, y cimientos, las cuales pueden producir fallas dúctiles por una resistencia deficiente de los elementos estructurales mencionados.

Se ha llegado a descubrir mediante estudios que las estructuras más vulnerables son las que presente una irregularidad geométrica tanto en planta como en elevación, por lo que se requiere para este tipo de diseño necesariamente los cálculos realizados por un profesional en el área para la disminución de vulnerabilidad de este tipo de estructural.

Entonces se recomienda cuando se de este tipo de daños la utilización de varios métodos de reforzamiento entre los que se puede mencionar.

- Muros estructurales interiores o exteriores.
- Encamisado tanto para las columnas como vigas.
- Contrafuertes.

2.9.1.2 Vulnerabilidad no estructural.

Se puede definir a la vulnerabilidad no estructural por presentarse como más susceptibles, y se presentan en mampostería, ventanas, cielos rasos, equipos eléctricos, equipos mecánicos los cuales debido a los daños puede dejar su funcionamiento normal.

La mampostería no reforzada, aunque no sea un elemento estructural en ocasiones esta también aporta rigidez a la edificación hasta que se produzca el daño o colapso.

Dando así el tomar en cuenta que el excesivo recubrimiento al momento de ocurrir un sismo este puede producir excentricidad y generar mayor vulnerabilidad en la edificación.

2.9.1.3 Vulnerabilidad funcional.

Del mismo modo se menciona que este tipo de vulnerabilidad puede producirse en las diferentes partes del exterior de la infraestructura de la edificación como la red de agua potable, red de luz eléctrica, sistemas contra incendios, alcantarillados y las diferentes áreas que tienen conexión directa con las vías principales por lo que es necesario el análisis de materiales de los elementos a fin de mitigar este tipo de daños (Estrada, 2019).

2.10 CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL

2.10.1 CONFIGURACIÓN RECOMENDADAS

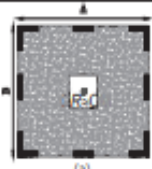
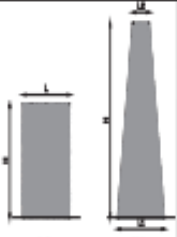
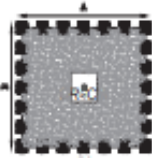
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_E=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_P=1$	
La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles. $\phi_E=1$		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_P=1$	
La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_E=1$			
			

TABLA 10 Configuraciones recomendase.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.10.2 CONFIGURACIÓN NO RECOMENDADAS

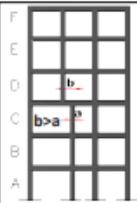
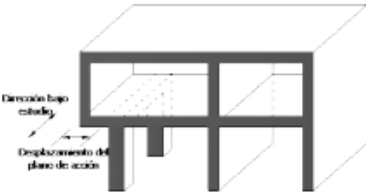
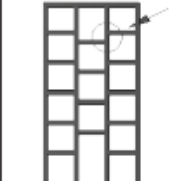
IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN		IRREGULARIDADES EN PLANTA
Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas. La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.		Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical. 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.
Piso débil-Discontinuidad en la resistencia. 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 corte del piso para la dirección considerada).		
Columna corta Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.		

TABLA 11 Configuraciones no recomendadas.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.10.3 VALORES DE COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN PLANTA

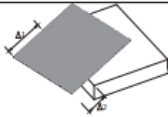
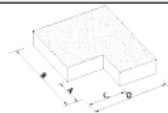
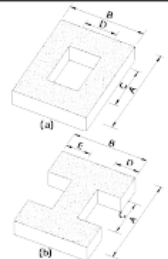
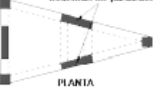
Tipo 1 - Irregularidad torsional $\phi_T=0.9$ $\Delta > 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$ Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.	
Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas $\phi_T=0.9$ $A > 0.15B$ y $C > 0.15D$ 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.	
Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso $\phi_T=0.9$ a) $CxD > 0.5Ax8$ b) $[Cx8 + CxE] > 0.5Ax8$ 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.	
Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos $\phi_T=0.9$ La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.	

TABLA 12 Coeficiente de irregularidad en planta.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.10.4 VALORES DE COEFICIENTE DE IRREGULARIDAD EN ELEVACIÓN

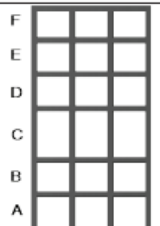
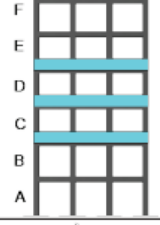
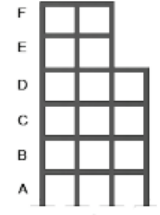
Tipo 1 - Piso flexible $\phi_E=0.9$ Rigidez $K_n < 0.70$ Rigidez K_o $Rigidez < 0.80 \frac{(K_o + K_n + K_f)}{3}$ La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.	
Tipo 2 - Distribución de masa $\phi_E=0.9$ $m_o > 1.50 m_f$ ó $m_o > 1.50 m_c$ La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.	
Tipo 3 - Irregularidad geométrica $\phi_E=0.9$ $a > 1.3 b$ La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altíllos de un solo piso.	

TABLA 13 Coeficiente de irregularidad en elevación.

FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.11 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN EL ECUADOR

El sistema constructivo se define como un conjunto de materiales y elementos de diversa complejidad, conectados entre sí bajo determinadas técnicas, conformando la estructura interna de una edificación garantizando que esta sea segura. Los sistemas constructivos permiten dar una opción rápida y eficiente al momento de iniciar la construcción de un determinado tipo de edificación. Se caracterizan en base a los materiales que utilizan, a las particularidades que presentan en la construcción y al comportamiento que tienen los elementos que lo integran en diferentes circunstancias (Quizhpilema, 2017).

2.11.1 SISTEMAS ESTRUCTURALES MÁS UTILIZADOS.

- Sistemas estructurales conformados por losas, columnas y vigas banda.
- Sistemas realizados con pórticos estructurales para muros.
- Sistemas constructivos estructurales metálicos.
- Sistemas constructivos para estructuras mixtas.

2.11.1.1 Sistemas estructurales conformados por losas, columnas y vigas banda

Este tipo de sistema son los más comunes y utilizados debido a su facilidad en su construcción, ya que por ser una viga banda esta es trabajada de manera más fácil para la colocación de su encofrado y su desencofrado, además por ser un solo cuerpo esta tiene una interacción entre la viga, columna, y losa, dando así la transmisión de cargas directas, por lo que este tipo de losas no son recomendables ya que este tipo de estructura provoca que los momentos se transmiten por flexión y por corte, los cuales pueden ocasionar severos daños en la estructura al producirse un sismo.



FIGURA 9 Sistema de vigas banda.

FUENTE: <https://www.reporteindigo.com/reporte/sistema-entrepiso-losa-plana,2014>.

2.11.1.2 Sistemas realizados con pórticos estructurales para muros

Este tipo de sistema se ha ido incrementando por el pasar del tiempo principalmente en la construcción de edificaciones de gran altura debido a que tiene grandes ventajas sismo resistente y constructivo, está compuesto por el sistema de vigas descolgadas y muros estructurales los cuales absorben el esfuerzo ya que actúan como columnas.



FIGURA 10 Sistema de pórticos con muros y vigas descolgadas.

FUENTE: imagenes+de+un+sistema+de+porticos+con+muros+estructurales, 2014.

2.11.1.3 Sistemas constructivos estructurales metálicos

Sistema que se encuentra en desarrollo, ya que se ejecuta de una manera más ágil en el sector de la construcción en el País, principalmente por tener mayor relación de resistencia y rigidez por unidad de volumen, además de ser un material homogéneo que mantiene la uniformidad y sus propiedades mecánicas y físicas en el transcurso del tiempo (Estrada, 2019).

Mencionando de igual manera que su uso es amplio en edificaciones de gran altura y grandes luces ya que es un material que disipa la energía y su tiempo en la construcción es menor con lo que se economiza tiempo y capital, vale mencionar que este tipo de material es vulnerable al fuego.



FIGURA 11 Sistema de estructuras metálicas.

FUENTE: <http://www.understandconstruction.com/steel-frame-structures.html>, 2014.

2.11.1.4 Sistemas constructivos para estructuras mixtas.

Este tipo de sistema es una mezcla de hormigón y acero las cuales generan la estructura mista en actualmente en el Ecuador se está dando gran uso de este tipo de estructuras debido a las soluciones constructivas que nos facilitan.

Su combinación es favorable ya que el hormigón es eficiente a la compresión y el acero a la tracción, mediante la ayuda del acero en láminas delgadas el hormigón puede arriostrarse a estos elementos evitando el pandeo, además se puede mencionar que con la ayuda del hormigón el acero resiste más al fuego.



FIGURA 12 Sistema de estructura mixta.

FUENTE: <http://infobasicincivil.blogspot.com/2018/07/estructuras-en-acero-ymixtas-acero.html>, 2018.

Se puede concluir mencionando que al existir diferentes tipos y materiales para ejecutar una obra estas deben ser eficientes y seguras. Destacando así que para nuestro estudio se toma en cuenta el sistema constructivo de hormigón armado.

2.12 CONSTRUCCIÓN INFORMAL

En las últimas tres décadas, la vivienda "informal" y los barrios formados por invasiones han constituido la mayor parte del desarrollo urbano en las ciudades más grandes de América Latina, las estadísticas revelan que la vivienda informal es el indicador más importante del carente crecimiento de viviendas en los países menos desarrollados (Quizhpilema, 2017).

Donde como concepto de asentamiento informal es ratifica a un conjunto de viviendas construidas sin ninguna formalidad legal y sin cumplir con las leyes de planificación urbana, estos asentamientos se localizan mayoritariamente en la periferia de las ciudades en zonas de alta vulnerabilidad sísmica, se destacan por una serie de falencias estructurales y sociales, como la falta de servicios básicos, áreas verdes, consecuentemente las condiciones de habitabilidad son precarias (Vélez, 2016).

El incremento de los asentamientos informales en el DMQ se da por la segmentación de la población que no puede acceder al suelo residencial por mecanismos legales y formales, desde el año 2000 (Quizhpilema, 2017).

Por lo antes mencionado se puede mencionar que este tipo de informalidad se da por falta de recursos económicos, desconocimiento de la vulnerabilidad en Quito, el desinterés de los gobiernos de turno.

2.13 PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES

Como punto fundamental de esta polémica se puede mencionar, la presencia de las diferentes patologías estructurales que se debe a la ocurrencia de la vulnerabilidad sísmica y estas se ven reflejadas en pequeñas fallas, y en ocasiones hasta la ocurrencia del colapso total de la edificación, este tipo de patologías pueden aparecer por defecto, daño o deterioro (Astorga & Rivero, 2009).

2.13.1 PATOLOGÍAS POR DAÑO

La patología por daño se da frecuentemente después de la ocurrencia de una catástrofe natural como la ocurrencia de un sismo, o por un mal uso a la estructura.

2.13.2 PATOLOGÍAS POR DETERIORO

Las patologías por deterioro se producen en base a las manifestaciones que se van dando con el paso de los años, las cuales se deben atender con rapidez, por lo que se recomienda dar un buen mantenimiento a las diferentes edificaciones con el fin de evitar este tipo de sucesos.

2.13.3 PATOLOGÍAS POR DEFECTO

La patología por defecto está relacionada con las características propias de la estructura generalmente se presentan por le incorrecto diseño en su configuración estructural, la cual se recomienda en la fase de diseño esta ser realizada por un profesional en el área.

2.14 COLUMNA CORTA

El efecto por columna corta se da por la disminución de la longitud libre de las columnas, ya que de esta manera la columna no disipa la energía ante la ocurrencia de un sismo, generalmente este tipo de daño se refleja sus grietas en forma de x.



FIGURA 13 Presencia de Columna corta.

FUENTE: [imagenes+de+columna+corta+en+las+construcciones&source](#), 2014.

2.15 PISO BLANDO

Se los denomina de esta manera a aquellos pisos son que presentan una reducción importante en la rigidez lateral respecto a los demás pisos de la estructura (piso débil), aparecen en edificaciones que han sido realizadas por medio de pórticos donde el piso posee una alta flexibilidad, las cuales impiden el control de los desplazamientos laterales ante la presencia de un sismo.



*FIGURA 14 Piso blando sismo de pedernales.
FUENTE: imagenes+de+piso+blando+sismo+de+pedernales+en+las+construcciones&tbm, 2016.*

2.16 TORSIÓN EN PLANTA

La torsión en planta se debe generalmente cuando existe excentricidad entre el centro de masas y el centro de rigidez de la estructura, la cual produce un giro en el plano horizontal de la estructura.

Generalmente este tipo de patologías se produce en edificaciones irregulares.



*FIGURA15 Presencia de torsión en planta en edificación.
FUENTE: Magenes+de+torsion+en+planta+en+construcciones, 2016.*

2.17 DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN EDIFICACIONES EXISTENTES

Su principal vulnerabilidad se puede destacar que esta en el diseño, ya que en todas la edificaciones se emplean coeficientes de seguridad que mayaran las cargas esperadas tanto verticales como horizontales, Cabe destacar que para la evaluación se destaca los diferentes valores de las cargas tratando de ser lo más exactos posibles (Estrada, 2019).

2.17.1 MÉTODOS MÁS FRECUENTES UTILIZADOS PARA LA EVALUACIÓN SÍSMICA

Se mencionan como principales.

- Métodos cualitativos.
- Métodos experimentales.
- Métodos analíticos.

2.17.1.1 Métodos cualitativos

Se los realiza mediante un análisis visual donde se detectan diferentes edificaciones que requieren realizar un análisis más detallado.

2.17.1.2 Métodos experimentales

El método está relacionado básicamente con las características de la estructura y su cimentación los cuales necesitan realizar un análisis por desempeño para la edificación.

2.17.1.3 Métodos analíticos

Los métodos analíticos son los más detallados y abarcan análisis no lineales de la estructura al ser sometidos por los diferentes agentes externos del suelo.

Por lo que la normativa establece como mínimo que se realice la evaluación y análisis por desempeño que se produzcan a causa de un terremoto. Donde se debe considerar las siguientes fases de inspección (NEC-SE-DS, 2015).

- Investigación y análisis rápido (fase 1).
- Investigación en las edificaciones con mayor deficiencia (fase 2).
- Evaluación detallada del comportamiento de la estructura donde generalmente se realiza el análisis no lineal (fase 3).

En base a los resultados obtenidos mediante los diferentes análisis y métodos que sean necesarios se destaca como resultado un listado de los elementos que no cumplen con las características de un correcto diseño y si su estructura resiste las fuerzas sísmicas, generalmente se toma en cuenta a los elementos estructurales y no estructurales (Estrada, 2019).

Por lo antes mencionado para este tipo de análisis siempre se requiere tener los datos más reales, con el fin de obtener el comportamiento del modelamiento más real.

2.17.2 METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN E INSPECCIÓN VISUAL SIMPLIFICADA DE ACUERDO A LA NORMA NEC 2015

La metodología fue desarrollada para que los profesionales clasifiquen las diferentes construcciones existentes en tres categorías, que básicamente son edificaciones con baja vulnerabilidad sísmica en cuanto a los daños y seguridad de los ocupantes en la edificación ante la ocurrencia de un evento sísmico, donde los que presentan una media vulnerabilidad sísmica estarían dentro de los parámetros aceptables, y los que tiene una alta vulnerabilidad requieren un estudio más detallado.

Tomando en cuenta que el Ecuador se encuentra en una zona de alto peligro sísmico dando así la posibilidad de que dichos eventos produzcan daños en las diferentes edificaciones.

Básicamente este tipo de evaluación se lo realiza de manera rápida y la persona encargada debe tener conocimiento sobre el tema, el cual su trabajo posteriormente será el llenar un formulario que mediante parámetros analizados se catalogará la edificación, se debe tener en claro que este procedimiento no requiere ningún tipo de análisis estructural.

El objetivo de esta evaluación es identificar las edificaciones más vulnerables frente a un evento sísmico, con el fin de implementar programas de mitigación, donde se puede observar una vez lleno la ficha de inspección si la edificación necesita un estudio más detallado.

Las actividades principales en el que se centra el análisis visual de inspección rápida NEC 2015 esta.

- Recopilación de datos.
- Interpretación de los datos recopilados.
- Realizar el reconocimiento del sector (tipos de edificaciones y tipo de suelo).
- Se necesita el pleno conocimiento del llenado del formulario.

Mediante el resultado se obtendrá un puntaje con el que se definirá el tipo de vulnerabilidad sísmica que tiene vivienda, donde se muestra si es necesario o no realizar un estudio más detallado de la estructura.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
DATOS DE LA EDIFICACIÓN														
Dirección:														
Nombre de la edificación:														
Sitio de referencia:														
Tipo de suelo:														
Fecha de evaluación:														
Año de construcción:														
Año de remodelación:														
Área de construcción:														
Número de pisos:														
DATOS DEL PROFESIONAL														
Nombre del evaluador:														
C.I.:														
Registro SENECSYF:														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN														
FOTOGRAFÍAS														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	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									
Mixta-Acero-hormigón o mixta, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes 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	1.8	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	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	0.4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	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	-1	-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	-0.5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código (construido de 1977) o auto construido	0	-0.2	-1	-1.2	-1.2	-1	-0.2	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 200)	0	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	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	-0.4
tipo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
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	-1.2	-0.8
PUNTAJE FINAL S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S ≤ 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad													
S > 2.5	Baja vulnerabilidad													
Firma responsable de evaluación														
OBSERVACIONES:														

TABLA 14 Formulario de evaluación rápida NEC 2015.
FUENTE: (NEC.SE.RE, 2015).

2.18 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Los ensayos no destructivos son una alternativa el cual sirve para evaluar el tipo de estructura y que tipo de problema presenta en su matriz de concreto, pudiendo conocer el desempeño del material sin dañar a la estructura. Además, presentan diferentes alternativas para poder dar a conocer las características del hormigón utilizado.

Donde se puede mencionar que los ensayos no destructivos son metodologías que se utilizan para validar construcciones de concreto con el objetivo de obtener los datos más cercanos a la realidad acerca del desempeño del material.

2.18.1 TIPOS DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

Martillo de rebote.

El ensayo con martillo de rebote está definido en la norma ASTM C805, donde con el uso del esclerómetro se aplica impactos por energía cinética sobre un área del elemento seleccionado obteniendo un valor adimensional donde posteriormente se obtendrá el valor de la resistencia del concreto.



FIGURA 16 Esclerómetro.
FUENTE:(Paucar, 2021).

Pulso ultrasónico.

El ensayo se basa en la metodología ASTM C597, y consiste en ondas que viajan a través del concreto la cual se la realiza con el aparato llamado “transductores” los cuales se encargan de transmitir la energía y transformarla en valores numéricos de velocidad de onda dentro de una masa de concreto que su valor será en m/s, dándonos como resultado una velocidad de pulso en cual posteriormente se correlaciona para dar un valor de resistencia del concreto (Estrada, 2019).

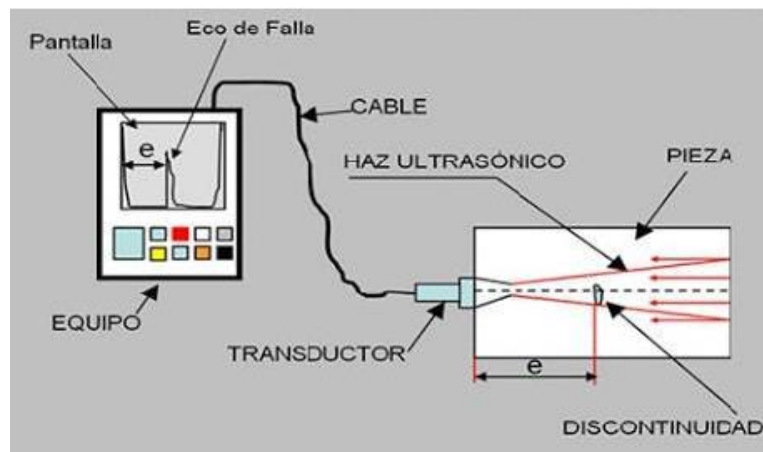


FIGURA 17 Ensayo de ultrasonido.
FUENTE:(www.fii.gob.ve,2010).

Para este tipo de ensayo se debe tomar en cuenta.

- 1.- La ubicación del acero de refuerzo.
- 2.- La disposición correcta de los transductores.
- 3.- Además se debe tomar en cuenta la longitud de la trayectoria.

Resistencia a la penetración del concreto (Pistola Windsor).

Este tipo de ensayo también es considerado como un ensayo no destructivo según la norma ASTM C803, conocida además como ensayo de prueba de penetración de

sonda, consiste en la medición de penetración de pines sobre la superficie del concreto, donde se traduce a resistencia del material con valores de tablas se obtiene el valor del $f'c$.

El ensayo consiste que el equipo de disparo realice la introducción de tres pines y se mida la longitud visible determinado así su valor de cuanto se introdujo en el concreto, y mediante tablas se obtiene el valor de la resistencia del material.

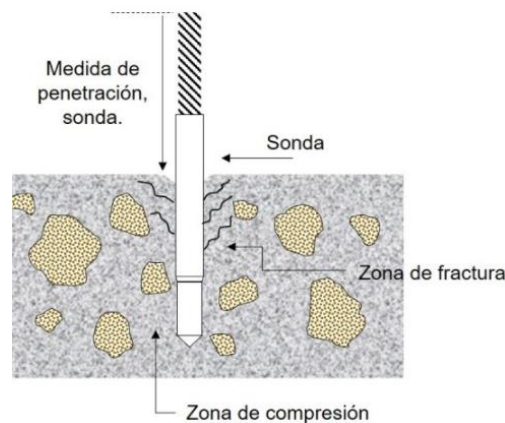


FIGURA 18 Ensayo de penetración.
FUENTE: (www.fii.gob.ve,2010).

2.19 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (ESCLERÓMETRO)

Mediante la aplicación de este tipo de ensayos se logra tener resultados de estructura de hormigón armado con el fin de obtener su resistencia sin dañar la estructura que se encuentra realizadas, el ensayo se lo realiza con la ayuda del martillo Schmidt, conocido como esclerómetro, el cual al pasar el tiempo ha evolucionado su modelos, su utilización de fácil manejabilidad, donde para su utilización se requiere una zona a ser estudiada y se aplica directamente, dando así un resultado de resistencia al rebote, donde los resultados obtenidos se correlaciona con la resistencia a compresión mediante una gráfica que contempla la densidad del elemento y la orientación del martillo respecto al plano ensayado.

El esclerómetro fue diseñado por el Ing. Suizo Ernst Schmidth en 1948 mejorándolo en tecnología y mejorando los métodos de ensayo iniciales de dureza superficial.

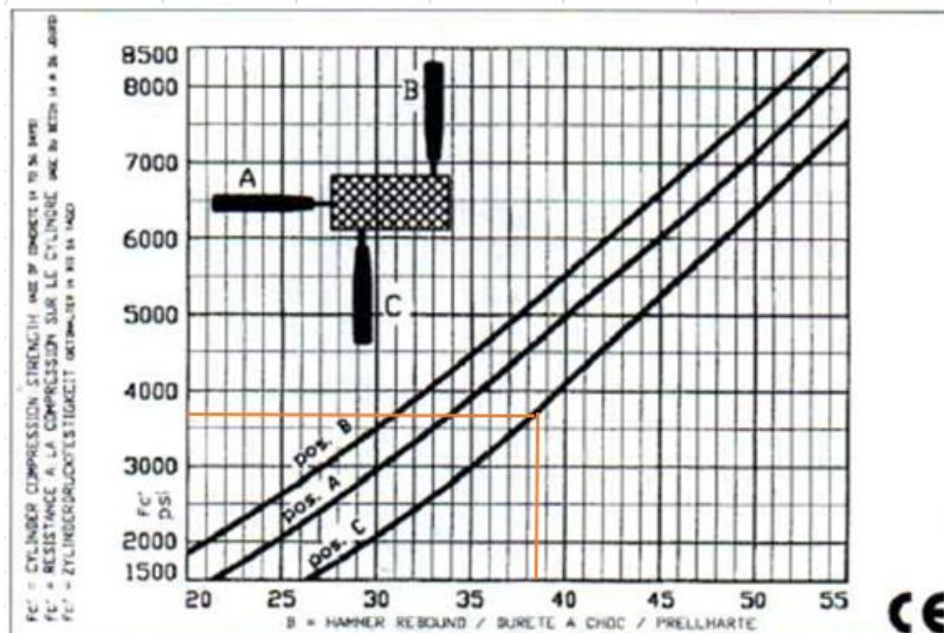


FIGURA 19 Gráfica para la toma de datos esclerómetros.
FUENTE: (Vergara, 2001).

2.19.1 OBJETIVO DEL ENSAYO NO DESTRUCTIVO

Tener una estimación de la resistencia a la compresión del concreto con los datos seleccionados y proporcionados por el instrumento en la edificación.

	Columnas pb(kg/cm ²)	Vigas pb(kg/cm ²)	Columnas p1(kg/cm ²)	Vigas (kg/cm ²) p1
	128,06	223	129,69	199,26
	129,69	224,62	131,33	211,54
	123,14		134,6	
V. PROME	126,96	223,81	131,87	205,4

TABLA 15 Resumen de hormigones para vigas y columnas.
FUENTE: (Pauca, 2021).

2.19.2 IMPORTANCIA DEL ENSAYO NO DESTRUCTIVO

La importancia de realizar este tipo de método no destructivos (ensayo esclerométrico), que se utiliza en diferentes Países su costo es económico, fácil de transportar y no se daña la edificación en estudio.



FIGURA 20 Componentes del esclerómetro.
FUENTE: (Lozano, 2014).

2.19.3 PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO.

- Analizar el sitio a ser ensayado.
- Limpiar adecuadamente la superficie a ser ensayada.
- Realizar la toma de medidas para la realización de las cuadrículas para la aplicación en los puntos con el esclerómetro con la ayuda de una escuadra.
- Se debe colocar al martillo perpendicular a la superficie que va ser ensayada.
- Al aplicar el ensayo se debe tener un nivel cuando este se encuentra nivelado se dispara el martillo.
- Una vez que se sienta el impacto del martillo este debe ser bloqueado para la obtención de la lectura de la medida la cual va ser anotada.
- Estos datos y toma de medidas deben de reiterarse y ser anotados en varias ocasiones considerando el rango del 20%.
- Esta toma de muestra debe ser tomado como mínimo en seis lugares de la edificación.
- Con los resultados obtenidos se debe realizar para cada muestra la realización del promedio.
- Con la obtención del valor promedio se realiza el análisis en la tabla para poder obtener el valor de la resistencia del hormigón.

2.20 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA DE LA EDIFICACIÓN

Para el análisis de la estructura se debe tomar lo recomendado en la norma técnica ASCE41 los cuales se refieren a los análisis estáticos lineales y no lineales.

2.20.1 ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL

Para la realización de este tipo de análisis estático se basa generalmente en someter a la estructura a una distribución de fuerzas laterales, dando así al cumplimiento de una deriva máxima permitida, los resultados obtenidos cabe mencionar que aunque sean favorables, presenta limitaciones al prever si la estructura controlada por ese desplazamiento inelástico se encuentra en capacidad de resistir mayores deformaciones dentro de ciertos parámetros de seguridad, puesto que las fuerzas para las cuales se controló el desplazamiento inelástico relativo no necesariamente son las fuerzas laterales que pueden presentarse durante la vida útil de la estructura (Celi, 2018).

2.20.2 ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER)

El análisis estático no lineal predice el desempeño sísmico de una estructura, mediante el método se puede llevar a la estructura ya existente al colapso total mediante la aplicación de cargas laterales aplicadas en una misma dirección, misma que se debe ir incrementando hasta exceder el punto de control donde se considere que la estructura va a colapsar, y se considera el comportamiento no lineal de los materiales, donde se toma en cuenta la degradación de la rigidez de los elementos estructurales, además de una formación de rotulas plásticas en los elementos como medida de disipación de energía (Estrada, 2019).

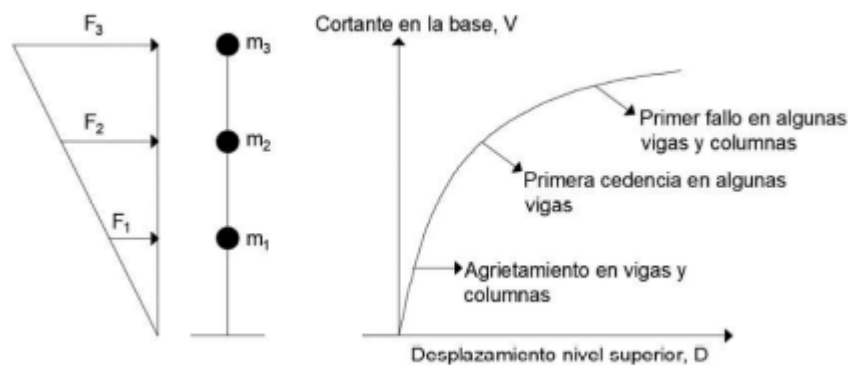


FIGURA 21 Esquema análisis estático no lineal.
FUENTE: (FEMA 356,2000).

El análisis no lineal se lo realiza con el fin de.

- Obtener la capacidad lateral de la estructura.
- Definir cuáles de los elementos estructurales fallaran primero.
- Determina la ductilidad de los elementos de la estructura.
- Obtención de la ductilidad de todo el elemento.
- Analiza los desplazamientos relativos inelásticos.

Un punto fundamental para la realización de este tipo de análisis, es indispensable conocer el comportamiento de los distintos materiales que conforman la estructura, debido a que estos llegan a incursionar en el rango no lineal ante la acción de grandes fuerzas sísmicas, es necesario conocer los diagramas de momento de curvatura de cada sección transversal, pudiendo así determinar la ductilidad por curvatura comparando con la demanda a la que será sometida la estructura, posteriormente se definirán donde se genera la rótula plástica, las cuales generalmente se dan en los nudos de la vigas, tomando en cuenta el buen comportamiento entre viga y columna, dando así a la obtención de una longitud plástica cuando el momento de demanda supere el momento de fluencia, y los elementos empiecen a trabajar en un rango no lineal, es decir estos elementos trabajarán como disipadores de energía obteniendo la curva de capacidad de la estructura y determinando su desempeño (Celi, 2018).



FIGURA 22 Curva de capacidad de niveles de desempeño.
FUENTE: (Estrada, 2019).

Espectro demanda-capacidad.

El espectro de demanda capacidad se lo encuentra con el análisis estático no lineal del modelo que representa a la estructura, esta curva concite básicamente en una

serie de segmentos de rectas de pendiente decrecientes que se asocia básicamente a la degradación de la rigidez de la estructura.

Además, representa los diferentes daños del desempeño estructural calificándolo de manera directa.

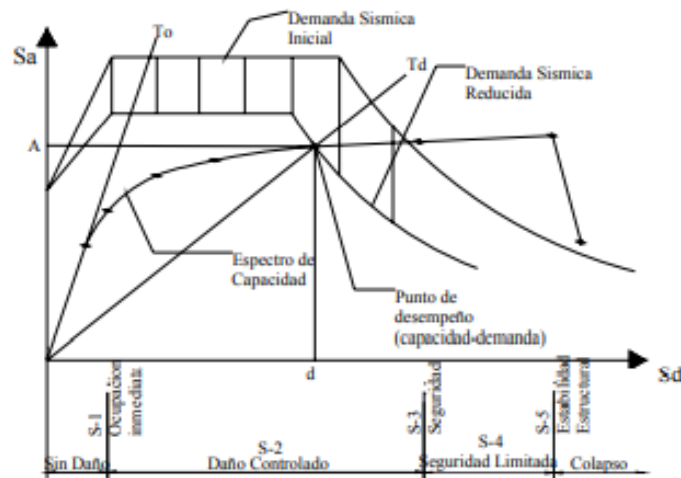


FIGURA 23 Espectro demanda capacidad.
FUENTE: (Guevara, 2006).

El espectro demanda capacidad permite determinar.

- La respuesta estructural máxima de sistema.
- Permite calificar el desempeño sísmico de la estructura.
- Evaluar la eficiencia de un esquema estructural propuesto.

2.21 CORTANTE BASAL DE DISEÑO

El cortante basal de diseño es una fuerza opuesta a la fuerza estática equivalente que se desarrolla en la base de cada columna cuyas magnitudes deben ser iguales, pero en sentidos opuestos se determina mediante la siguiente ecuación.

$$V = \frac{I \cdot S_a(T_a)}{R \cdot \phi_p \cdot \phi_E} \cdot W$$

Donde:

$S_a(T_a)$ = Espectro de diseño en aceleración para el periodo de vibración T_a .

ϕ_P = Coeficientes de configuración en planta.

ϕ_E = Coeficientes de configuración en elevación.

I = Coeficiente de importancia.

R = Factor de reducción de resistencia sísmica.

V = Cortante basal total de diseño.

W = Carga sísmica reactiva.

2.22 DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIBRACIÓN (T)

Se lo determina resolviendo la formula señalada en la siguiente figura.

$$T = C_t h_n^\alpha$$

Dónde:

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 Periodo de vibración

FIGURA 24 Determinación del periodo de vibración (T).
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

Para:

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

TABLA 16 Tabla de valores C_t y α .
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

También se utiliza la siguiente tabla para estructuras estructurales de hormigón armado o mampostería.

$$C_t = \frac{0.0062}{\sqrt{C_w}} ; C_w = \frac{100}{A_B} \sum_{i=1}^{n_w} \left[\left(\frac{h_{wi}}{h_n} \right)^2 \frac{A_{wi}}{1 + 0.83 \left(\frac{h_{wi}}{l_{wi}} \right)^2} \right]$$

Dónde:

A_B Área de la edificación en su base, en metros cuadrados.

n_w Número de muros de la edificación diseñados para resistir las fuerzas sísmicas en la dirección de estudio.

h_{wi} Altura del muro i medida desde la base, en metros.

A_{wi} Área mínima de cortante de la sección de un muro estructural i , medida en un plano horizontal, en el primer nivel de la estructura y en la dirección de estudio, en metros cuadrados.

l_{wi} Longitud medida horizontalmente, en metros, de un muro estructural i en el primer nivel de la estructura y en la dirección de estudio.

FIGURA 25 Valor de C_t para estructuras a porticadas.
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.23 FACTOR DE REDUCCIÓN (R)

Mediante el factor de reducción R se reduce la fuerza de diseño sísmico, siempre y cuando el diseño de su estructura este diseñada con sus conectores y mecanismos predecibles y estos sean dúctiles y estas fallas se produzcan en la rótula plástica (NEC-SE-DS, 2015).

Donde se puede mencionar que el factor permite reducir R sustancialmente la ordenada elástica espectral que debe disponer del comportamiento inelástico durante un sismo de diseño donde el factor R se considera un factor de carga sísmica (Chavez, 2016).

R depende de los factores y variables siguientes.

- El tipo de estructura.
- El tipo de suelo.
- El periodo de vibración.

Valores los cuales se pueden tomar para la obtención del posible valor de R de sistema estructural dúctil.

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
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

TABLA 17 Coeficiente (R) para sistemas estructurales dúctiles.
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
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

TABLA 18 Coeficiente *R* para sistemas estructurales dúctiles.
FUENTE: (NEC-SE-DS 2015).

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

TABLA 19 Coeficiente (*R*) para sistemas estructurales dúctiles.
FUENTE: (NEC-SE-DS, 2015).

2.24 MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad de un material es una medida de resistencia para ser deformada. Y el valor depende de las propiedades de los agregados, cemento, edad, resistencia del hormigón, y la velocidad al cual se aplica la cargas (Osejo, 2020).

Para lo cual se ha definido que el concreto no presenta deformación elástica, y su curva esfuerzo-deformación no presenta un comportamiento lineal, por lo que se generan varios módulos de elasticidad a partir de la curva esfuerzo vs deformación del hormigón (Osejo, 2020).

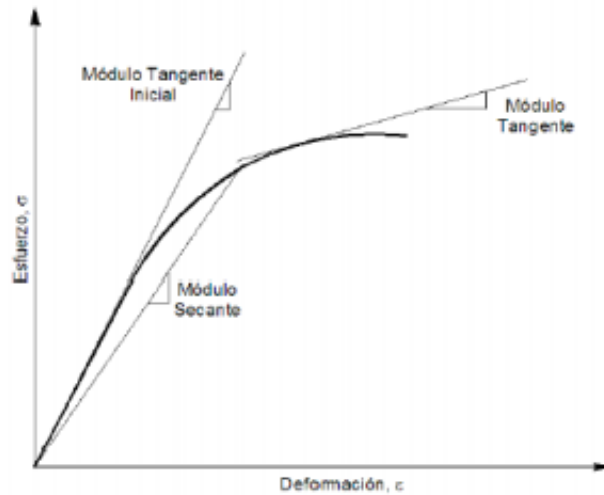


FIGURA 26 Modulo secante y tangentes.
FUENTE: (Osejo, 2020).

Para el módulo de elasticidad puede ser calculado mediante la ACI capítulo 19, con la siguiente ecuación.

$$EC = w_c^{1,5} \times 0.043 \sqrt{f'_c}.$$

Para el hormigón de peso normal se utiliza la siguiente formula.

$$EC = 4700 \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)}.$$

f'_c = Es el esfuerzo a compresión del concreto.

2.24.1 DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD PARA EL ECUADOR.

Para la determinación del módulo para el Ecuador se recopiló información del módulo de elasticidad obtenidos de diferentes fuentes, como la Universidad San Francisco de Quito, Universidad Central del Ecuador, Escuela Politécnica Nacional, siendo los valores obtenidos los siguientes.

Mezcla	f_c MPa	E_c GPa	Cemento Tipo IP	Fuente
M3	56,1	22,0	Tipo IP	Zhindin Salinas, A. M. (2018). <i>Cuantificación del deterioro de hormigones convencionales por carga</i> . Proyecto de investigación, Universidad San Francisco de Quito, Quito.
M4	37,5	16,4	Tipo IP	
M5	32,9	16,6	Tipo IP	
G28180	54,0	24,0	Tipo GU	De La Cruz Alta, H. P. (2018). <i>Efectos del curado en las propiedades mecánicas</i> . Trabajo de titulación, Universidad San Francisco de Quito, Quito.
21H	30,4	20,0	Tipo GU	Herrera Cisneros, S. E., & Villegas Dávila, F. M. (2008). <i>Módulos de elasticidad y curvas de esfuerzo deformación, en base a la compresión del hormigón a 21, 28, 35 MPa</i> . tesis de pregrado, Escuela Politécnica del ejército, Quito.
21HS	31,5	20,4	Tipo GU	
21SA	30,8	20,0	Tipo IP	
21SAS	31,6	20,0	Tipo IP	
28H	30,6	20,0	Tipo GU	
28HS	31,1	21,0	Tipo GU	
28SA	31,9	20,8	Tipo IP	
28SAS	32,5	21,0	Tipo IP	
35H	44,0	21,4	Tipo GU	
35HS	44,4	20,6	Tipo GU	
35SA	44,4	20,4	Tipo IP	
35SAS	40,9	21,0	Tipo IP	
A	33,7	20,8	Tipo GU	Jiménez Lituma, M. I. (2018). <i>Diseño de un sistema de encapsulamiento de pilas en hormigón para el</i> . Trabajo de Titulación, Universidad San Francisco de Quito, Quito.
B	52,3	21,2	Tipo GU	
C	36,6	18,6	Tipo GU	
D	57,3	21,6	Tipo GU	
H21	22,0	18,6	Tipo IP	Cabrera, H. X. (2014). <i>MÓDULO DE ELASTICIDAD DE HORMIGONES DE PESO NORMAL EMPLEADOS EN EL ECUADOR f_c: 21, 24, 28, 35 MPa</i> . Trabajo de titulación, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
H24	25,3	19,0	Tipo IP	
H28	28,6	20,6	Tipo IP	
H21	21,8	18,0	Tipo IP	
h24	25,0	19,2	Tipo IP	
h28	28,7	20,8	Tipo IP	
h35	35,9	23,0	Tipo IP	
h21	21,6	18,0	Tipo IP	
h24	25,9	19,8	Tipo IP	
h28	30,5	21,8	Tipo IP	
h35	36,7	23,8	Tipo IP	
M210	20,7	19,0	Tipo IP	Sánchez, J. (2013). <i>La resistencia a la compresión del hormigón y su influencia en el módulo de elasticidad estático en el cantón ambato, provincia de Tungurahua</i> . Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
M240	23,9	20,4	Tipo IP	
M280	27,9	22,4	Tipo IP	
H350	34,8	22,6	Tipo IP	Laboratorio de Materiales de Construcción USFQ, (s/f)
H450	43,5	22,8	Tipo IP	
SAP	29,1	17,0	Tipo GU	Pauca Pauca, M. A., & Secasari Luzpa, G. S. (2017). <i>CARACTERIZACIÓN DEL MÓDULO ESTÁTICO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN A PARTIR DE PRUEBAS A COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS CILÍNDRICAS CON DIFERENTES AGREGADOS DEL CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA. TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL</i> , Universidad Central Del Ecuador, Quito.
G	29,9	22,0	Tipo GU	
San roque	30,7	16,4	Tipo IP	Coro, M. (2014). <i>Determinación del Módulo de Rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la cantera San Roque, para $f_c > 28$ MPa</i> . Universidad Central Del Ecuador, Quito.
Ramírez	27,6	26,4	Tipo IP	Avila, F. (2014). <i>Determinación del Módulo de Rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la cantera Ramirez, para $f_c = 28$ MPa</i> . Universidad Central del Ecuador, Quito
180 Sin Fibra	22,3	17,2	Tipo GU	Quedraogo Guayasamin, I. S., & Zapata Mera, J. O. (2014). <i>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE VIDRIO E INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE FIBRA ADICIONADO</i> . Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
210 Sin Fibra	21,7	17,8	Tipo GU	
280 Sin fibra	32,9	20,2	Tipo GU	

TABLA 20 Valores del módulo de elasticidad.
FUENTE: (Jimenez, 2018).

Donde se tomaron las muestras más usuales en el Ecuador y se realizaron nuevos ensayos.

2.24.2 METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN ECUADOR

Se utilizó para su dosificación cemento Selva Alegre TIPO IP, para la conformación del hormigón en general y cumple con la normativa ASTM C595, donde sus agregados utilizados fueron materiales de la mina de Pífo a excepción del agregado fino para la mezcla que se obtuvo de ADELCA.

Para la mezcla se utilizó la norma ASTM C 192/C192-16, donde posteriormente estos fueron ensayados, dando como resultados finales.

E_c = factor * raíz f'_c .

Donde:

E_c = Módulo estático de elasticidad del hormigón.

f'_c = Resistencia especificada a la compresión del hormigón (Kg/cm²).

$E_c = 12400.00$ (Para f'_c en Kg/cm²).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 CONCEPTO DEL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Como concepto fundamental la metodología de investigación es la definición de procedimientos por medio de la cuales se investiga el objeto del estudio.

Dando como resultado final la obtención de un nuevo conocimiento, mediante la ayuda de la teoría científica.

3.2 METODOLOGÍA UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN

La metodología utilizada para la investigación, se basa en la revisión de los diferentes textos y folletos, donde se tengan la información relevante sobre la vulnerabilidad sísmica, normativa vigente, y patologías más comunes de las construcciones en la ciudad de Quito, para tener en claro la problemática existente en el tema propuesto y desarrollarlo, y posteriormente se ingresara a campo, con la finalidad de realizar el análisis visual general de la comuna “Oyambarillo” ubicada en la parroquia Tababela, Quito-Ecuador, con la finalidad de tomar una manzana localizada en el sector, y que cumpla con la tipología de las viviendas existentes, donde se realizó la encuesta para posteriormente el llenado de la ficha técnica del análisis visual de inspección rápida de la norma NEC 2015, con los resultados obtenidos se toma una vivienda, con el fin de realizar el ensayo no destructivo mediante el uso del esclerómetro, y conocer la resistencia del hormigón, los cuales serán ingresados en el programa para su modelamiento en el programa SAP 2000.

3.3 CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR EN ESTUDIO

3.3.1 DESCRIPCIÓN GEOGRÁFICA

El sector en estudio se encuentra rodeado en sus cabeceras por parroquias suburbanas y rurales del Distrito Metropolitano de Quito DMQ. La parroquia en estudio se encuentra ubicada al nororiente de Quito con una superficie aproximada de 21,1 km², la cota de altura aproximada en la que se encuentra es de 2.647 m, con una población aproximada de 6,500 habitantes, en su gran mayoría pertenecen y son nativos del sector, la parroquia de Tababela está constituida actualmente por 22 barrios y 4 comunas (Andrade, 2019).

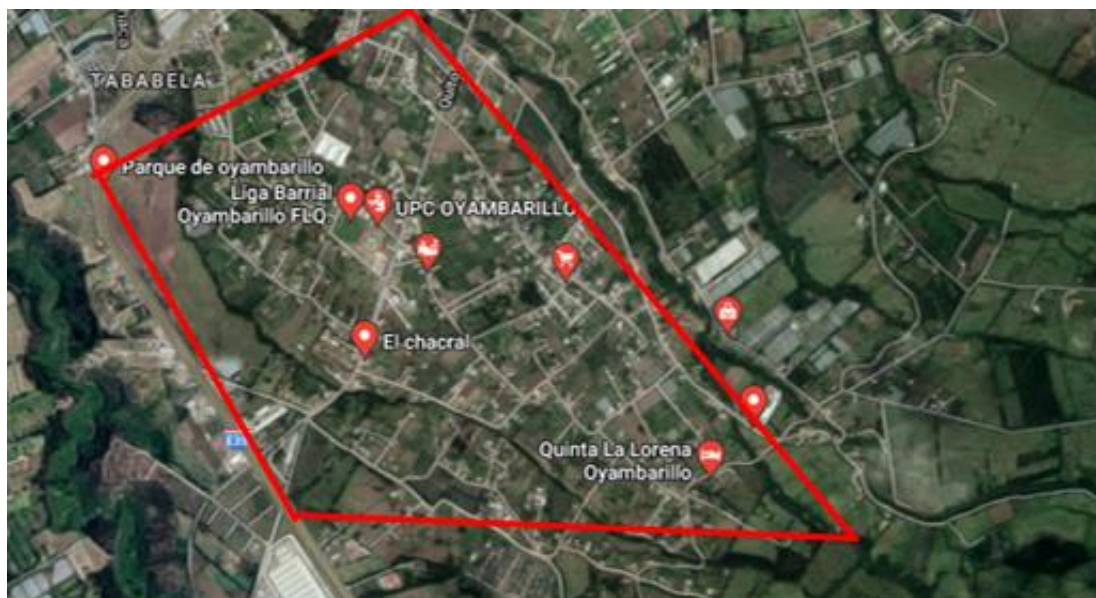


FIGURA 27 Imagen de la comuna "Oyambarillo".
FUENTE: (Pauca, 2021).

3.4 UBICACIÓN DE LA MANZANA EN ESTUDIO

La manzana en estudio se encuentra ubicada entre la avenida principal Jesús de Nazareth y Casiopea donde se encontró la existencia de viviendas de uso residencial.

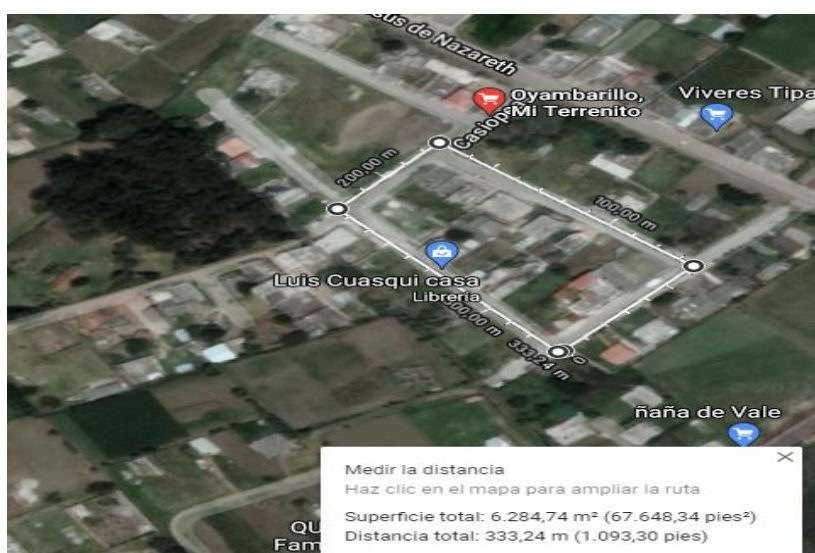


FIGURA 28 Ubicación de la manzana en estudio.
FUENTE: (Pauca, 2021).

3.5 FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE ENCUESTA

Para la realización de la encuesta en el sector se tomó el siguiente formato mostrado en la siguiente figura.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	
N.-Piso:	
N.-Casa:	
Antigüedad de construcción:	
Referencia básica visual de la edificación:	
Realizado por:	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos? SI ☐ NO ☐	
2. Su vivienda tiene planos estructurales? SI ☐ NO ☐	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor? Profesional ☐ Maestro Constructor ☐	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa? SI ☐ NO ☐ Dimensión: _____ Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: ____ VIVIENDA	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura. SI ☐ NO ☐ Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda. Especifique: ____ HUMEDAD	

FIGURA 29 Encuesta de vulnerabilidad sísmica.
FUENTE: (Pauca, 2021).

3.5.1 EJEMPLO DEL LLENADO DE LA ENCUESTA

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>SEA ALVARO TORO</u>	
N.-Piso: <u>2</u>	
N.-Casa: <u>202-209</u>	
Antigüedad de construcción: <u>5 Años</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>Casa en Dora Bays</u>	
Realizado por: <u>Gonzalo Pauca</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos? SI ☐ NO ☒	
2. Su vivienda tiene planos estructurales? SI ☐ NO ☒	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor? Profesional ☐ Maestro Constructor ☒	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa? SI ☒ NO ☐ Dimensión: <u>1.5 x 1.5 m</u> Profundidad: <u>1 m</u>	
5. Uso de la edificación: <u>Residencia</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura. SI ☐ NO ☒ Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda. Especifique: <u>Fugas</u>	

FIGURA 30 Llenado de la encuesta.
FUENTE: (Pauca, 2021).

3.5.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA.

La manzana en estudio cuenta con la existencia de 14 edificaciones las cuales sirven como viviendas y locales comerciales, las cuales se encuentran como anexos 1 en la parte inferior de la presente tesis.

Donde se obtuvo los siguientes resultados en base a cada una de las preguntas y sus valores se tabularon en el programa Excel, obteniendo los siguientes resultados.

1. ¿Su vivienda tiene planos arquitectónicos?

Se obtuvo que la mayoría de las viviendas no tiene planos arquitectónicos como se observa en la tabla que se presenta, por lo que se recomendaría realizarlos para no tener problemas al momento de la construcción y cumplir la norma vigente.



TABLA 21 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 1.
FUENTE: (Paucar, 2021).

2. ¿Su vivienda tiene planos estructurales?

Se obtuvo que la mayoría de las viviendas no tiene planos estructurales como se observa en los resultados de la tabla, Se puede acotar que este tipo de informalidad se tiene por el bajo control técnico por parte de los gobiernos de turno.



TABLA 22 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 2.
FUENTE: (Pauca, 2021).

3. ¿La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?

Se obtuvo que en la totalidad de las viviendas son construidas por el maestro constructor, dando así que le sector tenga mayor vulnerabilidad. Ya que no fueron construidas por un profesional.



TABLA 23 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 3.
FUENTE: (Pauca, 2021).

4. ¿Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?

Se obtuvo que la mayoría de las construcciones en estudio no tiene conocimiento de cómo se realizó la cimentación, dando así lugar a que no se realizó un estudio de suelo previo a la ejecución de las viviendas.



TABLA 24 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 4.
FUENTE: (Pauca, 2021).

5. ¿Qué uso tiene la edificación?

El uso fundamental de las edificaciones del sector son en su mayoría viviendas unifamiliares, y la existencia de pocos locales comerciales.



TABLA 25 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 5.
FUENTE: (Pauca, 2021).

6. ¿Se ha realizado un reforzamiento en la estructura?

Con respecto a los resultados obtenidos en la mayoría de las viviendas no se ha realizado ningún tipo de reforzamiento estructural.



TABLA 26 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 6.
FUENTE: (Paucar, 2021).

7. ¿Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda?

Se obtuvo que las viviendas en un porcentaje elevado tienen patologías comunes como son grietas y fisuras, humedad como se observa en la gráfica.

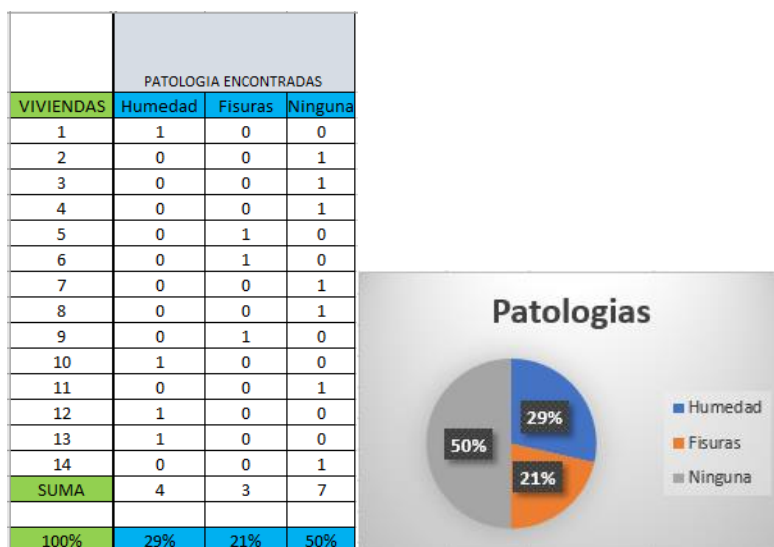


TABLA 27 Resultados que se obtuvo con respecto a la pregunta 7.
FUENTE: (Paucar, 2021).

3.6 RESULTADOS DE LA TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDAS EXISTENTES

Las tipologías más comunes de las viviendas encontradas en el lugar de estudio fueron, viviendas de una planta con cubiertas de Eternit, y losas planas de hormigón armado con vigas banda, y columnas de hormigón armado.

Cabe mencionar que este tipo de sistema se utiliza en gran parte de la población por ser construidas de manera fácil, y al realizar su armado presenta facilidad al encofrar y desencofrar tanto las columnas como en su losa.

3.6.1 TIPOLOGÍAS DE VIVIENDAS CON CUBIERTA DE ETERNIT



FIGURA 31 Sistema estructural de Eternit.
FUENTE: (Pauca, 2021).

3.6.2 TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL CON LOSAS PLANAS



FIGURA 32 Tipologías de viviendas de losas planas.
FUENTE: (Pauca, 2021).

3.7 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA UTILIZANDO LA NORMA NEC 2015

Fundamentalmente se basó en la recopilación de datos mediante la observación visual de la edificación desde el exterior, y de ser posible en su interior, también en el formulario se puede encontrar un espacio exclusivo para la documentación e identificación de la estructura, tamaño, fotografía, y documentos de los datos pertinentes con el rendimiento sísmico para cada una de las edificaciones.

Mediante el análisis de inspección rápido se tiene como objetivo el cálculo de una puntuación, que al final del llenado nos indica el desempeño sísmico esperado de dada una de las edificaciones.

Donde se puede catalogar los resultados obtenidos de la siguiente manera.

Donde sí la edificación recibe un puntaje alto es decir con valor mayor ponderado que se encuentra en la hoja de datos del FEMA P-154, Y NEC 2015 será considerado que la vivienda tiene una resistencia sísmica adecuada donde esta no se verá afectada a pesar de que ocurra un terremoto, por lo que se menciona que la puntuación que reciben las viviendas se observa o refleja la probabilidad de colapso o colapso parcial, el cual no garantiza que la vivienda sea utilizable después de la ocurrencia de un terremoto.

3.7.1 CONSIDERACIÓN A SER TOMADO EN CUENTA PARA LA EVALUACIÓN

3.7.1.1 Tipología del sistema estructural

Se debe determinar el tipo de estructura de acuerdo al formato identificado por los códigos, tomando en cuenta que cada tipo de estructura corresponderá un valor diferente que determinará la probabilidad de daño.

Tipo	Código	Puntaje básico
Madera	W1	4.4
Mampostería sin refuerzo	URM	1.8
Mampostería reforzada	RM	2.8
Mixta acero-hormigón o mixta madera-hormigón	MX	1.8
Pórtico de hormigón armado	C1	2.5
Pórtico de hormigón armado con muros estructurales	C2	2.8
Pórtico de hormigón armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	1.6
Hormigón armado prefabricado	PC	2.4
Pórtico acero laminado	S1	2.6
Pórtico acero laminado con diagonales	S2	3.0
Pórtico acero doblado en frío	S3	2.0
Pórtico acero laminado con muros estructurales hormigón	S4	2.8
Pórtico acero con paredes de mampostería de bloque	S5	2.0

FIGURA 33 Tipología de sistema estructural.
FUENTE: (NEC 2015).

3.7.1.2 Altura

No se consideran alturas menores a 4 pisos pues se consideran que estas edificaciones no generan grandes riesgos frente a un sismo leve.

PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA	CALIFICACIÓN DE ACUERDO A LA TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Baja altura (menor a 4 pisos)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	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	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	

FIGURA 34 Calificación de acuerdo a la altura de la edificación.
FUENTE: (NEC 2015).

3.7.1.3 Irregularidades

Las diferentes irregularidades tanto vertical como en planta toman los siguientes valores.

PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA	CALIFICACIÓN DE ACUERDO A LA TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Irregularidad vertical	-2.5	-1.0	-1.0	-1.5	-1.5	-1.0	-1.0	-1.0	-1.0	-1.5	-1.5	-1.0	-1.0	
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	

FIGURA 35 Calificación de acuerdo a la irregularidad de la edificación.
FUENTE: (NEC 2015).

3.7.1.4 Código de la construcción

PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA	CALIFICACIÓN DE ACUERDO AL SISTEMA ESTRUCTURAL													
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Pre-código moderno (construido antes de 1977) o auto construcción	0.0	-0.2	-1.0	-1.2	-1.2	-1.0	-0.2	-0.8	-1.0	-0.8	-0.8	-0.8	-0.2	
Construido en etapa de transición (desde 1977 pero antes de 2001)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1.0	N/A	2.8	1.0	1.4	2.4	1.4	1.0	1.4	1.4	1.0	1.6	1.0	

FIGURA 36 Calificación de acuerdo al código de la construcción de la edificación.
FUENTE: (NEC 2015).

3.7.1.5 Suelo

De acuerdo al mapa de microzonificación sísmica que se menciona en el capítulo 2, se tiene como resultado que el tipo de suelo que pertenece al sector de estudio es un suelo tipo D.

PARÁMETROS DE LA ESTRUCTURA	CALIFICACIÓN DE ACUERDO AL SISTEMA ESTRUCTURAL													
	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Tipo de suelo C	0.0	-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	-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	-0.8	-0.4	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	

FIGURA 37 Calificación de acuerdo a tipo de suelo del edificio.
FUENTE: (NEC 2015).

3.8 PONDERACIÓN Y/O PUNTAJE FINAL Y GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Se realiza la definición del nivel de vulnerabilidad de la estructura tomando en cuenta el resultado final, la cual se la cuantifica mediante la suma de los valores obtenidos, dando así el resultado (S) del puntaje final.

Obteniendo así:

$S < 2,0$ Alta vulnerabilidad, requiere una evaluación especializada.

$2,0 \leq S \leq 2,5$ Tiene una vulnerabilidad media.

$S > 2,5$ Posee una vulnerabilidad baja.

3.9 Resultados obtenidos del análisis de las viviendas mediante el formulario NEC 2015.

Análisis de vulnerabilidad			
Numero de casas	Alta	media	baja
1	0,0	1,0	0,0
2	1,0	0,0	0,0
3	0,0	1,0	0,0
4	0,0	1,0	0,0
5	0,0	1,0	0,0
6	0,0	1,0	0,0
7	0,0	1,0	0,0
8	1,0	0,0	0,0
9	1,0	0,0	0,0
10	1,0	0,0	0,0
11	1,0	0,0	0,0
12	1,0	0,0	0,0
13	0,0	1,0	0,0
14	0,0	1,0	0,0
SUMATORIA	6,0	8,0	0,0
100%	43%	57%	0%

TABLA 28 Resultados de vulnerabilidad.
FUENTE: (Paucar, 2021).

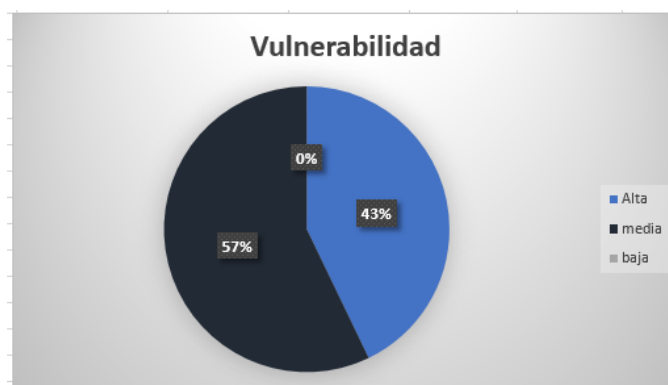


FIGURA 38 Diagrama de pastel de vulnerabilidad.
FUENTE: (Paucar, 2021)

Donde una vez realizado el análisis se puede verificar que las viviendas del sector son propensas a sufrir fuertes daños al producirse un sismo, dando como resultado los siguientes valores.

- El 43% equivalente en número de viviendas total a 6, se encuentran con un nivel de vulnerabilidad alto.
- EL 57% equivalente en número de viviendas total a 8 se encuentran con la vulnerabilidad media.

Las hojas del formulario del análisis en mención se encuentran en la parte inferior de la presente tesis con el nombre de anexos 2.

Cabe tomar en cuenta que estos formularios se los coloca en manera de ejemplos del llenado de la ficha técnica.

Donde se toma como resultado final que todas las edificaciones se encuentran catalogadas que tiene una alta vulnerabilidad sísmica en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC2015, por ser construidas de manera informal ya que estas no cumplen cálculos básicos de sismo resistencia que son elaborados por un profesional en la construcción.

3.10 UBICACIÓN DE LA VIVIENDA EN ESTUDIO

La estructura escogida para el estudio técnico se encuentra ubicada en la comuna “Oyambarillo” en el sector de la urbanización “Mi Terrenito” lote sin numeración(S/N), cuya construcción se inició en el año 2011, esta vivienda se encuentra ubicada entre la avenida principal Jesús de Nazareth y Casiopea.



FIGURA 39 Ubicación de vivienda google maps.
FUENTE: (Paucar, 2021).



FIGURA 40 Fachada frontal de la vivienda en estudio.
FUENTE: (Paucar, 2021).

3.10.1 DESCRIPCIÓN DE SISTEMA ESTRUCTURAL

La estructura de la edificación consiste en un sistema estructural de dos plantas, con losas planas, vigas banda, y columnas de hormigón armado; en los cuales se puede observar que sus pórticos están rellenos con mampostería de bloque no reforzado, el área de la planta baja es 80 m², siendo similar la primera planta, dando así un área total de la construcción de 160 m², su configuración en planta es rectangular, y su altura es de 5,04 m.

3.10.2 CIMENTACIÓN

Se desconoce el tipo de cimentación existente.

3.10.3 COLUMNAS

Los resultados que se obtuvieron en el levantamiento planimétrico para las columnas fueron de 20 x 30 cm rectangulares, y la existencia de 12 columnas similares.

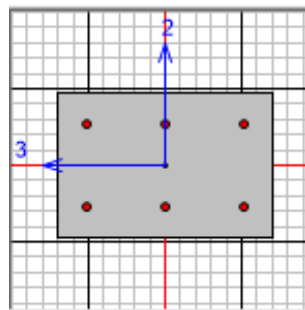


FIGURA 41 Columna en programa SAP 2000.

FUENTE (Paucar, 2021).

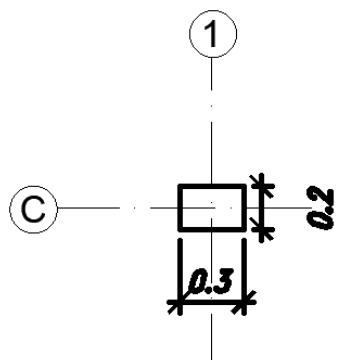


FIGURA 42 Columna de 20cm x30cm.

FUENTE: (Paucar, 2021).

3.10.4 VIGAS

En la realización del levantamiento en campo se pudo observar que las vigas de la vivienda son vigas bandas de 20 cm de altura con 30 cm de sección transversal.

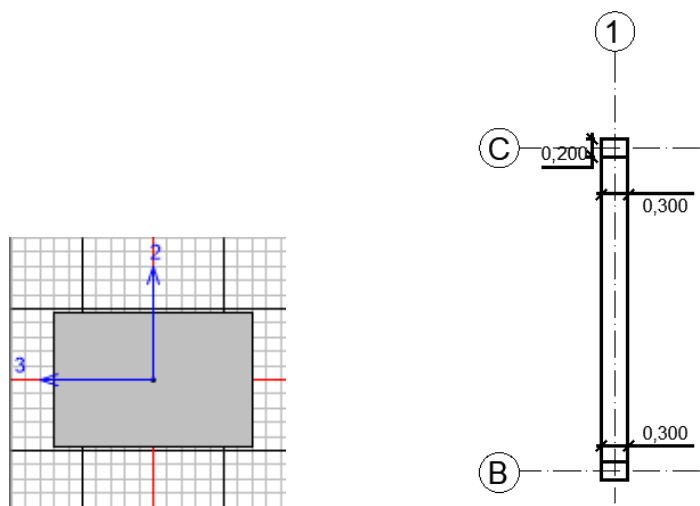


FIGURA 43 Vigas de 20 cm x 30 cm.
FUENTE: (Paucar, 20201).

3.10.5 LOSAS

Las estructuras de las losas se realizaron con un espesor de 20 cm.

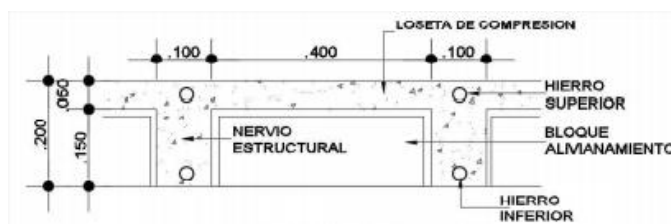


FIGURA 44 Armado de losa.
FUENTE: (Estrada, 2019).

3.11 DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA ESTRUCTURA EN ESTUDIO NEC 2015

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES																
		DATOS DE LA EDIFICACIÓN Dirección: <u>Av. Juan de Huamán y Teresa Carrasco</u> Nombre de la edificación: <u>SEOL RUMI, ALICIA</u> Sitio de referencia: <u>Casa la Plaza 605</u> Tipo de suelo: <u>Tipo 2</u> Fecha de evaluación: <u>21/05/2021</u> Año de construcción: <u>2011</u> Año de remodelación: <u>6/2021</u> Área de construcción: <u>130.42</u> Número de pisos: <u>2</u> DATOS DEL PROFESIONAL Nombre del evaluador: <u>Gerardo Parra</u> C.I.: <u>1719994343</u> Registro SENESCYT:														
		TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
		Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1									
		Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonal	S2									
		Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3									
Mixto-Acero-hormigón o máh, madera-hormigón	ME	Pórtico H. Armado con muros estructurales de hormigón armado	PC	Pórtico Acero con paredes mamposte	S5											
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S																
Tipología del sistema estructural		URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5			
Puntaje básico		4.4	1.8	2.8	1.8	2.3	2.8	1.6	2.4	3.6	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	0.2	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	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-1.5	-1	-1	-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 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	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6		
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 SÍSMICA																
S < 2.0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial														
2.0 > S > 2.5		Medio vulnerabilidad										X				
S > 2.5		Baja vulnerabilidad														
OBSERVACIONES:																

FIGURA 45 Evaluación rápida.

FUENTE: (Pauca, 2021).

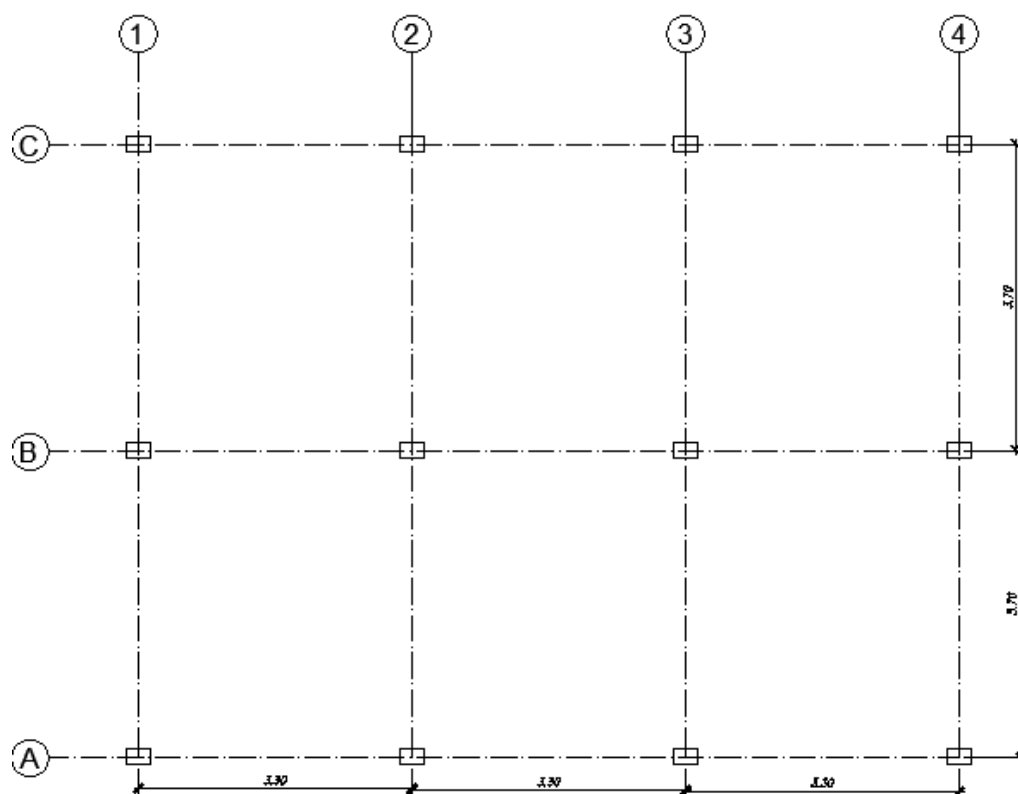


FIGURA 46 Vista en planta de la vivienda en estudio.

FUENTE: (Paucar, 2021).

3.11.1 RESULTADO DEL PUNTAJE OBTENIDO DEL FORMULARIO DE INSPECCIÓN RÁPIDA DE LA VIVIENDA

Mediante el método de inspección rápido del formulario NEC 2015 para el estudio se obtuvo como resultado, una vivienda **C1**, es decir una edificación con pórticos de hormigón resistentes a momento.

Dando como resultado que la vivienda tiene una alta vulnerabilidad sísmica, específicamente por no cumplir requisitos mínimos de sismo resistencia que especifica la norma.

3.11.2 PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES IDENTIFICADAS

En la vivienda se pudo encontrar tanto en el interior como el exterior que no existen patologías significativas por ser una vivienda de forma rectangular en planta y en elevación su pórtico se mantiene.

3.12 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA VIVIENDA

3.12.1 CARACTERÍSTICAS Y ANÁLISIS DE LOS MATERIALES

Para conocer las características de los materiales se realizó el ensayo no destructivo mediante el uso del esclerómetro con el fin de no producir daños en la vivienda por ser propiedad privada, el ensayo en mención se lo realiza con el fin de obtener las propiedades de resistencia del hormigón para su posterior modelamiento en el programa computacional SAP 2000.

3.12.2 HORMIGÓN UTILIZADO EN SITU

Se tiene el conocimiento por medio de los dueños de la vivienda que la construcción se elaboró en una sola etapa, y él fue desarrollo en Situ, sin un control técnico requerido o apropiado para una correcta dosificación, por lo que se tiene como resultado que el hormigón no es homogéneo en todos sus elementos estructurales al realizarse en ensayo.

3.12.3 FACTIBILIDAD DEL ENSAYO

El ensayo es muy utilizado ya que economiza costos es rápido de realizarlo y no se afecta al sistema estructural de la vivienda en estudio, mediante este método se analiza elementos estructurales de hormigón.

3.12.4 PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Para la realización de este ensayo se debe procurar que el martillo de rebote este perpendicular al elemento que se va a ensayar mediante la ayuda de un nivel, pudiendo ser cualquier elemento de la estructura como, una viga, una losa, o las columnas, donde una vez que se realiza el paso mencionado se oprime el percutor hasta que este sea impulsado por un resorte donde el martillo choca con el elemento y rebotar, cuando sucede esto se aplica la detención con el botón de seguro, con el objetivo de obtener una lectura que se impulsa mediante una aguja que se moverá en una escala graduada mostrando así su medida.



FIGURA 47 Ensayo con esclerómetro.

FUENTE: (Paucar, 2021).

3.13 DATOS Y RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO EN COLUMNAS Y VIGAS

Una vez que se obtiene los datos en el formulario se procede a la tabulación de los mismos en la una hoja electrónica de Excel, cabe mencionar que los datos recopilados se deben hacer con un mínimo de 10 disparos para cada elemento estructural en estudio.

Dando a conocer la documentación mencionada se tiene como respaldo en la parte inferior de la presente tesis como anexos 3.

Los resultados obtenidos se tabularon mediante la corrección por edad para el hormigón y sus respectivas unidades en kg/cm².

Obteniendo los siguientes valores en columnas para la planta baja.

Columna lateral derecha planta baja 1-A													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	F'CEn PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	Formula Japonf'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad(tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	32	29,8	2,2	23	5,96	Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3000	210,92	203,26	0,63	3000	128,06
2	30		0,2										
3	32		2,2										
4	30		0,2										
5	28		-1,8										
6	28		-1,8										
7	30		0,2										
8	28		-1,8										
9	28		-1,8										
10	32		2,2										

TABLA 29 Datos de la columna 1-A.

FUENTE: (Paucar, 2021).

Columna Central Planta baja 2-B													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	30	30	0	23	6	Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3000	210,92	205,86	0,63	3000	129,69
2	28		-2										
3	28		-2										
4	30		0										
5	28		-2										
6	30		0										
7	32		2										
8	32		2										
9	30		0										
10	32		2										

*TABLA 30 Datos de la columna 2-B.
FUENTE: (Paucar, 2021).*

Columna lateral izquierda planta baja 1-D													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	28	29,2	-1,2	23	5,84	Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	2900	203,89	195,47	0,63	3000	123,14
2	30		0,8										
3	28		-1,2										
4	30		0,8										
5	28		-1,2										
6	30		0,8										
7	30		0,8										
8	28		-1,2										
9	28		-1,2										
10	32		2,8										

*TABLA 31 Datos de la columna 1-D.
FUENTE: (Paucar, 2021).*

Los valores para las vigas de la planta baja son.

Análisis de la viga eje 1 Tramo A-B Planta Baja													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	40	41,4	-1,4	23	8,28	Esp. Libre mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	4300	302,32	353,96	0,63	3000	223,00
2	42		0,6										
3	42		0,6										
4	43		1,6										
5	42		0,6										
6	42		0,6										
7	40		-1,4										
8	41		-0,4										
9	40		-1,4										
10	42		0,6										

*TABLA 32 Datos de la Viga A-B.
FUENTE: (Paucar, 2021).*

Análisis de la viga eje D Tramo 2-3 Planta Baja													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	40	41,6	-1,6	23	8,32	Esp. Libre mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	4500	316,38	356,56	0,63	3000	224,63
2	42		0,4										
3	42		0,4										
4	42		0,4										
5	40		-1,6										
6	42		0,4										
7	42		0,4										
8	42		0,4										
9	42		0,4										
10	42		0,4										

*TABLA 33 Datos de la Viga D2-3.
FUENTE: (Pauca, 2021).*

De la misma manera se procede a realizar la corrección por edad para obtener las resistencias del hormigón para la primera planta.

Siendo los siguientes valores para las columnas.

Columna izquierda Primer Piso 2-B													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	28	30	-2	23	6	Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3000	210,92	205,86	0,63	3000	129,69
2	30		0										
3	32		2										
4	30		0										
5	28		-2										
6	32		2										
7	28		-2										
8	30		0										
9	32		2										
10	30		0										

*TABLA 34 Datos de la columna 2-B.
FUENTE: (Pauca, 2021).*

Columna inferior derecha Primer Piso 3-D													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	30	30,2	-0,2	23	6,04	Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3050	214,44	208,46	0,63	3000	131,33
2	28		-2,2										
3	34		3,8										
4	28		-2,2										
5	28		-2,2										
6	34		3,8										
7	28		-2,2										
8	28		-2,2										
9	30		-0,2										
10	34		3,8										

*TABLA 35 Datos de la columna 3-D.
FUENTE: (Pauca, 2021).*

Columna Derecha Primer Piso 2-D													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	30	30,6	-0,6	23	6,12	Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3100	217,95	213,66	0,63	3000	134,60
2	32		1,4										
3	34		3,4										
4	28		-2,6										
5	28		-2,6										
6	28		-2,6										
7	30		-0,6										
8	32		1,4										
9	30		-0,6										
10	34		3,4										

TABLA 36 Datos de la columna 2-D.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Los valores para las vigas de la primera planta son.

Análisis de la viga eje 2 Tramo A-B Primer Piso													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	38	38,5	-0,5	23	7,7	Esp. Libre mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	3900	274,20	316,29	0,63	3000	199,26
2	40		1,5										
3	38		-0,5										
4	38		-0,5										
5	40		1,5										
6	38		-0,5										
7	40		1,5										
8	37		-1,5										
9	38		-0,5										
10	38		-0,5										

TABLA 37 Datos de la Viga 2 A-B.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Análisis de la viga eje C Tramo 2-3 Primer Piso													
ELEMENTOS				CALCULOS									
Numero de mediciones totales en área de prueba	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	T (°C)	Desviación Max aceptable	Espacio de Malla	Inclinación (Grados)	f'c En PSI de la grafica	f'c (kg/cm2)	formula Japon f'c (kg/cm2)	Valor αn (tabla)	factor por edad (tabla)	Correccion por edad f'c (kg/cm2)
1	38	40	-2	23	8	Esp. Libre mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	4000	281,23	335,77	0,63	3000	211,54
2	38		-2										
3	40		0										
4	40		0										
5	42		2										
6	38		-2										
7	42		2										
8	42		2										
9	42		2										
10	38		-2										

TABLA 38 Datos de la Viga C 2-3.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Donde se hace mención que los valores obtenidos para la viga son mayores que las columnas, para la planta baja como en el primer piso de la vivienda, se menciona que para el modelo se utilizaran diferentes valores de la resistencia del hormigón y sus unidades están dadas en kg/cm2.

3.14 RESULTADOS DE RESISTENCIA OBTENIDAS PARA EL HORMIGÓN

	Columnas pb(kg/cm ²)	Vigas pb(kg/cm ²)	Columnas p1(kg/cm ²)	Vigas (kg/cm ²) p1
	128,06	223	129,69	199,26
	129,69	224,62	131,33	211,54
	123,14		134,6	
V. PROME	126,96	223,81	131,87	205,4

TABLA 39 Valores de hormigón para el modelamiento SAP2000.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Con los valores obtenidos de las diferentes resistencias en el hormigón tanto en planta baba como el primer piso, se procede a la realización del modelo en el programa computacional SAP 2000.

CAPITULO IV

MODELACIÓN ESTÁTICO LINEAL

4.1 MODELADO ESTÁTICO LINEAL DE LA VIVIENDA

Se debe tomar en cuenta que el análisis estático lineal es utilizado para calcular los desplazamientos, y fuerzas tanto internas como externas con el fin de determinar la relación demanda capacidad de los elementos, proporcionando una buena aproximación de la capacidad, y dando a conocer una predicción de falla (Estrada, 2019).

Del mismo modo cabe mencionar que este modelo se lo realiza con el fin de la obtención de los desplazamientos máximos esperados durante el sismo de diseño.

Acotando de la misma manera que para nuestro caso no se puede realizar un ajuste en los desplazamientos ya que la estructura se encuentra realizada y actualmente habitada.

La estructura se modela como un sistema de un grado de libertad, con una rigidez elástica lineal, y sus fuerzas de acción sísmica son diseñadas mediante una distribución de fuerzas laterales equivalentes, la cual se determina a partir del espectro de respuesta apropiado, donde las fuerzas y los desplazamientos internos de la estructura se determinan mediante un análisis estático lineal.

4.2 MODELO MATEMÁTICO

Con respecto a la información recolectada para la modelación estructural de la vivienda, se utilizó el programa informático que nos permite realizar el análisis estructural conocido como SAP 2000, por ser uno de los programas tecnológicos para la modelación de diferentes edificaciones, siendo de uso efectivo, el cual se lo puede hacer de una manera rápida, utilizando el métodos de los elementos finitos, el cual nos permite sustentar los valores y variables más importantes que se obtuvo del análisis estático lineal y el modelo estático no lineal, para los cuales los valores matemáticos obtenidos servirán como base para la obtención del análisis de la vivienda.

Con la información de la construcción de los modelos se determinará el comportamiento modal de la estructura.

Parámetros asumidos.

Donde se muestran los siguientes parámetros y valores reales considerados para nuestra vivienda los cuales fueron ingresados para nuestro modelo en el programa computacional SAP 2000.

Elemento	Dimensiones		Area (cm ²)
	a (cm)	b(cm)	
Columnas	30	20	600
Viga	30	20	600

TABLA 40 Dimensiones de las vigas y columnas.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Factor para el cálculo del módulo de elasticidad del hormigón.

Con la finalidad de obtener el valor del módulo de elasticidad para en nuestro estudio se tomó en cuenta el valor que se obtuvo como resultados de diferentes estudios para el Ecuador cuyo valor es.

$E_c = \text{factor} * \text{raíz de } F'c.$

Factor = 12400 kg/cm².

El factor utilizado se encuentra detallado en la parte del capítulo 2, de la presente tesis.

Factor de carga que se aplica para la estructura.

Los factores de carga que se utilizaran para la estructura son calculados mediante el programa computacional Excel dando como resultado los siguientes valores de carga muerta para la planta baja y primera planta.

- Para la planta baja es CP = 379,75 kg/m².

- Para la primera planta es CP = 157,14 kg/m².

4.3 DEFINICIÓN Y RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Los valores de resistencia del hormigón que se ingresaron para el modelo tanto para vigas y columnas en planta baja son:

Valores para la columna y viga de la Planta Baja			
Columna	126,96	kg/cm2	
Viga	223,81	kg/cm2	

TABLA 41 Resistencia para PB.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Así mismo para el primer piso son:

Valores para la columna y viga de la Primera Planta			
Columna	131,87	kg/cm2	
Viga	205,4	kg/cm2	

TABLA 42 Resistencia para P1.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Los valores se ingresan en el modelo del programa SAP 2000.

Tomando en cuenta que en el programa se asume el acero corrugado de grado 60 con un factor f_y de 4200 kg/cm2.

4.4 INGRESO DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MODELO

En la imagen adjunta se puede diferenciar por colores los diferentes valores de resistencia que se obtuvo de los cálculos en programa Excel, tanto para las columnas y en vigas las cuales están ingresadas en el programa SAP 2000.

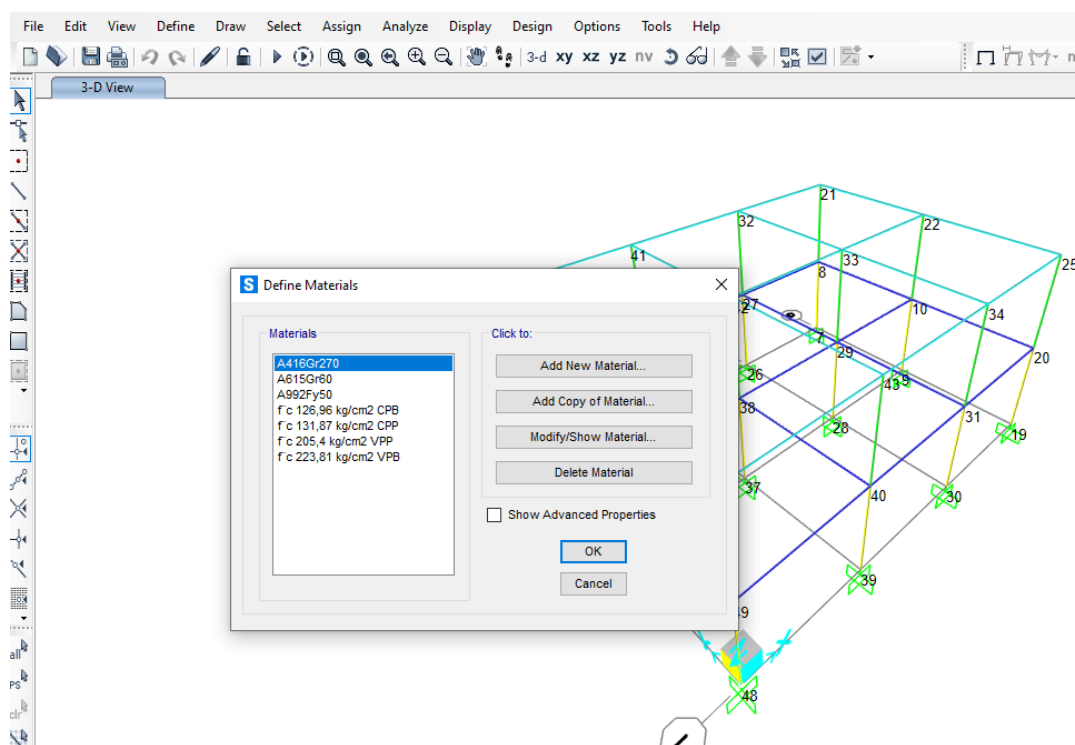


FIGURA 48 Colocación de Valores de cálculo.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Se puede acotar en este punto que los valores de las columnas no alcanzan los valores mínimos requeridos por la norma para la realización de una estructura ya que sus valores son menores a 210 kg/cm².

De la misma manera se hace mención que para las vigas esta cumple con lo requerido por la norma ya que su resistencia supera los 210 kg/cm².

4.4.1 CARGAS CONSIDERADAS.

Carga viva (CV).

Se considera que por tratarse de una vivienda residencia el valor que se utilizara para la carga viva es de 200 kg/cm² este parámetro se obtiene de la norma NEC-SE-CG-2015 (Cargas no sísmicas), la cual será asignado a cada uno de los pisos de la estructura.

Cargas Propio (PP).

El peso propio de la los columnas y vigas es calculado automáticamente por el programa SAP 2000 en función de sus propiedades y secciones de elementos finitos, además este cálculo se lo pude obtener mediante el cálculo en una hoja electrónica del programa Excel, el cual al realizarlos se obtuvo e siguiente valor.

Peso del hormigon armado	2400	kg/m3
Peso del hormigon simple	2200	kg/m3
bloques de alivianamiento 1m2	8	U
Peso del bloque	12	kg
W bloques en losa	96	kg/m2
Wde loseta	120	kg/m2
W del nervio	129,6	
PP=	345,6	kg/m2

TABLA 43 Calculo del Peso propio de la estructura en Excel.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Cálculo de la carga muerta (CM). – Para el cálculo de estimación de esta carga se toma en cuenta todas las cargas de los elementos estructurales que están ubicados sobre el elemento, pudiendo mencionar el peso de la mampostería, y acabados de la vivienda los cuales se realizaron calcularon en el programa Excel y se tomó en cuenta para cada planta de manera independientes dando así los siguientes valores.

Para la planta baja se obtuvo el siguiente valor

PLANTA BAJA		
LONG. TOT. PAREDES	45,00	m
ALTURA PISO	2,32	m
ESPESOR PARED	0,15	m
DENSIDAD PARED BLOQUE	1500	kg/m³
DENSIDAD REC. (ENLUCIDO)	2200,00	kg/m³
ESPESOR ENLUCIDO	0,03	m
PESO MAPOSTERIA(INCL. MORTERO)	23490	kg
PESO ENLUCIDO	6890,4	kg
MAMPOSTERIA TOTAL=	30380,4	kg
ÁREA LOSA =	80	m²
CP	379,755	KG/M2
CM	725,36	kg/m²

TABLA 43 Resultados para la carga muerta de la planta baja.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Para la primera planta se obtuvo el siguiente valor.

PRIMER PISO		
LONG. TOT. PARED	36,00	m
ALTURA PISO	1,2	m
ESPESOR PARED	0,15	m
DENSIDAD PARED BLOQUE	1500	kg/m³
DENSIDAD REC. (ENLUCIDO)	2200,00	kg/m³
ESPESOR ENLUCID	0,03	m
PESO MAPOSTERIA(INCL. MORTERO)	9720	kg
PESO ENLUCIDO	2851,2	kg
MAMPOSTERIA TO	12571,2	kg
ÁREA LOSA =	80	m²
CP	157,14	KG/M2
CM	157,14	kg/m²

TABLA 44 Resultados para la carga muerta de la primera planta.
FUENTE: (Paucar, 2021).

4.4.2 DEFINICIÓN Y RESULTADOS DE LAS SECCIONES

Para vigas y columnas

Una vez realizado el levantamiento planimétrico se conoció su dimensionamiento obteniendo así la siguiente sección tanto para las vigas como las columnas con un dimensionado de 20x30 cm más el armado se lo toma en cuenta mediante la ayuda del programa, ya que no se divisa la distribución del armado de las mismas además se define que las vigas con las que se realizó el trabajo son vigas banda.

Vigas banda.



FIGURA 49 Vigas de 20x 30 cm.
FUENTE: (Paucar, 20121).

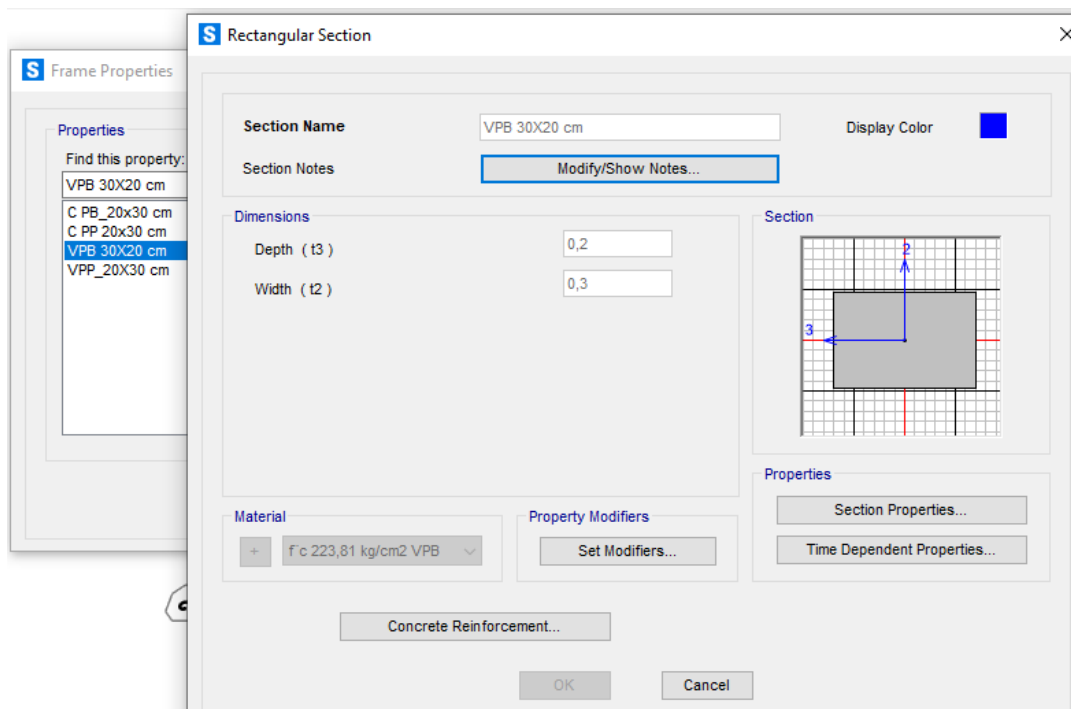


FIGURA 50 Dimensionamiento en el modelo de vigas.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Columnas.



FIGURA 51 Columnas de 20x 30 cm.
FUENTE: (Paucar, 20121).

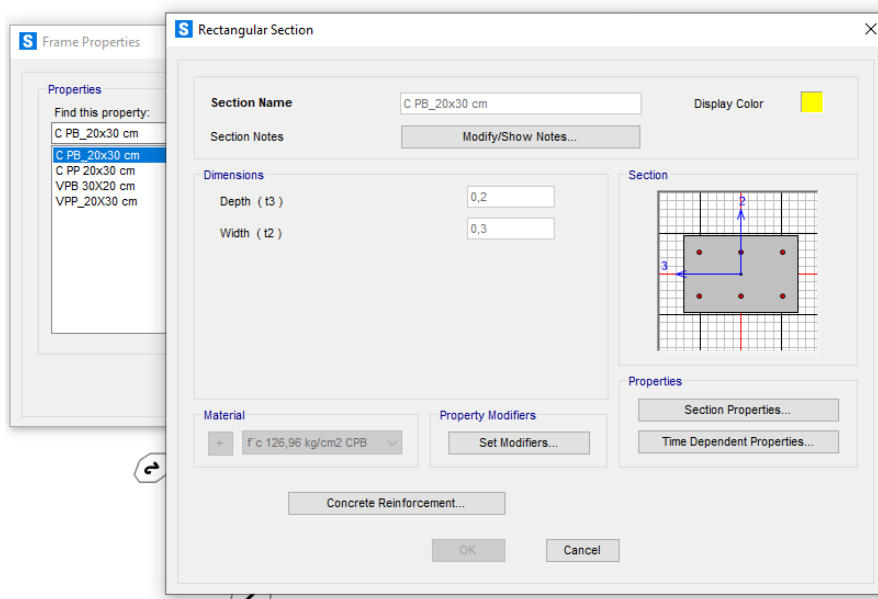


FIGURA 52 Dimensionamiento en el modelo de columnas.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Losa.

De la misma manera para la modelación de la losa en el programa SAP 2000 se la crea como membrana con un recubrimiento de 5 cm para la cual se discretiza entre la viga y la comuna.

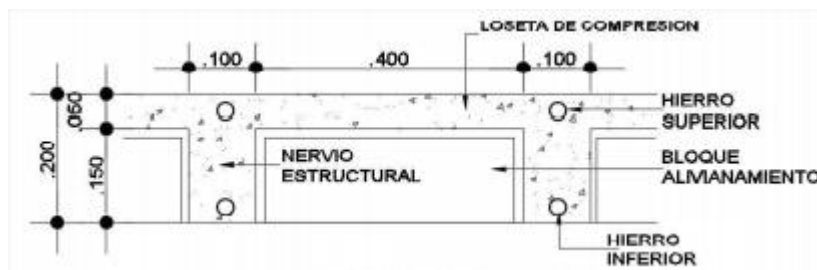


FIGURA 53 Cálculo de losa de 1m2.
FUENTE: (Paucar, 2021).

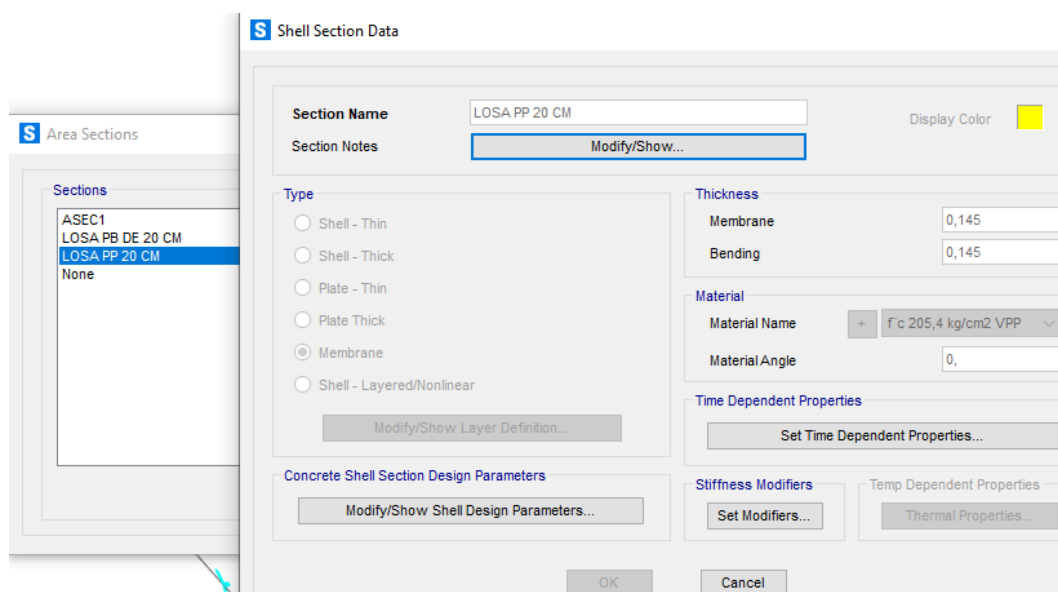


FIGURA 54 Colocación de la membrana para la losa.
FUENTE: (Paucar, 2021).

4.4.3 COMBINACIONES DE CARGAS

Del mismo modo se utilizaron las siguientes combinaciones de cargas para la realización del modelo de acuerdo a la norma donde se consideran las cargas gravitacionales y sísmicas (NEC-SE-DS, 2015).

- 1,2CM + 1,6CV.
- CSERV CM+CV.
- 1,2CM+CV+SX.
- 1,2CM+CV+SY.
- 0,9CM+SX.
- 0,9CM-SX.
- 0,9CM+SY.
- 0,9CM-SY.

- 1,2CM+CV-SX.
- 1,2CM+CV-SY.
- 1,4D.

Donde:

D = Carga permanente.

CV = Carga viva.

CM = Carga muerta o de servicio.

SX = Sismo en dirección x.

SY = Sismo en dirección y.

Del mismo modo para la estimación de las cargas laterales, se realizó (NEC-SE-DS, 2015) mediante la estimación del cortante basal (V) conforme se establece en la normara NEC 2015 de peligro sísmico para la cual se utiliza la siguiente expresión.

Cortante basal

$$V = \frac{I * Sa}{R * \phi P * \phi E} * W$$

DONDE:

V = Cortante basal de diseño.

I = Coeficiente de importancia.

Sa = espectro de diseño de aceleración.

ϕP y ϕE Coeficiente de configuración en planta y la elevación.

R = factor de reducción de respuesta sísmica.

W = Carga reactiva o peso total de toda la estructura.

Donde como resultado de cálculo un corte basal de **V = 0,397**, el cual se ingresado en el modelo.

En las siguientes tablas se muestra valor del corte basal que se obtuvo de manera matemática.

Periodo	Sa Elastico	Coefficiente basal %
0,71	1,19	0,397

TABLA 46 Datos para el corte basal.
FUENTE: (Pauca, 2021).

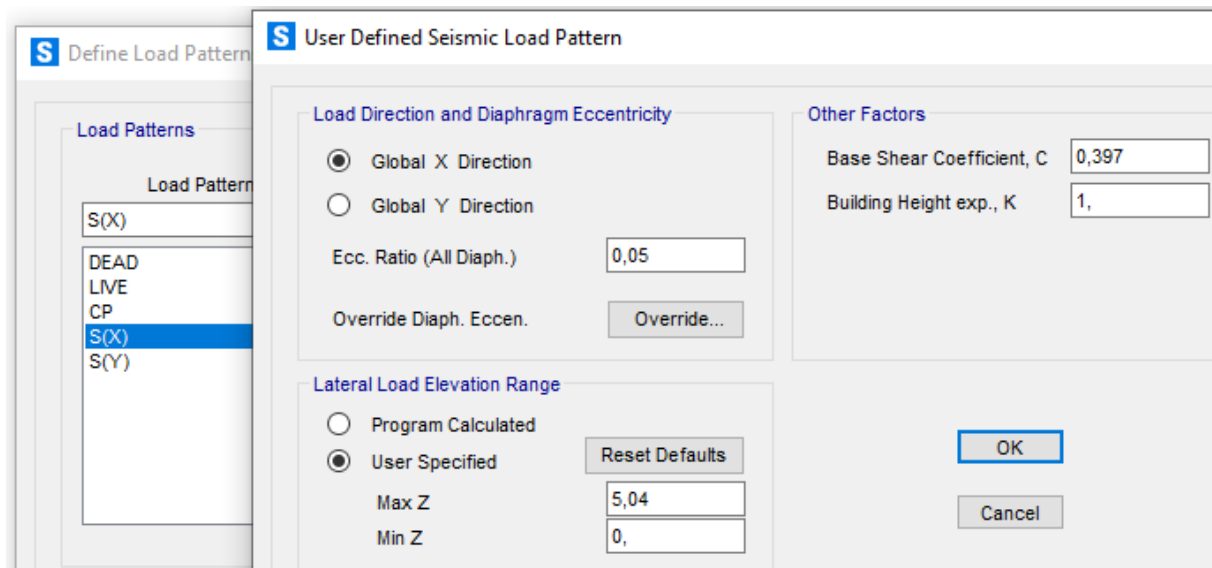


FIGURA 55 Modelo matemático corregido.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Periodo fundamenta de vibración de la estructura.

Como se menciona anteriormente para los diferentes factores de cálculo se utiliza la norma (NEC-SE-DS, 2015), para nuestro estudio se tomó en consideración un pórtico especial de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizados.

$$T = Ct * hn^{\alpha}$$

DONDE:

Ct = Coeficiente que depende del tipo de edificación.

α = Coeficiente que depende del tipo de edificio.

hn = Altura máxima de edificio de n pisos medida desde la base de la estructura (m).

Donde una vez que se reemplaza los valores de la formula en mención se tiene un periodo de **T = 0,236s** mediante la realización del cálculo matemático en el programa computacional Excel, mediante el uso de la siguiente variable.

hn=	5,04	m
Ct	0,055	
α	0,9	

TABLA 45 Valor del periodo (T).
FUENTE: (Pauca, 2021).

Factor de reducción de respuesta sísmica R

Para el estudio se toma un valor de reducción acatando a la norma NEC-SE-DS siendo este un valor de reducción sísmica por tratarse de una vivienda no mayor a dos pisos $R = 3$.

Periodo de vibracion fundamental	
Coeficiente Ct	0,055
Altura maxima del Edificio	5.04
Coeficiente α	0,9
Perido de vibracion Tf	0,13
Periodo limite de vibracion Tc	0,71
Corte Basal de Diseño	
Factor de importancia I	1
Irregularidad en planta Φ_p	1
Irregularidad en elevacion Φ_e	1
Coeficiente de reduccion sismica R	3

TABLA 46 Factores utilizados para el cálculo.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Resultado de la tabla de participación de carga modal del programa SAP 2000.

OutputCase	ItemType Text	Item Text	Static Percent	Dynamic Percent
MODAL	Acceleration	UX	100	100
MODAL	Acceleration	UY	100	100
MODAL	Acceleration	UZ	91,1147	78,9408

TABLA 47 Participación de carga modal.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Con los valores obtenidos se menciona que el modelo se encuentra realizado de una manera correcta.

Periodos de vibración del modelo matemático de la estructura, programa SAP 2000.

CASO	MODO	PERIODO(S)	FRECUENCIA
MODAL	1	0,5898	1,69559
MODAL	2	0,4883	2,04812
MODAL	3	0,4433	2,25563
MODAL	4	0,2053	4,87077
MODAL	5	0,1512	6,61400
MODAL	6	0,1448	6,90549
MODAL	7	0,0504	19,84141
MODAL	8	0,0499	20,03123
MODAL	9	0,0373	26,81875
MODAL	10	0,0373	26,83319
MODAL	11	0,0373	26,84276
MODAL	12	0,0373	26,84295

TABLA 48 Periodos de la estructura.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Con los resultados obtenidos del periodo se puede mencionar que es una estructura dúctil ante la presencia de un evento sísmico, ya que los periodos de vibración se elevados, y estos generalmente se utilizan para construcciones mayores a 5 pisos.

Control de modos de vibración

Generalmente el control del modo de vibración se lo realiza con el objetivo de obtener un adecuado comportamiento modal que se encuentra entrelazado con la masa y la rigidez asociadas al periodo de vibración, ya que la rigidez depende generalmente de los elementos estructurales.

Se concluye que la masa de la estructura está definida ya que todos los elementos construyen la geometría en el modelo.

MODOS DE VIBRACION DE LA VIVIENDA							
CASO	MODO	PERIODO(S)	UX	UY	SUM UX	SUM UY	RZ
MODAL	1	0,589765	0,915	0	0,915	0	0
MODAL	2	0,488253	0	0,878	0,915	0,878	0
MODAL	3	0,443336	0	0	0,915	0,878	0,893
MODAL	4	0,205306	0,085	0	1	0,878	0
MODAL	5	0,151194	0	0,122	1	1	0
MODAL	6	0,144812	0	0	1	1	0,107
MODAL	7	0,0504	0	0	1	1	0
MODAL	8	0,049922	1,73E-09	0	1	1	0
MODAL	9	0,037287	0	4,32E-07	1	1	0
MODAL	10	0,037267	0	0	1	1	0
MODAL	11	0,037254	0	0	1	1	0
MODAL	12	0,037254	2,91E-07	0	1	1	0

TABLA 49 Modelo Matemático Modos de Vibración de la vivienda.
FUENTE: (Paucar, 2021).

En la estructura se puede apreciar que el comportamiento de la estructura en los tres primeros modos de vibración es el adecuado dándonos a conocer así, que su desplazamiento o traslación serán bajos.

Deriva de piso

Para el cálculo de las derivas inelásticas se aplica la siguiente ecuación.

$$\Delta M = 0.75 * R * \Delta E$$

DEZPLAZAMIENTO REF					DEZPLAZAMIENTO			
Altura(cm)	U1	U2	ΔX	ΔY	R	Cte	$\Delta M=0.75*R*\Delta X$	$\Delta M=0.75*R*\Delta Y$
252	10,013	7,441	0,021	0,013	3	0,75	0,0473	0,0293
20	4,411	3,373	0,011	0,011	3	0,75	0,0248	0,0248
240	4,14	3,110	0,014	0,012	3	0,75	0,0315	0,0270

TABLA 50 Resultados de las Deriva de pisos.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Donde se puede mencionar que la deriva de piso no cumple con lo mencionado en la norma (NEC-SE-DS, 2015) siendo menor en los dos sentidos al 2% por ende la estructura presenta una alta vulnerabilidad ante la presencia de un sismo.

Espectro de respuesta de aceleraciones obtenidas

En la siguiente grafica se puede apreciar el espectro que se obtiene de forma matemática al realizar los cálculos en el programa computacional Excel.

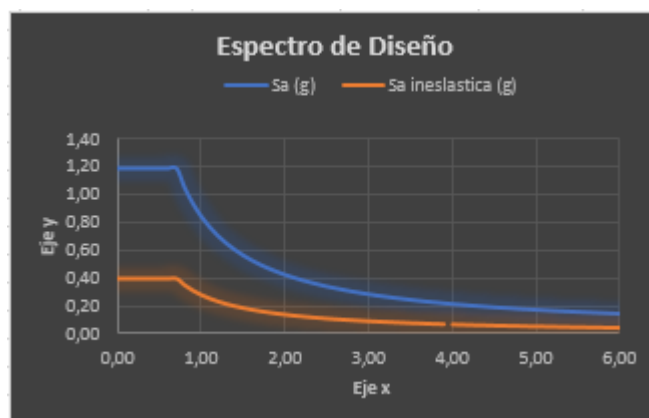


FIGURA 56 Espectro de aceleraciones diseño análisis en Excel.
FUENTE: (Pauca, 2021).

De la misma manera se puede apreciar en el programa SAP 2000 el espectro ya se encuentra definido el espectro de respuesta de modelado espectral de respuesta, de la norma ecuatoriana de la construcción NEC-SE-RE-2015, donde lo fundamental es el ingreso de datos característicos del sitio, y de la estructura, con la particularidad de

ingresar el valor de reducción sísmica R el cual debe ser ingresado con los factores de irregularidad en caso de existir.

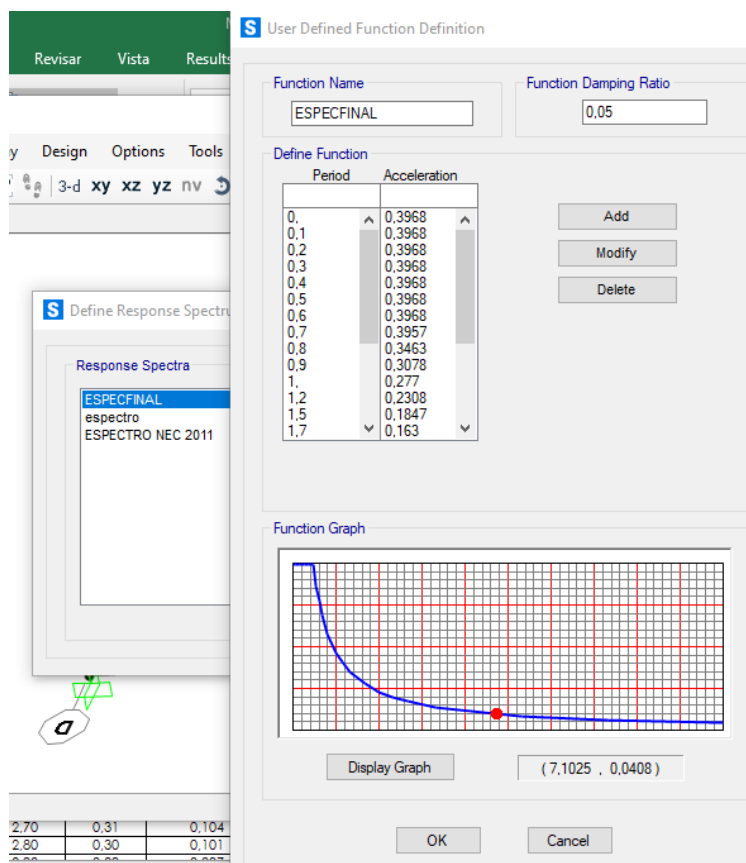


FIGURA 57 Espectro de aceleración del programa.
FUENTE: (SAP, 2000).

4.4.4 ANÁLISIS DEL CRITERIO COLUMNA FUERTE VIGA DÉBIL

Es fundamental el análisis de las uniones más críticas según su ubicación en la estructura.

Donde la norma (NEC-SE-RE, 2015), especifica que para los pórticos de hormigón armado se espera que las rotulas plásticas se formen en los extremos de las vigas para los niveles superiores y en la base de las columnas en los primeros pisos de las estructuras con el fin de salvaguardar la estabilidad de la estructura frente algún evento sísmico de gran intensidad, donde se puede evidenciar por los cálculos de resistencias obtenidas en el ensayo que no se cumple ya que los valores de las columnas son mucho menores que las vigas, sin dar cumplimiento al requerimiento mínimo para una estructura sismo resistente, ya que estos valores no alcanzan el valor mínimo requerido que establece la norma por lo que la estructura ante un evento sísmico colapsara.

CAPITULO V

MODELACIÓN ESTÁTICO NO LINEAL

5.1 MODELAMIENTO ESTÁTICO NO LINEAL (PUSHOVER)

Del mismo modo, para la realización del modelo de la estructura se utilizará el programa SAP 2000 modelo no lineal para la evaluación de la estructura de la vivienda de dos plantas, de hormigón armado, tomando en cuenta que las características de resistencia y las dimensiones de los materiales estructurales que están presentes en la construcción, las cuales son similares al diseño lineal.

Tomando en consideración que para el análisis no lineal se tomara en cuenta los efectos $P\Delta$ descritos en la (NEC-SE-DS, 2015).

El análisis en mención también se lo conoce como modelo pushover, el cual es uno de los análisis más utilizado y empleado para este tipo de modelamientos estructurales, el cual consiste en hallar la curva de capacidad resistente frente a los diferentes movimientos telúricos o sísmicos, en el cual la curva refleja el comportamiento de la vivienda después de exceder su límite elástico (Carrera, 2019).

5.2 MODELAMIENTO (PUSHOVER) EN EL PROGRAMA SAP 2000

Una vez que se establecen los paramentos geométricos de la estructura (número de niveles y espaciamiento entre ejes) de acuerdo al levantamiento planimétrico de la vivienda, se incorpora los valores de resistencia en los diferentes miembros de la estructura correspondiente al hormigón armado que se obtuvo como resultados del ensayo en el programa SAP 2000.

5.2.1 COLOCACIÓN DE RESTRICCIONES EN LOS APOYOS

La imagen que se encuentra en la siguiente figura muestra la colocación de apoyos de la estructura de la vivienda en estudio.

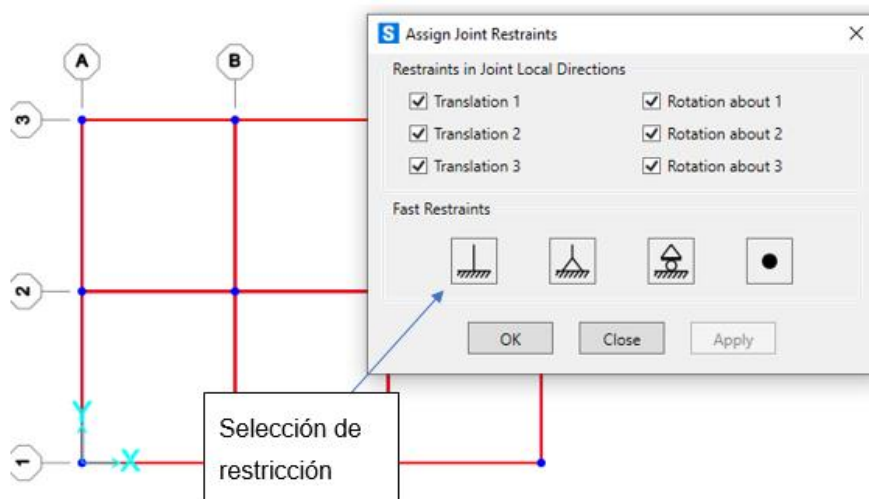


FIGURA 58 Colocación de restricciones.
FUENTE: (Pauca, 2021).

5.2.2 COLOCACIÓN DE LOS PATRONES DE CARGA

Load Patterns			
Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
DEAD	Dead	1	
DEAD	Dead	1	
LIVE	Live	0	

FIGURA 59 Patrones de carga.
FUENTE: (Pauca, 2021).

5.2.3 COLOCACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO

S Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: A615Gr60

Material Type: Rebar

Material Grade: Grade 60

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7849,0476

Mass per Unit Volume: 800,3801

Units: Kgf, m, C

Uniaxial Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2,039E+10

Poisson, U: 0,3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,170E-05

Shear Modulus, G:

Other Properties For Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 42184178,

Minimum Tensile Stress, Fu: 63276266,

Expected Yield Stress, Fye: 46402595,

Expected Tensile Stress, Fue: 69603893,

FIGURA 60 Colocación de acero de refuerzo grado 60.
FUENTE: (Pauca, 2021).

5.3 CONDICIONES DE CARGA

Las condiciones de carga para este modelamiento es obligatoriamente generarse la carga gravitacional no lineal o actuante y la carga cíclica no lineal (CGNL).

Carga gravitacional no lineal actuante

Se considera que es la carga que actúa sobre cualquier estructura ante la presencia de un evento sísmico de acuerdo al (FEMA 356, 2000) y la condición de carga que se le aplica es el siguiente.

$$CGNL = 1,1(D + 0,25L).$$

DONDE:

CGNL = Carga gravitacional no lineal.

D = Carga muerta.

L = Carga viva.

Cuya condición inicial de análisis comienza en cero incluyendo los efectos $P\Delta$, se realiza el análisis con las cargas full load.

Donde las cargas son al 110% para la carga muerta y el 25% para la carga viva.

Definición de los casos de cargas no lineales para la estructura.

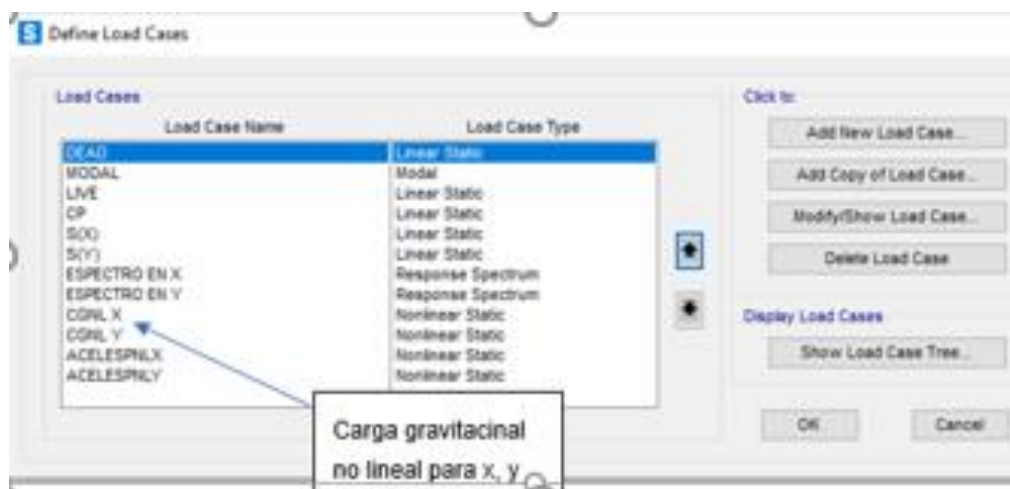


FIGURA 61 Colocación de CGNL.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Aplicación e ingreso en el modelo de la CGNL para X y Y.

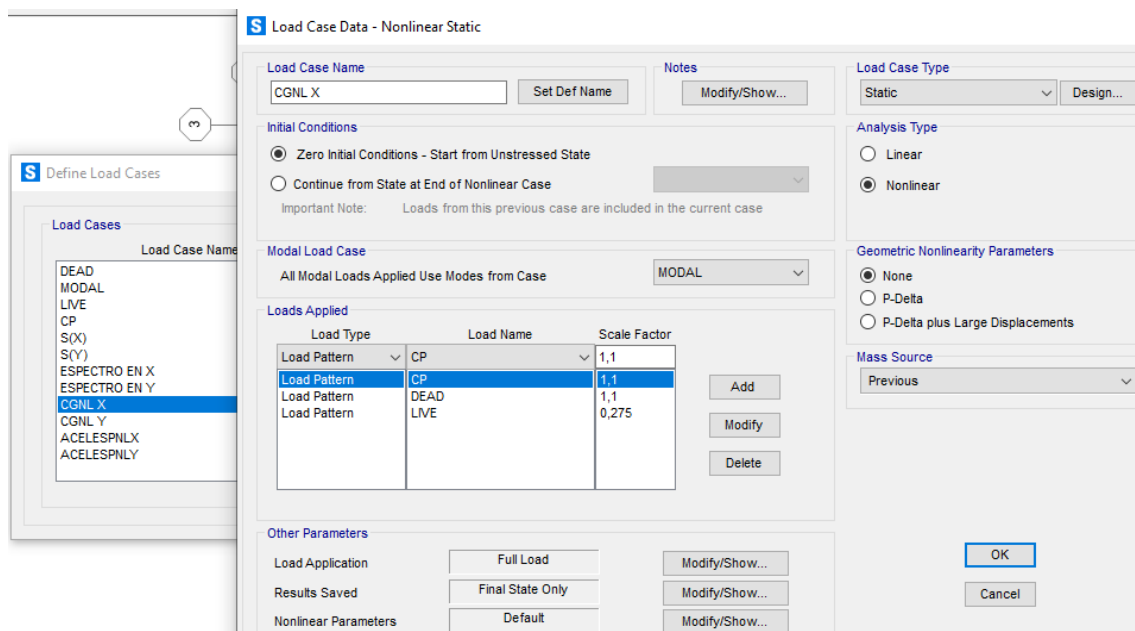


FIGURA 62 Aplicación en el modelo Matemático para X, Y.
FUENTE: (Pauca, 2021).

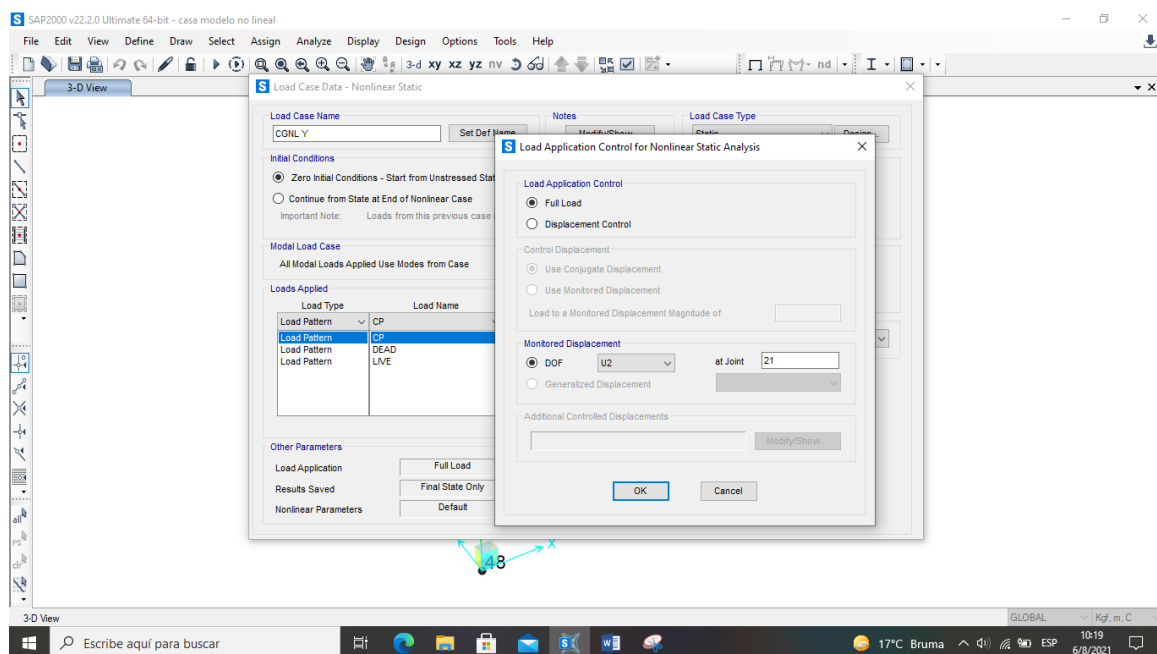


FIGURA 63 Aplicación en el modelo Matemático la carga full load.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Aplicación de carga no lineal (Pushover).

Una vez que se obtiene los casos de carga gravitacional no lineal para X y Y, se procede a la creación de cargas pushover.

S Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: ACELESPNLX Set Def Name Modify/Show...

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☒ Continue from State at End of Nonlinear Case CGNL X

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case

All Modal Loads Applied Use Modes from Case MODAL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Accel	UX	1,
Accel	UX	1,

Add Modify Delete

Other Parameters

Load Application Displ Control Modify/Show...

Results Saved Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters Default Modify/Show...

Load Case Type Static Design...

Analysis Type

☐ Linear

☒ Nonlinear

Geometric Nonlinearity Parameters

☒ None

☐ P-Delta

☐ P-Delta plus Large Displacements

Mass Source Previous

OK Cancel

FIGURA 64 Aplicación de Carga no lineal actuante en X.
FUENTE: (Pauca, 2021).

S Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: ACELESPNLY Set Def Name Modify/Show...

Initial Conditions

☐ Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

☒ Continue from State at End of Nonlinear Case CGNL Y

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Modal Load Case

All Modal Loads Applied Use Modes from Case MODAL

Loads Applied

Load Type	Load Name	Scale Factor
Accel	UY	1,
Accel	UY	1,

Add Modify Delete

Other Parameters

Load Application Displ Control Modify/Show...

Results Saved Multiple States Modify/Show...

Nonlinear Parameters Default Modify/Show...

Load Case Type Static Design...

Analysis Type

☐ Linear

☒ Nonlinear

Geometric Nonlinearity Parameters

☒ None

☐ P-Delta

☐ P-Delta plus Large Displacements

Mass Source Previous

OK Cancel

FIGURA 65 Aplicación de Carga no lineal actuante en Y.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Cuando se aplica esta condición es necesario establecer un punto de control de desplazamiento y se ubica en el último nodo de piso, que para nuestro caso es el nodo número 21 como se muestra a continuación.

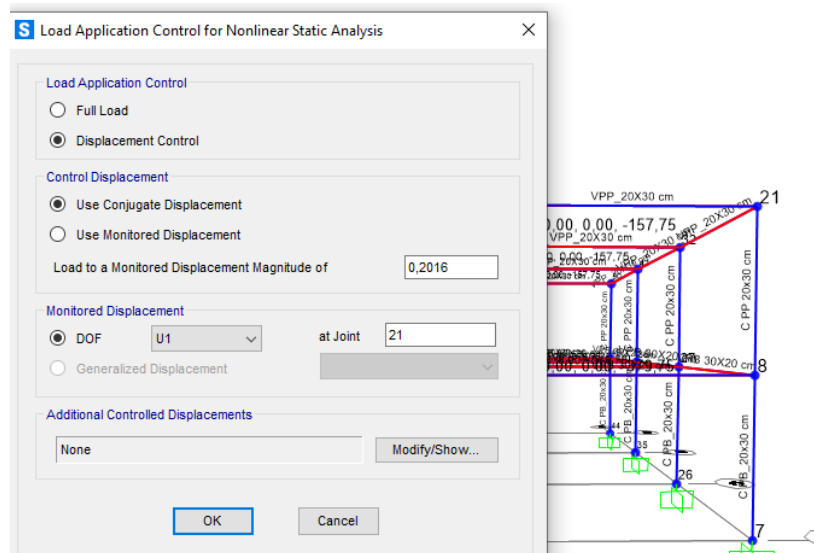


FIGURA 66 Punto de control en el nivel más alto nudo 21.
FUENTE: (Paucar, 2021).

5.4 APLICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LAS ROTULAS PLÁSTICAS

Se debe tomar en cuenta para la asignación y formación de las rotulas plásticas los valores de 0,05 y 0,95 que establece el ASCE 41-17, tanto para las vigas como para las columnas.

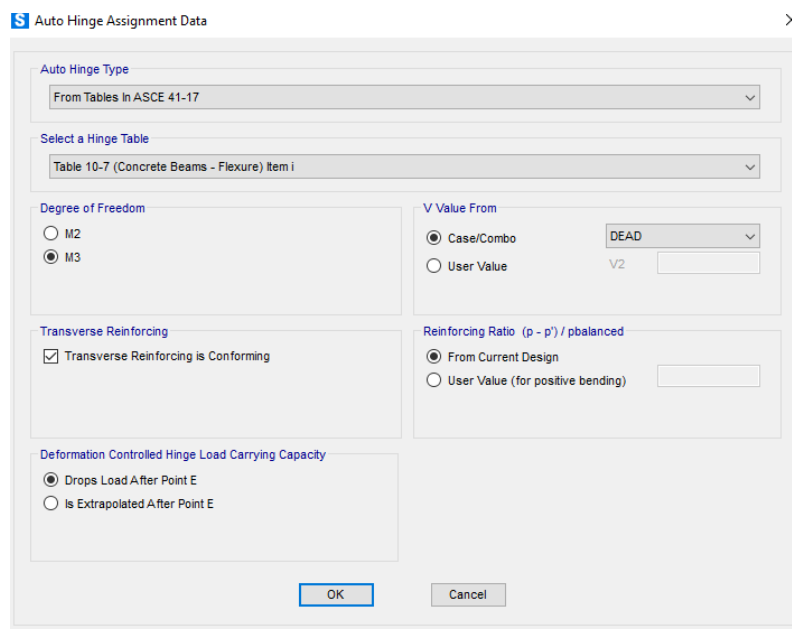


FIGURA 67 Colocación de rotulas en Vigas de hormigón.
FUENTE: (Paucar, 2021).

Auto Hinge Type
From Tables in ASCE 41-17

Select a Hinge Table
Table 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)

Degree of Freedom
☐ M2 ☐ P-M2 ☐ Parametric P-M2-M3
☒ M3 ☐ P-M3
☐ M2-M3 ☐ P-M2-M3

Not Controlled by Inadequate Development or Splicing
☒ Not Controlled by Inadequate Development or Splicing
☐ Controlled by Inadequate Development or Splicing

Shear Reinforcing Ratio $p = A_v / (b_w * s)$
☒ From Current Design
☐ User Value

Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity
☒ Drops Load After Point E
☐ Is Extrapolated After Point E

P Values From
☒ Case/Combo ☐ User Value
Gravity: DEAD
Gravity + Lateral: DEAD

Shear Demand at Flex. Yielding / Shear Cap. (V_yE / V_{col0E})
☒ Program Calculated
☐ User-specified Shear Demand, V_yE
V2: V3:
☐ User-Specified Ratio, V_yE/V_{col0E}
V2: V3:

Shear Reinforcement Spacing Ratio (s/d)
☒ From Current Design
☐ User Value

FIGURA 68 Colocación de rotulas en columnas de hormigón.
FUENTE: (Paucar, 2021).

5.5 RESULTADOS POSHOVER

Los resultados que se obtienen del análisis pushover tanto para X como Y son:

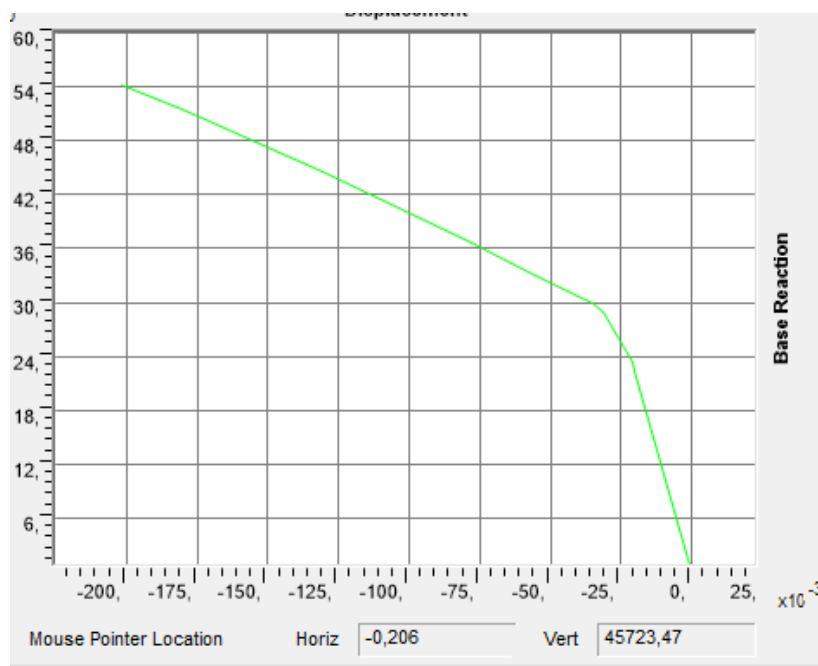


FIGURA 69 Pushover en X.
FUENTE: (Paucar, 2021).

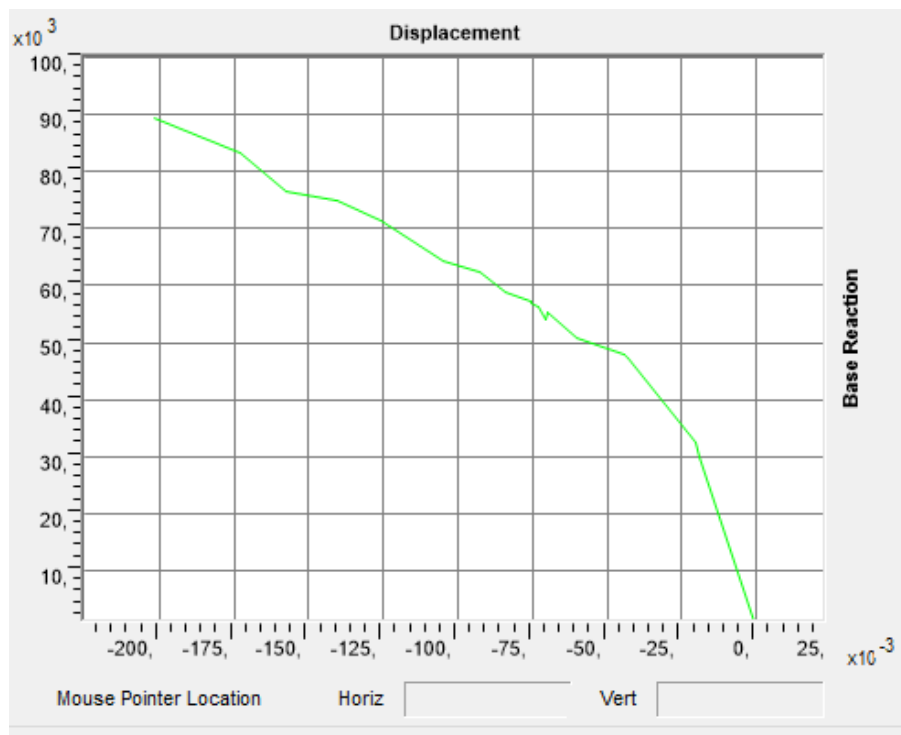


FIGURA 70 Pushover en Y.
FUENTE: (Pauca, 2021).

En cuanto a La curva que se obtuvo después de ingresar los diferentes parámetros para el FEMA 440 se muestra a continuación para X.

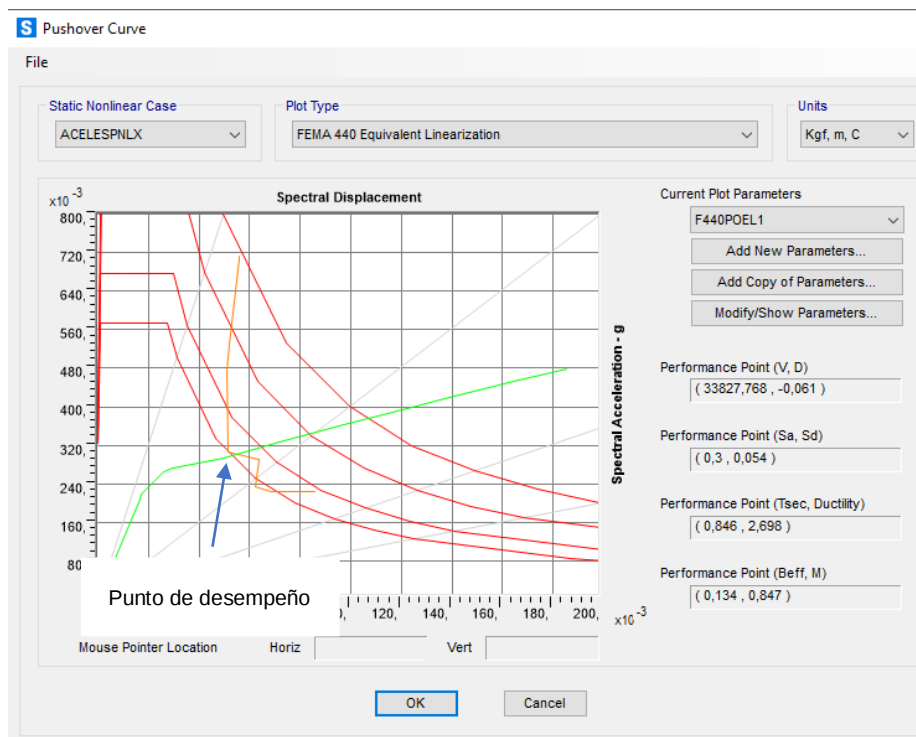


FIGURA 71 Curva del modelo matemático para X.
FUENTE: (SAP 2000).

En cuanto para la curva que se obtuvo después de ingresar los diferentes parámetros para el FEMA 440 se muestra a continuación para Y.

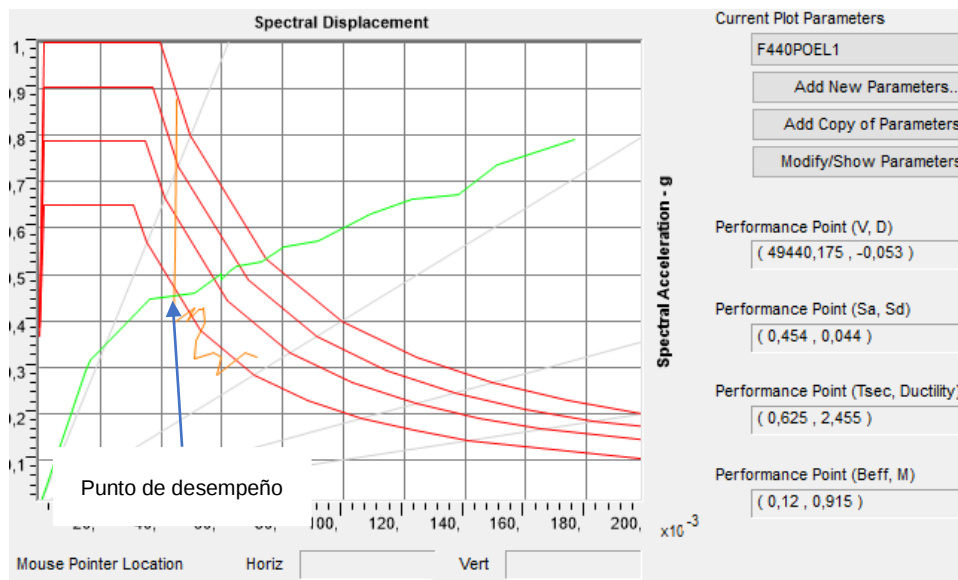


FIGURA 72 Curva del modelo matemático para Y.
FUENTE: (SAP 2000).

5.5.1 ANÁLISIS DE LAS CURVA POR DESEMPEÑO

Se puede mencionar en las gráficas obtenidas sobre el desempeño de la estructura la máxima capacidad que tiene la estructura para incursionar en el rango inelástico, donde se ve reflejado al superponer el espectro de demanda-capacidad obteniendo los siguientes puntos de desempeño tanto para X como para Y. el cual se refleja el colapso total en la estructura ante un evento sísmico.

5.5.2 ROTULAS PLÁSTICAS

Se puede observar la formación de las rotulas plásticas tanto en las vigas como columnas en todo el sistema de la estructura como se muestra en la gráfica.

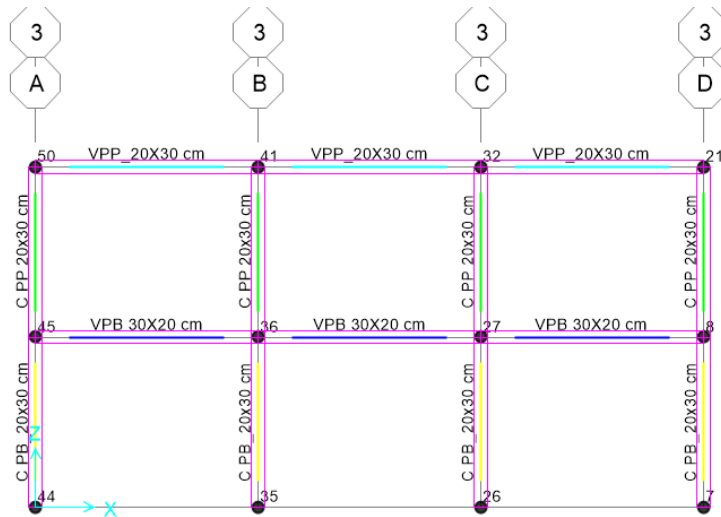


FIGURA 73 Formación de rotulas plásticas ante cargas gravitacionales.
FUENTE: (Paucar, 2021).

5.5.3 ANÁLISIS DE LA FORMACIÓN DE ROTULAS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL SENTIDO X

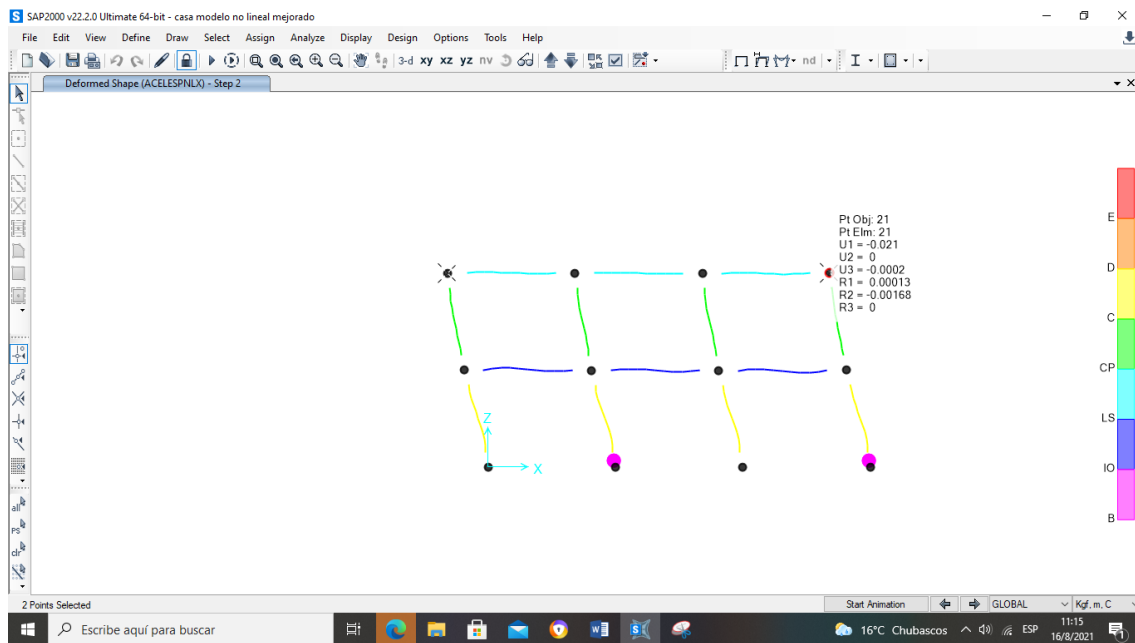


FIGURA 74 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 1.
FUENTE: (Paucar, 2021).

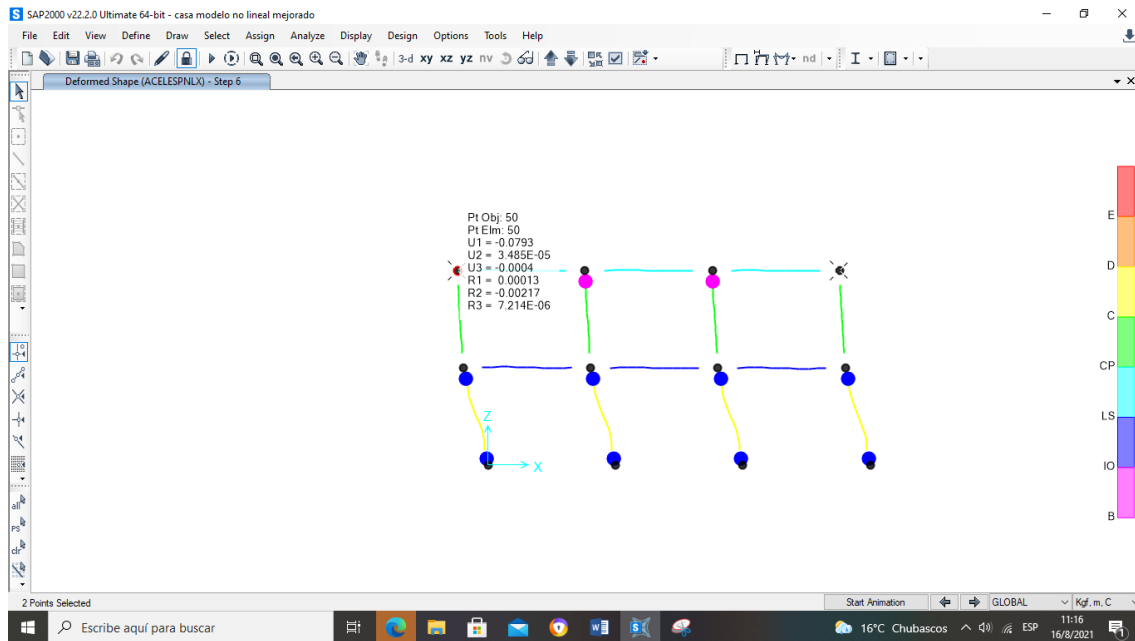


FIGURA 75 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 5.
FUENTE: (Pauca, 2021).

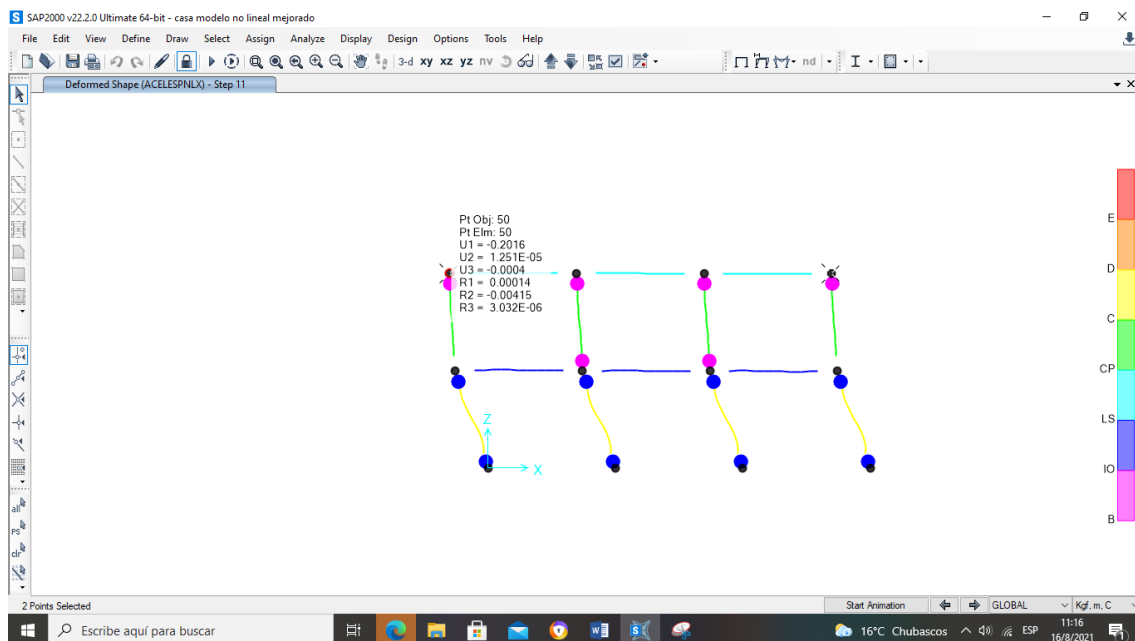


FIGURA 76 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 7.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Se puede observar la formación de las rotulas plásticas en la columna en los diferentes pasos mostrado, lo cual nos indica que la estructura no es estable, y sus desplazamientos se encuentran entre 2 y 8 cm en el sentido X como se muestran en los diferentes pasos de las gráficas.

5.5.4 ANÁLISIS DE LA FORMACIÓN DE ROTULAS Y DESPLAZAMIENTOS EN EL SENTIDO Y

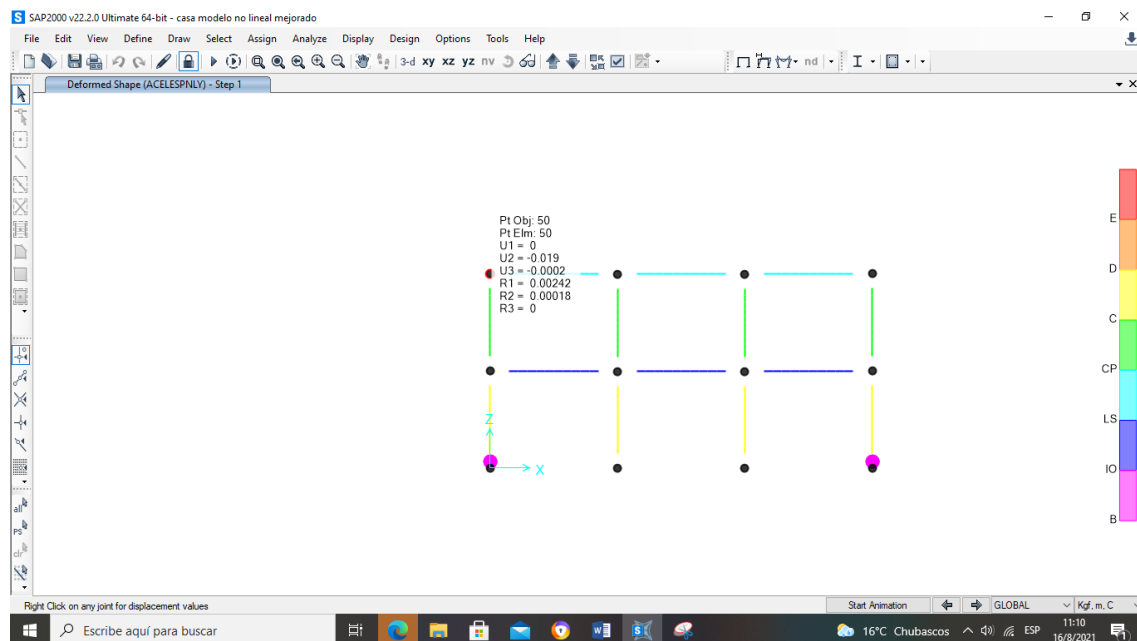


FIGURA 77 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 2.
FUENTE: (Pauca, 2021).

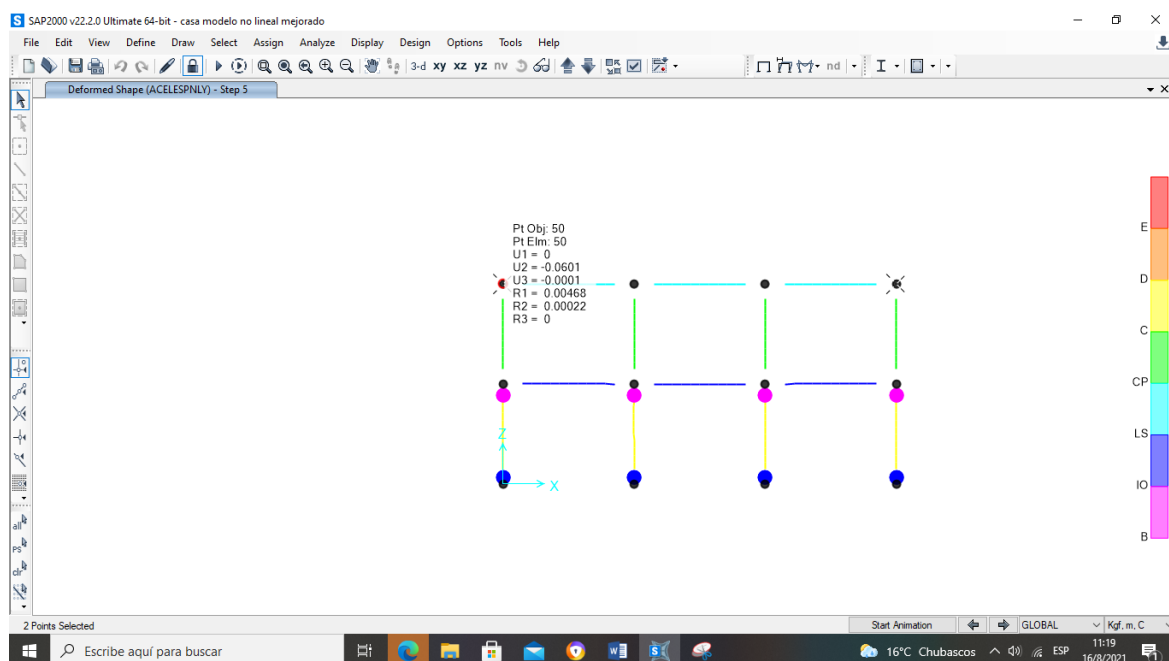


FIGURA 78 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 5.
FUENTE: (Pauca, 2021).

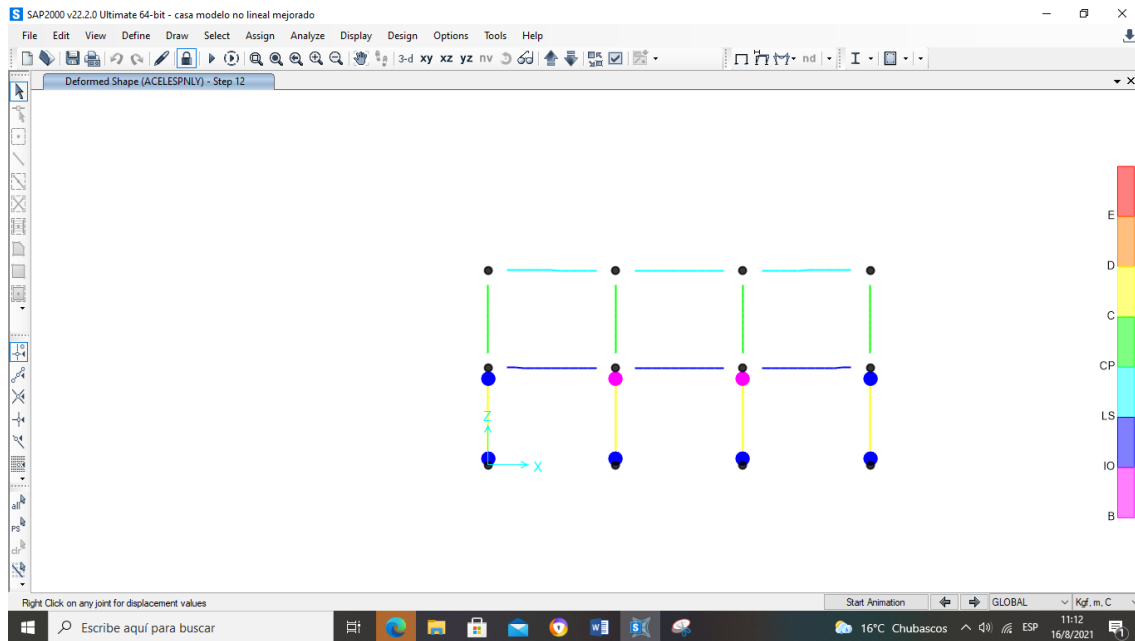


FIGURA 79 Formación y su deformada con rotulas plásticas en vigas y columnas paso 12.
FUENTE: (Pauca, 2021).

Se puede mencionar de igual manera que en el sentido Y, a pesar de que no exista desplazamiento sus rotulas se forman en las columnas, dando como resultado que la vivienda tiene un alto grado de vulnerabilidad ante la presencia de un evento sísmico

En la siguiente grafica se encuentra un modelo en 3 dimensiones donde se puede apreciar de mejor manera los resultados de formación de rotulas plásticas en las columnas.

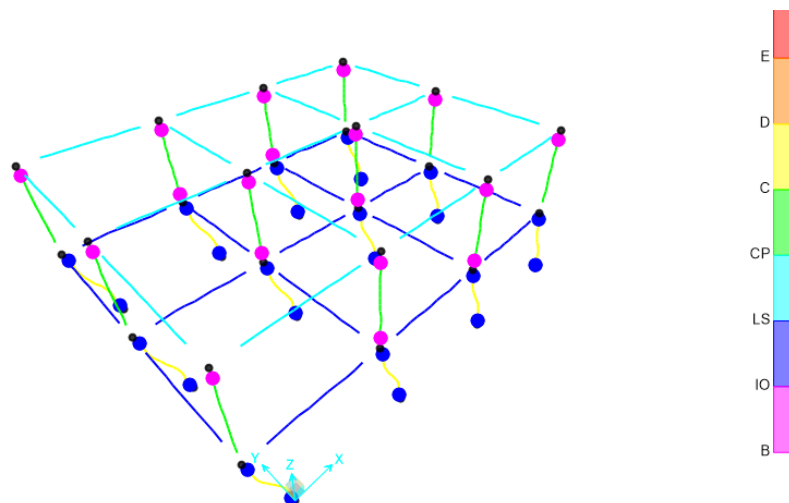


FIGURA 80 Rotulas plásticas y su desempeño.
FUENTE: (Pauca, 2021).

5.6 ANÁLISIS GENERAL DE ROTULAS

Mediante los resultados obtenidos en las gráficas se puede concluir que la estructura tiene una alta vulnerabilidad sísmica, ya que sus rotulas plásticas comienzan a formarse en la columna quitándole rigidez a la estructura, y llegando así al colapso total de la vivienda.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- De acuerdo a los diferentes análisis obtenidos como resultado del formulario de evaluación rápido NEC 2015, se ha llegado a determinar que el sector en estudio tiene una alta probabilidad de sufrir graves daños ante la presencia de un evento sísmico.
- De la misma manera al realizar la encuesta se obtuvo como resultado que ninguna de las viviendas en estudio fueron realizadas de una manera técnica ya que no se obtuvo planos ni estudio de suelos (construcciones informales).
- Al realizar el estudio de la vivienda que se tomó como muestra, se pudo observar que la vivienda no presenta patologías graves, debido a que su estructura está compuesta de una forma rectangular de dos plantas, por lo tanto, su estructura no posee des configuración estructural en planta y tampoco en elevación.
- Además se pudo evidenciar que el hormigón tiene mucha influencia en la conformación de sus elementos estructurales por su mal confinamiento tanto en la viga como en las columnas por tratarse de una vivienda construida de manera informal.
- Mediante la realización del ensayo no destructivo realizado con el esclerómetro se pudo tener una respuesta más coherente sobre el tipo de material que se utilizó para la realización de la vivienda, donde se tubo valores de resistencia bajos para columnas, y valores más altos en las vigas de hormigón, dando así cumplimiento a lo establecido en la hipótesis que la vivienda es vulnerable ante la presencia de un evento sísmico.
- Cabe destacar que los valores de las columnas no alcanzan los valores mínimos requeridos por la norma para la realización de una estructura ya que sus valores son menores a 210 kg/cm².
- Posteriormente al realizar la modelación con la ayuda del programa SAP 2000 se puede verificar que su comportamiento estructural no es el adecuado ante la presencia de diferentes cargas (gravitacionales y laterales), debido a que la vivienda no cumple con requerido en la norma (NEC-SE-DS, 2015).

- Al analizar el criterio de columna fuerte viga débil del desempeño de la estructura que establece la norma NEC-2015, se concluye que estas no cumplen, puesto que en los resultados obtenidos demuestran que las rotulas plásticas se formaran en las columnas con lo que la estructura colapsa.
- El cortante basal para la estructura obtenido mediante la fórmula de la norma (NEC-SE-DS, 2015). Se obtiene un valor de $V = 0,397$ el cual se introdujo en el modelo del programa SAP 2000 para la obtención del modelo.
- Al realizar el análisis del modelo en el programa se menciona que se tomó en cuenta el peso de la mampostería, con el fin de conocer un periodo más real de la estructura.
- En el análisis de la deriva máximas se puede verificar claramente que no cumplen con lo establecido en la norma NEC 2015, ya que estas son mayores al 2% tanto en la dirección X como en la dirección Y.
- Para el método de análisis estático no lineal se menciona que es un método más sofisticado mediante el cual nos permite evaluar la respuesta sísmica, y permite controlar los diferentes niveles de daño medidos en los elementos principales resistentes en el sistema estructural como son las vigas y columnas.
- Finalmente como se mencionó en el objetivo principal se ratifica que el sector tiene un alto índice de vulnerabilidad ya que en la vivienda tomado de la muestra representativa en los dos casos de modelamiento su estructura llega al colapso, ya que se observa claramente que la rotulas plásticas se generarán primero en la columna, mas no en las vigas.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se puede mencionar que las construcciones de las diferentes viviendas no se deben realizar sin tener los permisos necesarios, más aún si el proyecto de vivienda se encuentra en los sectores con factores considerados de alta vulnerabilidad sísmica,
- Se recomienda dar prioridad a la construcción si en su geología existen quebradas o taludes con suelos pobres de baja resistencia a esfuerzos.
- Las diferentes construcciones, siempre deben estar a cargo de un profesional en la construcción, y principalmente se debe tener como punto de inicio un estudio de la topografía, y estudio de suelo.
- Es importante la realización de una cimentación adecuada, de ser posible esta debe ser realizada mediante un modelo antes de implantarse en situ, ya que el modelo refleja datos reales acerca de su comportamiento ante la presencia de un sismo.
- Se puede mencionar que por tratarse del estudio de viviendas particulares estas deben ser realizadas mediante un ensayo no destructivo, el cual servirá para la toma de datos, y su posterior determinación de las diferentes propiedades de resistencia del hormigón.
- Y que de esta manera con los datos obtenidos de la resistencia de los materiales se ingresaran al programa computacional para su modelamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R. (2017). *Microzonificación sísmica de Quito*. Quito: Editorial 2.
- Andrade, L. (2019). *Cambios sociales y especiales en Tababela como consecuencia de la construcción del nuevo Aeropuerto internacional de Quito*. Quito.
- Carrera, M. (2019). *Análisis estático no lineal aplicado al diseño sísmoresistente del bloque número 2 de aulas del colegio militar Elías Aguirre*. Chiclayo.
- Celi, C. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de Quito Ecuador fase I. Curvas de capacidad de las tipologías estructurales, proyecto GEM-SARA*. Quito.
- Chavez, B. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito-Ecuador y riesgo de pérdida*. Quito.
- Elena, V. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de la vivienda unifamiliares existente de una Zona Urbano-Residencial en Anconcito, Ecuador*. Anconcito.
- Estrada, K. (2019). *Evaluación de Vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño de reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito - Ecuador*. Quito.
- Fernandez, I. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la "Comuna Santa Clara de San Millán"*. Quito.
- Granda, O. (2006). *Plan parcial de ordenamiento territorial de la Parroquias orientales Puenbo, Pifo, Tababela, Yaruqui, Checa, El Quinche y Guayallbamba*. Quito.
- Guevara, N. (2006). *Evaluación de la capacidad estructural del edificio de la biblioteca de las ingenierías y arquitectura, utilizando análisis estático no lineal (pushover)*. universitaria.
- Huapaya, C. (2018). *Guía de investigación en Ciencias e Ingeniería, Ingeniería Civil*. Lima.
- Jama, A. (2020). *Vulnerabilidad sísmica de viviendas de construcción informal en el cantón Santa Lucía*. Barcelona.
- Medina, W. (2009). *Plan de mitigación basado en la evaluación de vulnerabilidad sísmica de agua potable de la ciudad de Riobamba*. Ambato.

- Mora, T. (2017). *Vulnerabilidad social frente amenazas sísmicas en la Parroquia Calderon* . Quito.
- Naya, A. (2010). *El Riesgo Sísmico en Quito, Análisis y Simulación*. Quito.
- NEC-SE-DS, P. s. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Quito.
- Osejo, O. (2020). *Estudio de la relación entre la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad estático para hormigones fabricados con cemento por desempeño y compuesto en el Ecuador*. Quito.
- Parra, H. (2016). *Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la peligrosidad sísmica en el Ecuador continental y estudio de riesgo sísmico en la Ciudad de Quito* . Quito.
- Quizanga, D. (2015). *Espectros específicos para la ciudad de Quito en función de las fallas ciegas inversas*. Quito.
- Quizhpilema, A. (2017). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la facultad de ingeniería de la Universidad Central del Ecuador utilizando la norma Ecuatoriana de la construcción NEC.SR.RE, 2015*. Quito.
- Secretaría, G. (2016). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras*. Quito.
- Society, A. (2017). *ASCE standard, ASCE/SEI, 41-17, seismic evaluation and retrofit of existing buildings*. Virginia.
- Suarez, C. (2021). *Análisis Estático no Lineal (Pushover) en SAP2000 para edificios de concreto armado*.
- Vázquez, B. (2017). *Estudio de vulnerabilidad sísmica y evaluación de índice de daño de un edificio perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca*. Cuenca.
- Vielma, J. (2015). *Evaluación de vulnerabilidad Sísmica de estructuras de acero residenciales en Ecuador*. Barcelona: A.H.Barbat.

ANEXOS

Anexos 1

DATOS Y RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. José Arce</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa: <u>3a</u>	
Antigüedad de construcción: <u>12 Años</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA DE PAUCA</u>	
Realizado por: <u>Gonzalo Pauca</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☒	NO ☐
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☒	NO ☐
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patologia (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Humedad</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	Sra. Araceli Rodriguez
N.-Piso:	1
N.- Casa:	Ca. 2-165
Antigüedad de construcción:	78 Años
Referencia básica visual de la edificación:	Casa de Llanillo
Realizado por:	Gerardo Muñoz
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Huincado</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	Sra. Margarita Torres
N.-Piso:	2
N.- Casa:	Ca. 2-179
Antigüedad de construcción:	14 Años
Referencia básica visual de la edificación:	Casa de 2 Pisos Color Blanco
Realizado por:	Gerardo Muñoz
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Agrietado</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<u>Sea. Ney Acuña</u>
N.-Piso :	<u>2</u>
N.- Casa:	<u>7u</u>
Antigüedad de construcción:	<u>10 Años</u>
Referencia básica visual de la edificación:	<u>Casa Dos Pisos en Dora Gris</u>
Realizado por:	<u>Gonzalo Trujillo</u>
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☒	NO ☐
Dimensión: <u>1 x 1 m</u>	
Profundidad: <u>1 m</u>	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique: <u>Humedad</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<u>Sea. Alvaro Guevara</u>
N.-Piso :	<u>2</u>
N.- Casa:	<u>Da 2-209</u>
Antigüedad de construcción:	<u>5 Años</u>
Referencia básica visual de la edificación:	<u>Casa en Dora Gris</u>
Realizado por:	<u>Gonzalo Trujillo</u>
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☒	NO ☐
Dimensión: <u>1.5 x 1.5 m</u>	
Profundidad: <u>1 m</u>	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique: <u>Fugas</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sra. Jose Carasco</u>	
N.-Piso: <u>2</u>	
N.- Casa: <u>202-213</u>	
Antigüedad de construcción: <u>15 Años</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>Casa de 2 Pisos Encuesion</u>	
Realizado por: <u>Gerardo Pizarro</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☒	NO ☐
Dimensión: <u>1 x 1 m</u>	
Profundidad: <u>1.2 m</u>	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patologia (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Ninguna</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sra. Diana Carasco</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa: <u>5/4</u>	
Antigüedad de construcción: <u>12 Años</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>Casa Cerro Tamar</u>	
Realizado por: <u>Gerardo Pizarro</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☒	NO ☐
Dimensión: <u>1 x 1 m</u>	
Profundidad: <u>1 m</u>	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patologia (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Ninguna</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	Sra. JENIA GARCIA
N.-Piso:	1
N.- Casa:	DE 2-225
Antigüedad de construcción:	21 Años
Referencia básica visual de la edificación:	Casa De Estilos
Realizado por:	Gerardo Pizarro
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: _____	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Asusuras</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	Sra. JENIA GARCIA
N.-Piso:	2
N.- Casa:	DE 2-18
Antigüedad de construcción:	17 Años
Referencia básica visual de la edificación:	Casa Color Tonos y Estructura Verde
Realizado por:	Gerardo Pizarro
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Uso Normal</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Traseros y Humedades</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	Sr. FERNANDO MUÑOZ
N.-Piso:	7
N.- Casa:	54
Antigüedad de construcción:	8 Años
Referencia básica visual de la edificación:	Casa de Escalera
Realizado por:	Gonzalo PAVAR
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Uso residencial</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Ninguna</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	Sr. ALEX UGAR
N.-Piso:	2
N.- Casa:	54
Antigüedad de construcción:	8 Años
Referencia básica visual de la edificación:	Casa de 2 Pisos Ejemplo Pava
Realizado por:	Gonzalo PAVAR
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☒	NO ☐
Dimensión: <u>2.4 x 2.4 m</u>	
Profundidad: <u>0.80 m</u>	
5. Uso de la edificación: <u>Uso residencial y local comercial</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Ninguna</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<u>Sr. Edison Uca</u>
N.-Piso:	<u>7</u>
N.- Casa:	<u>54</u>
Antigüedad de construcción:	<u>21 Años</u>
Referencia básica visual de la edificación:	<u>Casa de Estantes</u>
Realizado por:	<u>Georako Paura</u>
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Ninguna</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patologia (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Ninguna</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<u>Sra. Maria Siroaga</u>
N.-Piso:	<u>2</u>
N.- Casa:	<u>8</u>
Antigüedad de construcción:	<u>6 Años</u>
Referencia básica visual de la edificación:	<u>Casa de 2 Pisos de ladrillo</u>
Realizado por:	<u>Georako Paura</u>
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Ninguna</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patologia (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>Ninguna</u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	SA: LUIS FARRUJANO
N.-Piso :	2
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	11 Años
Referencia básica visual de la edificación:	Casa 2 Piso. CONCR. ARMADO.
Realizado por:	Gonzalo Páucar.
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI ☐	NO ☒
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI ☐	NO ☒
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional ☐	Maestro Constructor ☒
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI ☐	NO ☒
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>Vivienda</u>	
6. Ha realizado una reforzamiento en la estructura.	
SI ☐	NO ☒
Especifique: _____	
7. Que tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique: <u>Ninguna</u>	

Anexos 2

RESULTADOS DE LA EVALUACION RAPIDA MEDIANTE LA NORMA NEC 2015 EN LAS VIVINEDAS DEL SECTOR

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
Diagrama estructural en planta y elevación de la edificación DATOS DE LA EDIFICACIÓN Dirección: <u>Av. Juan de Mariana y Piedad Carretera</u> Nombre de la edificación: <u>Ed. Hogar Pinar</u> Sitio de referencia: <u>Calle Calle Pinar</u> Tipo de suelo: <u>TIPO C</u> Año de construcción: <u>2009</u> Año de remodelación: <u>Ninguna</u> Área de construcción: <u>10.8</u> Número de pisos: <u>5</u> DATOS DEL PROFESIONAL Nombre del evaluador: <u>Gonzalo Pizarro</u> C.I.: <u>1719982143</u> Registro SENSICVE:														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	☒	Pórtico Acero laminado	S1									
Mampostería sin refuerzo	UM	Pórtico H Armado con muros estructurales	☐	Pórtico Acero laminado con diagonales	S2									
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H Armado con mampostería confinada sin refuerzo	☐	Pórtico Acero Doblado en filo	S3									
Mixto-Acero-hormigón o mato, madero-hormigón	ME	H. Armado prefabricado	☐	Pórtico Acero laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
				PC: Pórtico Acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	WS	UM	RM	ME	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje básico	4.4	1.8	2.8	1.8	3.5	3.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	
ALTIMETRIA 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	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1	-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														
Pra - Código construido de 1977 o antes construido	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 200)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderna (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	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL S														
					6.2									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
$S \leq 2.0$	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
$2.0 > S \geq 2.5$	Medio vulnerabilidad													
$S > 2.5$	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES:														

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

5 m

5 m

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Juan de Ampudia y Paseo Central

Nombre de la edificación: San Juan de los Rios

Sitio de referencia: Casa de Bienes

Tipo de suelo: Tipo D Fecha de evaluación: 21/05/2021

Año de construcción: 2007 Año de remodelación: Ninguna

Área de construcción: 25 m² Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Pineda

C.E. 1219994343

Registro SNIESCIT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL											
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	51						
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	52						
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en filo	53						
Mixto Acero-hormigón o malla, madera-hormigón	MR	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C4	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	54						
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	55						

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MR	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

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Irregularidad vertical	-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1	-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

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pre - Código construido de 1977 o auto construido	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 200)	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

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-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

1.2

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
≤ 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad												
S > 2.5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

La casa de la casa de Bienes

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

5 m

8 m

8 m

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Juan de Ampudia y Paseo Central

Nombre de la edificación: San Juan de los Rios

Sitio de referencia: Casa de Bienes

Tipo de suelo: Tipo D Fecha de evaluación: 21/05/2021

Año de construcción: 2007 Año de remodelación: Ninguna

Área de construcción: 14 m² Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Pineda

C.E. 1219994343

Registro SNIESCIT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL											
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	51						
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	52						
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en filo	53						
Mixto Acero-hormigón o malla, madera-hormigón	MR	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C4	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	54						
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	55						

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MR	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

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	N/A	0.8	0.8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Irregularidad vertical	-0.5	-1	-1	-1.5	-1.5	-1	-1	-1	-1	-1.5	-1	-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

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pre - Código construido de 1977 o auto construido	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 200)	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

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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	-0.4	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-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

1.2

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
≤ 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad												
S > 2.5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Diagrama estructural en planta y elevación de la edificación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Juan de Huancayo y Pisco, Casapueblo

Nombre de la edificación: San Mateo, Casapueblo

Sitio de referencia: Casa de Pisco, Casapueblo

Tipo de suelo: Tipo 2 Fecha de evaluación: 21/05/2021

Año de construcción: 2011 Año de remodelación: 6 meses

Área de construcción: 120.45 Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Pareda

C.I.: 124994343

Registro SENESCYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL												
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	51							
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	52							
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en filo	53							
Métalo-Acero-hormigón o mltalo, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	54							

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	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-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 de 1977) o auto construido	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 200)	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	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
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

T: 1

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S ≤ 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad	X
S > 2.5	Baja vulnerabilidad	

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

Diagrama estructural en planta y elevación de la edificación

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Juan de Huancayo y Pisco, Casapueblo

Nombre de la edificación: San Mateo, Casapueblo

Sitio de referencia: Casa de Pisco, Casapueblo

Tipo de suelo: Tipo 2 Fecha de evaluación: 21/05/2021

Año de construcción: 2011 Año de remodelación: 6 meses

Área de construcción: 120.45 Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Pareda

C.I.: 124994343

Registro SENESCYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL												
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	51							
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	52							
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en filo	53							
Métalo-Acero-hormigón o mltalo, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	54							

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	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-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 de 1977) o auto construido	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 200)	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	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
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

T: 1

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S ≤ 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad	X
S > 2.5	Baja vulnerabilidad	

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

DATOS DE LA EDIFICACIÓN
 Dirección: *Av. Juan de Almagro y Pío Barón*
 Nombre de la edificación: *Se. José Carlos*
 Sitio de referencia: *Calle José Carlos*
 Tipo de suelo: *Tipo D* Fecha de evaluación: *21/05/2021*
 Año de construcción: *2004* Año de remodelación: *N/A*
 Área de construcción: *40 m²* Número de pisos: *1*

DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: *Guillermo Pizarro*
 C.E.: *171994343*
 Registro SENESCYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

5 m
8 m

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Material	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Madera													
Mampostería sin refuerzo													
Mampostería reforzada													
Malla Acero-hormigón o malla, madera-hormigón													
H. Armado prefabricado													
Pórtico Acero Laminado													
Pórtico Acero Laminado con diagonales													
Pórtico Acero Doblado en frío													
Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado													
Pórtico Acero con paredes mampostería													

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

ALTIMETRIA 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	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-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 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 200)	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td>	0 <td>0 <td>0</td> </td>	0 <td>0</td>	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 <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th>	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Tipo de suelo E	0 <th>-0.8</th> <th>-0.4</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-0.8</th> <th>-0.8</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-0.8</th>	-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 Sísmica	S < 2.0	2.0 > S > 2.5	S > 2.5
Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial			
Medio vulnerabilidad			
Baja vulnerabilidad			

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

DATOS DE LA EDIFICACIÓN
 Dirección: *Av. Juan de Almagro y Pío Barón*
 Nombre de la edificación: *Se. José Carlos*
 Sitio de referencia: *Calle José Carlos*
 Tipo de suelo: *Tipo D* Fecha de evaluación: *21/05/2021*
 Año de construcción: *2006* Año de remodelación: *N/A*
 Área de construcción: *160 m²* Número de pisos: *2*

DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: *Guillermo Pizarro*
 C.E.: *171994343*
 Registro SENESCYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y UBICACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

9 m
9 m

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Material	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Madera													
Mampostería sin refuerzo													
Mampostería reforzada													
Malla Acero-hormigón o malla, madera-hormigón													
H. Armado prefabricado													
Pórtico Acero Laminado													
Pórtico Acero Laminado con diagonales													
Pórtico Acero Doblado en frío													
Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado													
Pórtico Acero con paredes mampostería													

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

ALTIMETRIA 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	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-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 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 200)	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0</td> </td></td>	0 <td>0 <td>0</td> </td>	0 <td>0</td>	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 <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th> <th>-0.6</th>	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
Tipo de suelo E	0 <th>-0.8</th> <th>-0.4</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-0.8</th> <th>-0.8</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-1.2</th> <th>-0.8</th>	-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 Sísmica	S < 2.0	2.0 > S > 2.5	S > 2.5
Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial			
Medio vulnerabilidad			
Baja vulnerabilidad			

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

6.5 m

10 m

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Juan de Mariana y Pinar Colorado

Nombre de la edificación: Ed. TINA CARPIO

Sitio de referencia: Casa de Tinas

Tipo de suelo: Tipo D Fecha de evaluación: 21/05/2021

Año de construcción: 2000 Año de remodelación: Remodela

Área de construcción: 64 M² Número de pisos: 1

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Tovar

C.E. 1218994343

Registro SENECYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL											
Modero	WS	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 filo	S3						
Malla Acero-hormigón o malla, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S4						

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

Alta altura (menor a 4 pisos)	Mediana altura (4 a 7 pisos)	Gran altura (mayor a 7 pisos)
0	0	0
N/A	N/A	N/A

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	Irregularidad en planta
-2.5	-1
-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN

Pre - Código (construido de 1977 a año construcción)	Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2000)	Post código moderno (construido a partir de 2001)
0	0	0
N/A	N/A	N/A

TIPO DE SUELO

Tipo de suelo C	Tipo de suelo D	Tipo de suelo E
0	0	0
-0.4	-0.6	-0.8

PUNTAJE FINAL S

1.2

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S ≤ 2.0	2.0 > S > 2.5	S > 2.5
Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	Media vulnerabilidad	Baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES:

Casa Sin Continuar

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

7 m

10 m

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Juan de Mariana y Pinar Colorado

Nombre de la edificación: Ed. Tina Carpio

Sitio de referencia: Casa Tina Carpio con Tinas

Tipo de suelo: Tipo D Fecha de evaluación: 21/05/2021

Año de construcción: 2000 Año de remodelación: Remodela

Área de construcción: 64 M² Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Tovar

C.E. 1218994343

Registro SENECYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL											
Modero	WS	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 filo	S3						
Malla Acero-hormigón o malla, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S4						

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

Alta altura (menor a 4 pisos)	Mediana altura (4 a 7 pisos)	Gran altura (mayor a 7 pisos)
0	0	0
N/A	N/A	N/A

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	Irregularidad en planta
-2.5	-1
-0.5	-0.5

CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN

Pre - Código (construido de 1977 a año construcción)	Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2000)	Post código moderno (construido a partir de 2001)
0	0	0
N/A	N/A	N/A

TIPO DE SUELO

Tipo de suelo C	Tipo de suelo D	Tipo de suelo E
0	0	0
-0.4	-0.6	-0.8

PUNTAJE FINAL S

1.8

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S ≤ 2.0	2.0 > S > 2.5	S > 2.5
Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	Media vulnerabilidad	Baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

4 m

6.5 m

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Jorge Chávez y Paredes Cosío

Nombre de la edificación: Ed. Edificio Muro

Sílo de referencia: Ed. 2

Tipo de suelo: Ed. 2

Año de construcción: 2012

Fecha de evaluación: 21/05/2021

Área de construcción: 2682

Número de pisos: 7

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Benito Pizarro

C.I.: 77199943

Registro SENECYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL									
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1				
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonal	S2				
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en filo	S3				
Mixto Acero-hormigón o mato, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampost	S4				

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	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	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	0.2	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	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-1.5	-1	-1	-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 de 1977) o auto construido	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 200)	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														
Tpo 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	
Tpo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	
Tpo de suelo E	0	-0.8	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
Sr 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													X
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad													
S > 2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES:														

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

10 m

5 m

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Jorge Chávez y Paredes Cosío

Nombre de la edificación: Ed. Edificio Muro

Sílo de referencia: Ed. 2

Tipo de suelo: Ed. 2

Año de construcción: 2012

Fecha de evaluación: 21/05/2021

Área de construcción: 2682

Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Benito Pizarro

C.I.: 77199943

Registro SENECYT:

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL									
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1				
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonal	S2				
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en filo	S3				
Mixto Acero-hormigón o mato, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampost	S4				

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	2.5	2.8	1.6	2.4	2.6	3	2	2.8	2	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	0.2	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	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-1.5	-1	-1	-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 de 1977) o auto construido	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 200)	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														
Tpo 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	
Tpo de suelo D	0	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	
Tpo de suelo E	0	-0.8	-0.8	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
Sr 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													X
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad													
S > 2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES:														

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Jesús de Nazareth y Páez Caravea
 Nombre de la edificación: SE: Edificio 1000
 Sitio de referencia: Casa de Páez
 Tipo de suelo: Tipo D Fecha de evaluación: 21/01/2021
 Año de construcción: 2000 Año de remodelación: ninguna
 Área de construcción: 36 m² Número de pisos: 1

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Pineda
 C.I.: 7219884343
 Registro SENESCYT:

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Academia	WS	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									
Metal-Acero-hormigón o metal, madera-hormigón	MS			estructuras de hormigón armado	S4									
		Pl. Armada prefabricada	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5									

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MS	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	3	2	2.8	2	2	

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Alta altura (menor a 4 pisos): 0 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 0.4 0.6 0.3 0.4 0.6 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 -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 de 1977 a 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 200): 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 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6
 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

1.2

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

≤ 2.0: Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial X
 2.0 > S > 2.5: Mediana vulnerabilidad
 S > 2.5: Baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Dirección: Av. Jesús de Nazareth y Páez Caravea
 Nombre de la edificación: SE: Edificio 1000
 Sitio de referencia: Casa de Páez
 Tipo de suelo: Tipo D Fecha de evaluación: 21/01/2021
 Año de construcción: 2015 Año de remodelación: ninguna
 Área de construcción: 80 m² Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL

Nombre del evaluador: Gerardo Pineda
 C.I.: 7219884343
 Registro SENESCYT:

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	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									
Metal-Acero-hormigón o metal, madera-hormigón	MS			estructuras de hormigón armado	S4									
		Pl. Armada prefabricada	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5									

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MS	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	3	2	2.8	2	2	

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Alta altura (menor a 4 pisos): 0 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 0.4 0.6 0.3 0.4 0.6 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 -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 de 1977 a 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 200): 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 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6 0.6
 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

2.2

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

≤ 2.0: Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial X
 2.0 > S > 2.5: Mediana vulnerabilidad
 S > 2.5: Baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: <u>Av. Texas de Margarita y Páez Carrión</u>												
		Nombre de la edificación: <u>Ed. 1015 Páez Carrión</u>												
		Sitio de referencia: <u>Calle de 2 Páez Carrión Margarita</u>												
		Tipo de suelo: <u>B200.0</u>						Fecha de evaluación: <u>21/03/2011</u>						
		Año de construcción: <u>2010</u>						Año de remodelación: <u>Remodelado</u>						
		Área de construcción: <u>162 m²</u>												
		Número de pisos: <u>2</u>												
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador: <u>Geovani Páez</u>												
		C.I.: <u>1319984343</u>												
		Registro SENESCYT:												
FUENTE: ESTRUCTURAL EN PLANTA Y VULNERACIÓN DE LA EDIFICACIÓN														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	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 filo	S3
Mixto-Acero-hormigón o mado, madero-hormigón	MR	Pórtico H. Armado con muros estructurales de hormigón armado	☐ C4										Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		PC. Armado prefabricado	☐ PC										Pórtico Acero con paredes mampostería	S5
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MR	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	2.4	3	2	2.8	2	
ALTERA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor o 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 o 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0.3	0.6	0.8	0.3	0.4	0.6	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	-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 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	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	
Tipo de suelo E	0	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-0.8	-0.8	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-0.8	
PUNTAJE FINAL S														
					2.1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2.0 > S > 2.5	Medio vulnerabilidad										X			
S > 2.5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES:														

Anexos 3

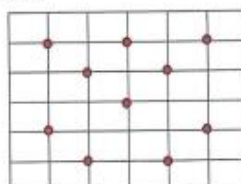
RESULTADOS DEL ENSAYO NO DESTRUCTIVO (ESCLERÓMETRO)

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



UNIVERSIDAD
INTERNACIONAL
SEK



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

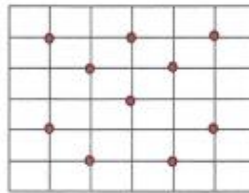
Sección	CANAL SECCIÓN T-A
Piso	PUNTO C-2

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento	Diferencia	Comentarios
1	32	2,2	* Ensayo Realizado en la SECCIÓN T-A * CANAL DE ALBERGACIÓN HECHO EN CONCRETO * TEMPERATURA 25°C * Hora del Ensayo 15:10 * Ensayo Realizado con Apoyo de 1500g (3000g) Por lo que se debe Corregir
2	30	0,2	
3	32	2,2	
4	30	0,2	
5	28	-1,8	
6	28	-1,8	
7	30	0,2	
8	28	-1,8	
9	28	-1,8	
10	32	2,2	
Promedio de lecturas Ro	29,8		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

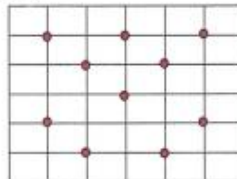
Sección	<i>CORRIDA SECCION CENTRAL 2-B</i>
Piso	<i>PASEO BASA</i>

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento 1	Diferencia	Comentarios
1	30	0	* Ensayo REALIZADO en la Eje 2-B * Ensayo de HORIZONAL ACHILAS SIN LA HERRA * TEMPERATURA 23°C * Hora del Ensayo 15:00 * Ensayo REALIZADO CON LA INSTRUMENTACIÓN DEL ALUMNO * 27/03/2011 Hora 10:00 * RESULTADO CORREGIDO
2	28	-2	
3	28	-2	
4	30	0	
5	28	-2	
6	30	0	
7	32	2	
8	32	2	
9	30	0	
10	32	2	
Promedio de lecturas Ro	30		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

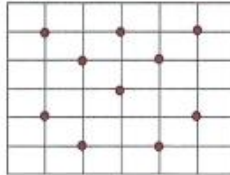
Sección	<i>CORRIDA LÍNEA TRANSVERSA 1-B</i>
Piso	<i>PASEO BASA</i>

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento 1	Diferencia	Comentarios
1	28	-1.2	* Ensayo REALIZADO EN LA SECCION 1-B * Ensayo de HORIZONAL ACHILAS * TEMPERATURA 23°C * Hora del Ensayo 15:20 * Ensayo REALIZADO CON AYUDA DE ALUMNO 27/03/2011 * 10:00 SE REALIZÓ CORRECCIÓN
2	30	+0.8	
3	28	-1.2	
4	30	+0.8	
5	28	-1.2	
6	30	+0.8	
7	30	+0.8	
8	28	-1.2	
9	28	-1.2	
10	32	+2.0	
Promedio de lecturas Ro	28.2		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

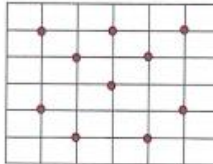
Sección	<i>Urb. Sección 1 A-B</i>
Piso	<i>Pavimento</i>

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento 1	Diferencia	Comentarios
1	40	-1,4	<i>- Sección Urbana 1 A-B</i> <i>- Hora 16:00</i> <i>- Pavimento</i> <i>- Temperatura 23°C</i> <i>- No se usó el controlador</i> <i>- Por el uso del metal</i> <i>- Hora 16:00</i> <i>- Ensayo con el controlador</i> <i>15:50</i>
2	42	0,6	
3	42	0,6	
4	43	1,6	
5	42	0,6	
6	42	0,6	
7	40	-1,4	
8	41	-0,4	
9	40	-1,4	
10	42	0,6	
Promedio de lecturas Ro	41,4		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

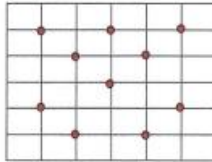
Sección	<i>Calle Lateral Diente 2-D</i>
Piso	<i>Pavimento</i>

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento 1	Diferencia	Comentarios
1	30	-2,6	<i>* Ensayo Realizado en la</i> <i>Calle 2-B de la Sección</i> <i>* Control de Humedad</i> <i>Atmósfera</i> <i>* Temperatura 23°C</i> <i>* Hora del Ensayo</i> <i>13:50</i> <i>* Ensayo en Control</i> <i>de Control</i> <i>* Ensayo Realizado con</i> <i>Control por el uso del</i> <i>controlador</i>
2	32	1,4	
3	34	3,4	
4	28	-4,6	
5	28	-4,6	
6	28	-4,6	
7	30	-2,6	
8	32	1,4	
9	30	-2,6	
10	34	3,4	
Promedio de lecturas Ro	30,6		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

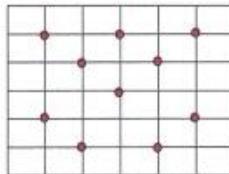
Sección	Carpeta Griseta 2-B	
Piso	Primer Piso	

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		Comentarios
	Elemento 1	Diferencia	
1	28	-2	* Ensayo Realizado en el Eje Sección 2-B * Corriente de Humedad Normal * Temperatura 23°C * El Ensayo se Realizó con Ayuda de un Asistente Presente en el Laboratorio * Hora del Ensayo 13:00
2	30	0	
3	32	2	
4	30	0	
5	28	-2	
6	32	2	
7	28	-2	
8	30	0	
9	32	2	
10	30	0	
Promedio de lecturas Ro	30		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

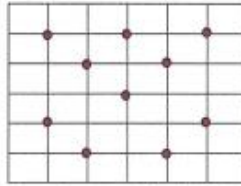
Sección	Carpeta Interior Griseta 3-D	
Piso	Primer Piso	

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		Comentarios
	Elemento 1	Diferencia	
1	30	-2.2	* Ensayo Realizado en el Eje 3-D de la Sección * Corriente de Humedad Normal * Temperatura 23°C * Hora del Ensayo 13:20 * Para el Ensayo se utilizó un Asistente Presente en el Laboratorio
2	28	-2.2	
3	34	3.8	
4	28	-2.2	
5	28	-2.2	
6	34	3.8	
7	28	-2.2	
8	28	-2.2	
9	30	-0.2	
10	34	3.8	
Promedio de lecturas Ro	30.2		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Ensayo Esclerómetro

Realizar como mínimo 10 lecturas.



Registrar el número de rebote con por lo menos 2 cifras significativas.

Sección	Uña lateral p. 2-3
Piso	Piso B2A

Lecturas del área de prueba	Posición del área de prueba		
	Elemento 1	Diferencia	Comentarios
1	40	-1.6	- Sección Esclerómetro 2-3
2	42	0.4	- Horizontal B2A
3	41	0.4	- Placa B2A
4	41	0.4	- Temperatura 23°C
5	40	-1.6	- Hora 16:30
6	42	0.4	- Ensayo Uña San Juan
7	42	0.4	- B2A 150 Compresión Res. 1a Etapa 12.2.2011
8	42	0.4	
9	40	-1.6	
10	42	0.4	
Promedio de lecturas Ro	41.6		

- Finalmente se calcula el valor promedio (este valor es el número de rebote) de las mediciones realizadas, se eliminan las mediciones que tengan una diferencia de 6 unidades con respecto al valor promedio.
- Si se desviaron más del 20% de las mediciones del valor promedio se repite el ensayo.

Anexos 4

IMÁGENES DE TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS EXISTENTES





Anexos 5

IMÁGENES SOBRE LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO NO DESTRUCTIVO CON ESCLERÓMETRO EN LA VIVIENDA.



