

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES
UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO
MEDIANTE EL METODO AIS**

AREA DE INVESTIGACIÓN

ESTRUCTURAS

AUTORES:

**Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGUI ADERLY
Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN**

JURADO EVALUADOR:

**PRESIDENTE: ING. CANCINO RODAS, CESAR LEONIDAS
SECRETARIO: ING. VICTOR MANUEL MORAN GUERRERO
VOCAL: ING. GELDRES SANCHEZ, CARMEN**

ASESOR:

**MG. ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD
ORCID: 0000-0003-4506-9290**

**TRUJILLO-PERÚ
2022**

Fecha de sustentación: 26/09/2022

PRESIDENTE

Ing. CANCINO RODAS, CESAR LEONIDAS
CIP N° 77103

SECRETARIO

Ing. VICTOR MANUEL MORAN
GUERRERO
CIP N° 50648

VOCAL

Ing. GELDRES SANCHEZ, CARMEN
CIP N° 80599

ASESOR

Ing. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD
CIP N° 96091

DEDICATORIA

A Dios, mis padres y hermano, motores de este logro

Luigui

A mis padres, mis abuelos y mi familia que estuvo en cada momento del proceso de mi formación profesional, quienes fueron un apoyo para lograr culminar mi carrera.

Edwin

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios, por iluminar mi vida
profesional y a mi asesor por su
tiempo y consideración.

Luigui

Gracias a mis padres, familia,
quienes fueron los que me
impulsaron en el transcurso de
estos años, a mi asesor que dedico
tiempo para culminar esta etapa
profesional.

Edwin

RESUMEN

La presente tesis titulada “análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones unifamiliares de la urbanización Monserrate-Trujillo mediante el método AIS” la cual tiene como objetivo principal evaluar la condición de 5 viviendas ubicadas en la urbanización Monserrate-Trujillo, mediante las condiciones del AIS para determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de estas edificaciones clasificándolas como baja, media o alta. Para ello, se realizaron ensayos de esclerometría para obtener información sobre la resistencia a la compresión de los elementos estructurales de las viviendas, las cuales presentaron resistencias superiores a $f'c$ 210 kg/cm², no obstante este valor no nos asegura que las viviendas sean seguras debido a esto es que se realizaron modelamientos de las edificaciones evaluadas con el fin de conocer su distorsión frente a un sismo, el programa que se utilizó es Etabs, en el cual en base a los planos estructurales que se realizaron con la toma de medidas en las visitas de campo, se realizaron los análisis estático y dinámico de las estructuras, con lo cual se determinó que 03 de las viviendas contaban con derivas de entrepiso dentro de los parámetros normativos, sin embargo aquellas que sufrieron modificaciones o ampliaciones terminaron por obtener estructuras susceptibles a fallas por torsión máxima y derivas de entrepiso superiores a lo indicado en normativa, debido a que existía falta de rigidez en el lado más corto de las estructuras, de esta manera con los datos de modelamiento y el análisis de las estructuras según el Método AIS, el cual mediante fichas prácticas de observación se pudo determinar la vulnerabilidad de las estructuras evaluadas frente a sismos, llegando a determinar que la vulnerabilidad en la urbanización Monserrate corresponde a una vulnerabilidad media, debido a que cuenta con estructuras que han crecido en planta y altura de manera informal, sin apoyo técnico.

ABSTRACT

The present thesis entitled "seismic vulnerability analysis of single-family buildings in the Monserrate-Trujillo urbanization through the AIS method" which has as its main objective to evaluate the condition of 5 houses located in the Monserrate-Trujillo urbanization, using the conditions of the AIS to determine the degree of seismic vulnerability of these buildings, classifying them as low, medium or high. To do this, sclerometry tests were carried out to obtain information on the compressive strength of the structural elements of the houses, which presented resistances higher than $f'c$ 210 kg / cm², however this value does not assure us that the houses are. Due to this, modeling of the evaluated buildings was carried out in order to know their distortion in the event of an earthquake, the program that was used is Etabs, in which based on the structural plans that were made with the taking of measurements. In the field visits, the static and dynamic analyzes of the structures were carried out, with which it was determined that 03 of the houses had mezzanine drifts within the normative parameters, however those that suffered modifications or extensions ended up obtaining structures susceptible to failure due to maximum torsion and mezzanine drifts higher than indicated in the regulations, due to the lack of stiffness on the shortest side of the structures, in this way with the modeling data and the analysis of the structures according to the AIS Method, which by means of practical observation sheets it was possible to determine the vulnerability of the evaluated structures to earthquakes, Getting to determine that the vulnerability in the Monserrate urbanization corresponds to a medium vulnerability, due to the fact that it has structures that have grown in plan and height in an informal way, without technical support.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los movimientos sísmicos generan temor en la población, debido que a lo largo del tiempo se ha evidenciado estos desastres, no solo en el Perú sino también en otras partes del mundo, estos desastres ocasionan pérdidas humanas, económicas y sobre todo deja en estado de alerta a la población, a pesar de que la normativa de construcción son rigurosas y su actualización es constante, pues aún no se logra prever o saber cuándo ocurrirá este tipo de desastres naturales, ejemplo de esto es el terremoto ocurrido en Chile hace 9 años, que tuvo como epicentro el océano Pacífico a unos 400 km de la capital Chilena, con una magnitud de 8.8 grados en la escala de Richter, que ocasionó que cerca de medio millón de viviendas se vean afectadas y causando la pérdida de 521 personas, también el ocurrido en Pisco- Perú en el año 2007 denominado como el terremoto de Pisco dado que se epicentro se ubicó a 60 km de dicha ciudad, con una magnitud de 7.0 en la escala de Richter, que ocasionó 48 000 viviendas destruidas, 450 000 damnificados y la pérdida de casi 600 vidas humanas.

Perú uno de los países con un alto potencial sísmico dado que se sitúa en una zona sísmica llamada “ Cinturón de fuego del Pacífico”, nombrado así por la acción sísmica ocasionada por el choque de las placas de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana, debido a estos desastres es que es indispensable realizar estudios a las edificaciones que nos permitan conocer su vulnerabilidad sísmica teniendo en consideración los parámetros de control regidos por el reglamento nacional de edificaciones más específicamente en el aparte E0.30.

ÍNDICE

Tabla de contenido

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION	1
1.1. Descripción del problema	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivo General	2
1.4. Objetivos específicos.....	2
1.5. Justificación de la investigación	3
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.2. Marco Teórico.....	11
2.2.1. ¿Qué es un terremoto y una amenaza sísmica?	11
2.2.2. ¿Qué es la sismo-resistencia?	14
2.2.3. Microzonificación Sísmica	16
2.2.4. Vulnerabilidad Sísmica.....	17
2.2.5. MÉTODO DEL AIS (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA).....	20
2.2.6. Estudios Básicos.....	24
2.2.6.1. Análisis de Software	25
2.2.6.2. Estudio de Esclerometría y Resistencia a compresión de concreto. 26	
2.2.6.3. Estudios de Mecánica de Suelos.....	27
2.2.7. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN AIS. 27	
2.2.7.1. Calificación global de daño	29
2.3. MARCO CONCEPTUAL	30
2.3.1. Concreto	30
2.3.2. Albañilería o mampostería confinada.....	30
2.3.3. Vulnerabilidad Sísmica.....	30
2.3.4. Esclerómetro	31
2.3.5. Sismo.....	31
2.3.6. Riesgo sísmico.....	31
2.3.7. Intensidad Sísmica	31
2.3.8. Concreto Armado	31
2.4. HIPOTESIS.....	32
2.4.1. Enunciado de la hipótesis:.....	32
2.4.2. Variables	32

2.4.2.1.	Variable Independiente.....	32
2.4.2.2.	Variable Dependiente.....	32
2.4.2.3.	Operacionalización de Variables	32
CAPÍTULO III.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.1.	Tipo de Investigación	35
3.2.	Línea de Investigación	36
3.3.	Alcance	36
3.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	37
3.4.1.	Técnicas de Recolección de Datos	37
3.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	37
3.5.	Diseño de Contrastación	41
3.6.	Procedimientos	42
3.6.1.	Toma de datos.....	42
3.6.2.	Realización de ensayos.....	42
3.6.3.	Aplicación del Método AIS	43
3.6.4.	Verificación por medio del Software Etabs	43
3.6.5.	Interpretación de resultados.....	44
3.7.	Procesamiento y Análisis de Datos	44
CAPÍTULO IV.	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	47
4.1.	RESULTADOS	47
4.1.1.	ANALISIS DE METODOLOGÍA AIS	47
4.1.1.1.	VIVIENDA 01.....	48
4.1.1.2.	VIVIENDA 02.....	49
4.1.1.5.	VIVIENDA 05.....	52
4.1.2.	ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA.....	54
4.1.2.1.	VIVIENDA 01.....	55
4.1.2.2.	VIVIENDA 02.....	56
4.1.2.3.	VIVIENDA 03.....	56
4.1.2.4.	VIVIENDA 04.....	57
4.1.2.5.	VIVIENDA 05.....	58
4.1.3.	ANALISIS ESTRUCTURAL EN ETABS.....	59
4.1.3.1.	MODELADO DE VIVIENDA 01, 04 y 05.....	59
4.1.3.2.	VIVIENDA 02.....	62
4.1.3.3.	VIVIENDA 03.....	64
4.1.4.	VULNERABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS ANALIZADAS	65
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	66

4.2.1. SOBRE EL MODELAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS	66
4.2.2. SOBRE LA METODOLOGIA AIS	70
4.2.3. SOBRE LA VULNERABILIDAD EN MONSERRATE.....	72
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
5.1. CONCLUSIONES.....	75
5.2. RECOMENDACIONES.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1.Operacionalización de las variables dependiente e independiente de la investigación.</i> -----	33
<i>Tabla 2. Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 01</i> -----	48
<i>Tabla 3.Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 02</i> -----	49
<i>Tabla 4.Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 03</i> -----	50
<i>Tabla 5.Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 04</i> -----	51
<i>Tabla 6.Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 05</i> -----	52
<i>Tabla 7.Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 01</i> -----	55
<i>Tabla 8.Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 02</i> -----	56
<i>Tabla 9.Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 03</i> -----	57
<i>Tabla 10. Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 04</i> -----	57
<i>Tabla 11. Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 05</i> -----	58
<i>Tabla 12. Determinación de las derivas de entrepiso en ocurrencia de sismo para vivienda 01</i> -----	60
<i>Tabla 13. Determinación de las derivas de entrepiso en ocurrencia de sismo en vivienda 02</i> -----	63
<i>Tabla 14. Determinación de las derivas de entrepiso en ocurrencia de sismo en vivienda 03</i> -----	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factores de zona en el Perú -----	13
Figura 2. Efectos de sismo en estructuras -----	14
Figura 3. Aspecto Geométricos según AIS. -----	21
Figura 4. Aspectos Contractivos según AIS -----	22
Figura 5. Aspectos Estructurales según el AIS -----	23
Figura 6. Aspectos Estructurales según el AIS -----	24
Figura 7. Modelo de Ficha de Recolección de Datos, Método AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica) -----	38
Figura 8. Formato de recolección de datos de Esclerometría. -----	39
Figura 9. Dibujo asistido por Software AUTOCAD -----	40
Figura 10. Modelamiento asistido por Software ETABS 2018 -----	40
Figura 11. Diseño de contrastación de la Hipótesis. -----	41
Figura 12. Flujograma de Procesamiento y Analisis de Datos -----	46
Figura 13. Modelamiento en Etabs de vivienda 01,04 y 05. Fuente: Modelado en Etabs 2018, elaboración propia. -----	59
Figura 14. Espectro de respuesta modal. -----	61
Figura 15. Modelamiento en Etabs de vivienda 02. Fuente: Modelado en Etabs 2018, elaboración propia. -----	63
Figura 16 Modelamiento en Etabs de vivienda 03. Fuente: Modelado en Etabs 2018, elaboración propia -----	64
Figura 17. Vulnerabilidad de la estructura vs daño de la estructura. Fuente: AIS, Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica. -----	66

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Descripción del problema

De acuerdo a que planteó (Bermudez,2014) nos dice que, comúnmente la comprensión de la vulnerabilidad está asociada a las formas de exposición de las personas o elementos a amenazas y/o eventos adversos que pueden desencadenar daño y consecuencias muchas veces poco previsible, no obstante, la vulnerabilidad presenta una dimensión más amplia y es objeto de muchas reflexiones y artículos científicos, por lo que su significado se encuentra en constante evolución.

Según el servicio Geológico Mexicano,2017 nos dice que, en el caso de un sismo, trae como consecuencia el sacudimiento del suelo, incendios, las olas marinas sísmicas y el choque psicológico, los daños dependen de la hora que ocurre el sismo, la magnitud, la distancia del epicentro, la geología del área y el tipo de construcción de las diversas estructuras, densidad de la población, el tiempo de duración del movimiento, entre otros factores.

En el Perú el reglamento de edificaciones nos da pautas y consideraciones a tener en cuenta si se va a realizar una construcción, consideraciones como saber el tipo de zona de la ciudad, que tipo de suelo presenta esa ciudad, categoriza las edificaciones como viviendas, centro de salud, bibliotecas, colegios, centros de recreación y más, debido a estas consideraciones que a veces el ciudadano de pie o la persona que no tiene claro que es necesario un estudio previo al terreno de construcción, ponen en riesgo sus vidas.

Debido a todo lo ya mencionado es que es de vital importancia desarrollar el análisis de vulnerabilidad sísmica en viviendas, colegios, centros de salud, y más con el fin de poder minimizar los daños frente a tal desastre natural, debido a esta situación nos planteamos conocer la vulnerabilidad de viviendas unifamiliares de la urbanización Monserrate en la ciudad de Trujillo como contribución para futuras investigaciones y reparaciones que decidan realizarse en dicha localidad.

A partir de esta problemática es necesario e importante determinar la vulnerabilidad sísmica de las construcciones, existen distintas formas de poder determinar la vulnerabilidad, en la presente investigación se desarrollará el método AIS o análisis de vulnerabilidad sísmica colombiano.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de 5 viviendas unifamiliares de la urbanización Monserrate y cuál será el daño a la que se encuentran expuestas?

1.3. Objetivo General

Evaluar la vulnerabilidad sísmica de 5 viviendas unifamiliares de la Urbanización Monserrate utilizando el método AIS.

1.4. Objetivos específicos.

- Determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de 5 viviendas unifamiliares de la Urbanización Monserrate utilizando el método AIS.
- Observar e Identificar los puntos críticos antes una ocurrencia sísmica

- Realizar la evaluación de resistencia del concreto mediante ensayo de esclerometría
- Efectuar el ensayo de esclerometría en 5 puntos estructurales de la edificación (2 columnas, 2 vigas y 1 losa)
- Obtener información importante sobre la Resistencia y calidad de concreto de los elementos estructurales.
- Realizar el modelamiento en el software Etabs con la información recolectada
- Comprobar si las viviendas evaluadas cumplen con las normas establecidas en la NTP y con las normas de esclerometría vigentes.

1.5. Justificación de la investigación

La presente investigación forma parte de un plan integral que busca obtener información detallada y concisa sobre los riesgos que pueden presentar las viviendas de la urbanización Monserrate. La misma que tiene como finalidad determinar el grado de vulnerabilidad sísmica y deficiencia constructiva que puedan estar afectando la vida útil de la estructura.

Asimismo, contribuirá en la evaluación los resultados de resistencia del concreto obtenidos mediante el ensayo de esclerometría, con el propósito de obtener una mejor información de los elementos estructurales estudiados, para posteriormente lograr una correcta evaluación de vulnerabilidad sísmica de las viviendas seleccionadas.

Para la determinación de la resistencia del concreto se utilizará el método de esclerometría por ser uno de los métodos no destructibles, siendo una técnica accesible que se puede realizar en cualquier momento, ya que es un

equipo de fácil transporte y de bajo costo, de tal manera se puede tener un adecuado control de calidad del concreto.

Por otro lado, se busca generar conciencia entre los habitantes de dicha urbanización y de la región de La Libertad, dándoles a conocer los riesgos que presenta la mala práctica de llevar a cabo un proyecto constructivo, sin respetar las normas establecidas en el RNE, ni contar con el asesoramiento por parte del profesional correspondiente, asimismo sobre el grado de riesgo que presenta su vivienda ante una ocurrencia sísmica. Además, pretendemos dar a conocer nuestra investigación a los interesados con respecto al tema trabajado, para el correcto uso de los resultados que se obtuvieron la evaluación aplicada, sirviendo como base para la búsqueda de soluciones a las diversas realidades que se presenta en nuestra región.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Pacheco Verjel y Criado Rodríguez, (2019) en su investigación titulada Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del barrio Cristo Rey de la comuna dos del Municipio de Ocaña, Norte de Santander, Colombia, Aplicando la metodología del Manual Fema P-154.

En su investigación (Pacheco Verjel & Criado Rodriguez, 2019), buscaron determinar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas que integran el barrio Cristo rey, de la comuna dos Nor-oriental del municipio de Ocaña, Colombia, llegando a la conclusión que la vulnerabilidad sísmica preliminar pone en un balance negativo al barrio Cristo rey que presentó 483 viviendas de las cuales se reportaron con vulnerabilidad sísmica alta un total de 457 y corresponden a un 94.32%, es decir en riesgo ante un evento sísmico, presentan peligros geológicos, estos son reportando según la metodología Fema P.154, arrojando que el 36.02% de las viviendas evaluadas presentan deslizamientos, esto hace que se encuentren en zona de alto riesgo, el reporte también arrojó que se presentaron 4 tipos de peligros exteriores los cuales son, revenimiento pesados, otros, anexos constructivos y ninguno viendo así que el 57.26% de las viviendas no tiene peligros en exteriores y el 42.44% de las viviendas si reportan peligros exteriores, las irregularidades en las viviendas se reportan como , irregularidades verticales, en planta o

ambas fueron 192 que presentan 39.75% de las 483 viviendas.(pág.68)

2.1.2. Arteaga Mora, (2016) en su investigación titulada Estudio de la vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente en la ciudad de Cuenca-Ecuador.

En su investigación (Arteaga Mora, 2016) buscó analizar y evaluar las deficiencias constructivas que contribuyen a la vulnerabilidad sísmica en una edificación de adobe, ladrillo cocido, cal, piedra y madera, perteneciente al patrimonio central, llegó a la conclusión que, con el fin de mantener la mis estética del patrimonio, se debe rehabilitar con los mismos materiales, existe una vulnerabilidad alta, lo cual generó que se plantee nuevos elementos estructurales para fortalecer las partes más expuestas, de los patrimonios analizados el 86.14% presentó fallas ya por el paso del tiempo, demostrando que con un movimiento sísmico leve, estas estructuras pueden verse afectadas en un 100% , el encanto y atractivo propio de la edificación patrimonial no debe verse amenazada por la rehabilitación debo a esto es que se planteó el trabajo con los mismos materiales ya encontradas, y rehabilitar y recuperar las propiedades físicas y mecánicas iniciales que se ha visto seriamente comprometidas.(pág.73)

2.1.3. Salazar Huamán, (2018) en su investigación titulada Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús, Cajamarca.

En su investigación (Salazar Huaman, 2018) buscó determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada de la ciudad de Jesús, concluyendo que la vulnerabilidad es Alta para 14 viviendas, media para 9 viviendas y baja para 7 viviendas, viendo la calidad de las construcciones se observó que solo un 13% de las viviendas son de buena calidad, el 54% es de regular calidad y solo un 33% es de mala calidad, esto debido a la mala calidad de la mano de obra, materiales y presencia de factores degradantes que hace más vulnerable a las vivienda de albañilería confinada, de las 14 viviendas autoconstruidas se observó que tienen una vulnerabilidad principal la cual es la densidad de muros en la dirección X, se logró determinar que los muros no estructurales de 30 viviendas son inestables, la mayoría de los ladrillos son de arcilla cocida King Kong. (pág.76)

2.1.4. Santa Cruz, (2018) en su investigación titulada Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del distrito de Túcume aplicando los métodos italiano y colombiano. Chiclayo.

En su investigación (Babilon Santacruz, 2018) buscó aplicar los métodos italianos y colombiano, para determinar la vulnerabilidad sísmica de las Instituciones educativas del Distrito de Túcume llegó a la conclusión que, la identificación de los tipos de sistemas constructivos como el de albañilería confinada sobre pórticos de

concreto armado en todos los bloques de la institución educativa Federico Villareal y en el bloque B de la institución Jorge Basadre y el predominio del sistema constructivo de adobe en los Bloques A y C de esta última Institución educativa, permitió determinar que, todos los bloques de la I.E.P Federico Villareal no poseen irregularidad en Planta e irregularidad en elevación, el bloque B de la I.E.P Jorge Basadre, si posee irregularidad en planta (torsión en planta), pero no posee irregularidad por elevación, y por tanto se concluyó que estas dos instituciones educativas poseen vulnerabilidad sísmica Baja y Alta respectivamente. (pag.58)

2.1.5. Chura Pareja, (2020) en su investigación titulada Vulnerabilidad Sísmica aplicando el método del AIS e índice de vulnerabilidad en la I.E. Isabel Chimpu Ocllo, San Martin Porres-Lima.

En su investigación (Chura Pareja, 2020) buscó determinar la vulnerabilidad sísmica aplicando el método del AIS e Índice de vulnerabilidad en la I.E. Isabel Chimpu Ocllo, San Martin de Porres con lo cual concluyó que el empleo de las metodologías del AIS e índice de vulnerabilidad ambos métodos difieren en algunos parámetros por lo cual se complementaron dando como resultado que ambos bloques presentan una vulnerabilidad media a vulnerabilidad alta, el ensayo de esclerometría se obtuvo una resistencia a la compresión referencial de los sistemas pórticos centrales de los bloques A y B del pabellón 11 de $P_1 = 238 \text{ kg/cm}^2$, $P_2 = 260 \text{ kg/cm}^2$, $P_3 = 260 \text{ kg/cm}^2$ y $p_4 = 250 \text{ kg/cm}^2$, luego se procedió al cálculo de la resistencia al 95% de confiabilidad según la ecuación de Borja dando

que se debería presentar una resistencia promedio de 280 kg/cm², Se procedió a un análisis dinámico modal espectral de dichas edificaciones escolares, del cual se aprecia que las derivas inelásticas de entrepiso tanto del Pabellón A como el pabellón B son aceptables en el eje “X-X” y eje “Y-Y”, de igual manera se cumplió los límites de distorsión de concreto armado y albañilería, de acuerdo a las norma E.030, así mismo se verifico la cortante en la base dándose como resultado fuerzas cortantes mayor e igual a 80% para edificaciones regulares, para el caso del pabellón B en dirección “X-X” se obtuvo un 77% con estado amplificado defiriendo con el valor límite de 80%. (pag.55)

2.1.6. López Ramírez, (2019) en su investigación titulada Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el asentamiento humano San Carlos de Murcia, Chachapoyas.

En su investigación (López Ramírez, 2017) buscó determinar el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el asentamiento humano San Carlos de Murcia llegando a la conclusión que el grado de vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el Asentamiento Humano San Carlos de Murcia es alto, ya que el 60% del total de las viviendas estudiadas se encontraron con un grado de vulnerabilidad sísmica alta, el 3.33% de las viviendas analizadas presentan un grado de vulnerabilidad sísmica baja y el 36.67% de las viviendas analizadas presentan un grado de vulnerabilidad media, comprobando así la hipótesis de esta investigación, la vivienda informal que se encuentra en mayor riesgo es la N° 05 categorizada

en un grado de vulnerabilidad sísmica alta, esta vivienda de adobe, según la evaluación que se hizo no cuenta con muros confinados y bien distribuidos en las principales direcciones “X” e “Y”; además de encontrarse en un mal estado actual (fisuras, grietas), etc. y de ubicarse en una zona accidentada, la vivienda informal que se encuentra en menor riesgo es la N° 28 categorizada como vulnerablemente baja por haberse construido sobre un suelo de fundación adecuado con materiales aceptables, y consideraciones que son aceptables para el Reglamento Nacional de Edificaciones. (pág. 87)

2.1.7. Salvatierra Pablo, (2018) en su investigación titulada Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Particular San Agustín, San Juan de Lurigancho.

En su investigación (Salvatierra Pablo, 2018) buscó estimar el nivel de vulnerabilidad sísmica de la Institución Educativa Particular San Agustín. San Juan de Lurigancho donde llegó a la conclusión que la respuesta sísmica de la Institución Educativa Particular San Agustín no cumple con los parámetros establecidos por la NTP E.030 Sismorresistente, es por ello que no se acepta la hipótesis nula, la cual menciona “la vulnerabilidad sísmica NO es alta en la Institución Educativa Particular San Agustín” contradiciendo el resultado por ello negando tal falacia se determina que si hay una vulnerabilidad sísmica alta en la Institución Educativa, esto se debería porque no cumple con la rigidez necesaria ya que los desplazamientos que presenta son mayores a los establecidos por la Norma E0.30, El análisis dinámico

realizado en el programa Etabs Ultimate16.2.0, determina que los elementos estructurales no presentarían buena resistencia ante un evento sísmico y terminarían fallando, por la inspección insitu realizada se pudo observar un mal proceso constructivo ante lo cual presentaría una vulnerabilidad sísmica, debido a que en los sismos se pueden apreciar las falencias que presentaron las estructuras. La presencia de columnas cortas hace que la edificación sea vulnerable porque en sismos anteriores ya está demostrado que estas son una de las principales causas de falla en escuelas. (pág. 75)

2.2. Marco Teórico

2.2.1. ¿Qué es un terremoto y una amenaza sísmica?

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería sísmica AIS (2001,pág 1-2), nos dice que es una vibración o movimiento ondulatorio del suelo que se presenta por la súbita liberación de energía sísmica, que se acumula dentro de la tierra debido a fuertes tensiones o presiones que ocurren en su interior, los1 terremotos son fenómenos naturales que se presentan por el movimiento de las placas tectónicas o fallas geológicas que existen en la corteza terrestre, también se produce por actividad volcánica, la amenaza sísmica es cuando existe la probabilidad de que se presenten sismos a cierta severidad en un lugar y en un tiempo determinado, se dice que existe amenaza sísmica, hay zonas donde se presenta una mayor amenaza sísmica es decir zonas o lugares donde se espera que se presenten sismos con mayor frecuencia y con mayor intensidad.

El reglamento nacional de edificaciones (Reglamento Nacional Edificaciones, 2020, pág. 12) nos indica el territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas mediante un mapa zonal de peligro sísmico y lo categoriza siendo el color verde el más leve, verde oscuro leve-moderado, amarillo moderado, rojo zonal de alto riesgo sísmico.



Figura 1. Factores de zona en el Perú

Fuente: Norma E 030. Diseño Sismorresistente

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la figura este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

2.2.2. ¿Qué es la sismo-resistencia?

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS (2001, pág. 3) dice que una edificación es sismo resistencia cuando se diseña y construye con una adecuada configuración estructural, con componentes de dimensiones apropiadas y materiales con una proporción y resistencia suficientes para soportar la acción de fuerzas causadas por sismos frecuentes, aun así se cumpla con los lineamientos establecidos en la norma de diseño sismo resistente, siempre hay la posibilidad de que se presente un terremoto más fuerte que los que han sido previstos y que debe ser resistidos por la edificación sin que ocurran colapsos totales, debido a esto es que no existen edificios totalmente sismo resistentes, sin embargo, la sismo resistencia es una propiedad o capacidad que se le provee a la edificación con el fin de proteger la vida y los bienes de las personas que la ocupan.

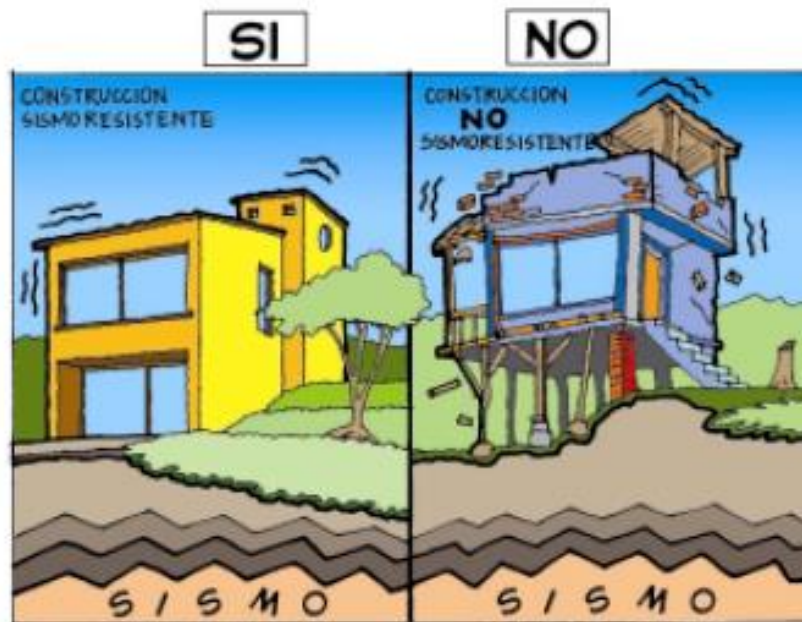


Figura 2. Efectos de sismo en estructuras

Fuente: Asociación colombiana de ingeniería sísmica, pag.14

En el capítulo II plantea un método para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en mampostería, que consiste en la calificación de 6 componentes o parámetros de evaluación.

La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS (2001, pág. 4) nos dice que los principios de la sismo resistencia son 10 los cuales se detalla cómo **forma regular** la cual nos dice que la edificación debe ser sencilla en planta y en elevación , las formas complejas, irregulares o asimétricas causan un mal comportamiento cuando la edificación es sacudida por un sismo, una geometría irregular favorece que la estructura sufra torsión, **el bajo peso de la estructura**, entre más liviana sea la edificación menor será la fuerza que tendrá que soportar cuando ocurre un terremoto, grandes masas o pesos se mueven con mayor severidad al ser sacudidas por un sismo y por lo tanto la fuerza actuante será mayor sobre los componentes de la edificación, **la edificación debe presentar una mayor rigidez**, es deseable que la estructura se deforme poco cuando se mueve ante la acción de un sismo, una estructura flexible o poco sólida al deformarse exageradamente favorece que se presenten daños en paredes o divisiones no estructurales, **debe presentar una buena estabilidad** , las edificaciones deben ser firmes y conservar el equilibrio cuando son sometidas a las vibraciones de un terremoto, estructuras poco sólidas e inestables se pueden volcar o deslizar en caso de una cimentación deficiente, la falta de estabilidad y rigidez favorece que edificaciones vecinas se golpeen en forma perjudicial si no existe una suficiente separación entre ellas, **debe presentar un suelo firme y buena cimentación** , la cimentación debe ser competente para transmitir con seguridad el peso de la edificación al suelo, también es deseable que el material del suelo sea duro y resistente, los suelos blandos amplifican las ondas sísmicas y facilitan asentamiento nocivos en la cimentación, **estructura apropiada** , para que una edificación soporte un terremoto su estructura debe ser sólida, simétrica, uniforme, continua o bien conectada, cambios bruscos de sus dimensiones, de su rigidez, falta de continuidad, una

configuración estructural desordenada o voladizos excesivos facilitan la concentración de fuerzas nocivas. **Materiales competentes**, los materiales deben ser de buena calidad para garantizar una adecuada resistencia y capacidad de la estructura para absorber y disipar la energía que el sismo le otorga a la edificación cuando se sacude, calidad en la construcción, se debe cumplir los requisitos de calidad y resistencia de los materiales y acotar las especificaciones de diseño y construcción, la falta de control de calidad en la construcción y la ausencia de supervisión técnica ha sido la causa de daños y colapsos de edificaciones que aparentemente cumple con otras características o principio de la sismo resistencia.

Según la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica “AIS” (2001, p.7), “Este Método nos dice que, para que una edificación, califique como de vulnerabilidad sísmica intermedia o alta, es suficiente que presente deficiencias en cualquiera de los aspectos antes mencionados. Cada parámetro evaluado, se califica mediante unos criterios muy sencillos a partir de una inspección visual, comparándolos con patrones generales.

2.2.3. Microzonificación Sísmica

Según el Reglamento Nacional de edificaciones (2020, pág. 13) Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como la licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés, los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales.

2.2.4. Vulnerabilidad Sísmica.

La vulnerabilidad sísmica es un término que se utiliza para referirse al nivel de peligrosidad de deterioro que sufren las estructuras en un área de estudio frente a un evento sísmico. Yépez (1996) nos menciona que, en una estructura o conjunto de estructuras la vulnerabilidad sísmica está definida como el valor de daño por consecuencia de una vibración sísmica en un sector con una intensidad determinada.

Se podría tener como concepto que, vulnerabilidad sísmica es el grado de respuesta o efecto de daño que la edificación podría presentar durante o después de la actividad sísmica a una determinada magnitud en la zona habitada.

En la actualidad gracias a los nuevos estudios en conjunto con los avances tecnológicos, tenemos a disposición un sinnúmero de métodos y software a disposición, las mismas que podemos complementar para la realización de los estudios o evaluaciones correspondientes llegando a un mismo objetivo y resultado en la determinación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas u otro tipo de edificación.

Esto no se podría realizar sin antes tener una base de datos es decir recolección de la información necesaria para el estudio a realizar, ya sea visual o utilizando algún método adicional para una mejor evaluación.

Asimismo, es de gran ayuda la recolección de información basado en las experiencias de cada estudio realizado al pasar de los años por los diversos autores, de la misma manera es de gran apoyo la utilización de software ya que estas nos brindan resultados con mayor precisión, siendo dependiente de los datos recolectados en campo, es decir al error humano.

Es por ello, que en dependencia de los métodos de construcción algunas estructuras son más o menos vulnerables a eventos sísmicos, y existen muchos criterios dentro de la construcción que permiten garantizar una buena respuesta sísmica de una estructura frente a un sismo. Estos se pueden determinar mediante cálculos y modelamientos sísmicos, asimismo se requieren de un correcto control de la calidad de la construcción y los materiales que intervienen en su proceso constructivo.

(Chura Pareja, 2020) señala que técnicamente, cada sistema estructural es capaz de ser susceptible por un movimiento sísmico, esto puede ser materia de investigación relacionado a su vulnerabilidad. De esto, podemos indicar que todas las estructuras son vulnerables, lo que se debe investigar es que tan vulnerables resultan estas estructuras frente a movimientos sísmicos, es por ello que si nos ubicamos en un área de estudio delimitada podríamos señalar que tan vulnerables son las estructuras o como se comportarían estas en un evento sísmico. Chukra (2020) indica que la estimación de la vulnerabilidad puede ser desarrollado por medio de procedimiento numéricos estimando así el daño sísmico de edificaciones, o mediante ensayos de laboratorio, Enel cual es preciso diferenciar la vulnerabilidad examinada de los daños anteriores al movimiento sísmico, y la vulnerabilidad cuantificada que ha sido causa de una indagación matemática precisa por medio de un modelaje estructural o con pruebas en muestras limitadas, de lo cual sus resultados han de ser formulados en términos probabilísticos.

Dentro del análisis de la vulnerabilidad sísmica se pueden indicar que existen dos tipos de daños a las que se encuentra susceptibles las edificaciones, estos pueden ser visto como daños tipo estructurales y no estructurales. Estos daños pueden medirse mediante la observación, modelamientos o ensayos (in situ o de

laboratorio), que permiten darnos una idea o predicción del comportamiento de la estructura.

EL daño tipo estructural es aquel que está por encima de la capacidad de respuesta de la estructura, y, en consecuencia, genera un deterioro en elementos que cumplen una función estructural. Según (Alonso G., 2014, pág. 39), la vulnerabilidad sísmica puede denominarse como el margen en el que se excede el grado de reserva o el nivel de capacidad de respuesta sospechado disponible ante un movimiento sísmico conocido, el daño se produce en elementos estructurales, como vigas, columnas, muros de albañilería, losas y placas.

Según (Kuroiwa Horiuchi, 2016) la vulnerabilidad sísmica no estructural, depende de la susceptibilidad de la edificación a ser dañada por un sismo, el daño les ocurre a elementos no estructurales, como elementos arquitectónicos, colapso de equipos mecánicos, eléctricos y sanitarios. Asimismo, nos indica que las fallas no estructurales se dan en elementos que no soportan o transmiten cargas, sino que representan una función estética.

2.2.5. MÉTODO DEL AIS (ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA)

Según la AIS (2001). Publico el manual sobre construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de edificaciones de mampostería, en la cual se propone una metodología de evaluación a las estructuras en base de mampostería estimándose la vulnerabilidad que contiene ante un eventual sismo, en la cual tiene como finalidad en calificar seis componentes. Estos componentes hacen referencia a: Aspectos geométricos, aspectos constructivos, aspectos estructurales, cimentación, suelos y entorno.

Dentro del primer componente, Aspecto geométrico, se debe evaluar la irregularidad en planta de la edificación, la densidad de muros (o cantidad de muros en dos direcciones), y también se debe observar la irregularidad en altura de la edificación. Estos aspectos nos indica la metodología AIS como se observa en la Figura 03.

El segundo componente es el Aspecto Constructivo, donde se debe evaluar la Calidad de las juntas de pega en mortero, el tipo y disposición de las unidades de mampostería (referida al tipo y forma de asentado del ladrillo), y por último la calidad de los materiales involucrados en la construcción. Estos aspectos nos permiten conocer la calidad de trabajo y recursos que se usaron en la construcción de la edificación, como se observa en la Figura 04.

El tercer componente de la metodología AIS es el aspecto estructural, en la cual se debe evaluar los muros reforzados y confinados, los detalles de vigas y columnas de confinamiento, las vigas de amarre o corona, las características de las aberturas en los vanos, las alturas y niveles de entrepiso y el amarre en las

cubiertas, Estos aspectos son de relevancia para el modelamiento de las edificaciones a evaluar, como se explica en la Figura 05.

El cuarto componente sería la cimentación, conocer el tipo de cimentación superficial utilizada, que en la mayoría de casos en el Perú, por un tema económico suelen ser zapatas aisladas. Resulta importante también conocer el desplante de las estructuras. (Ver figura 06).

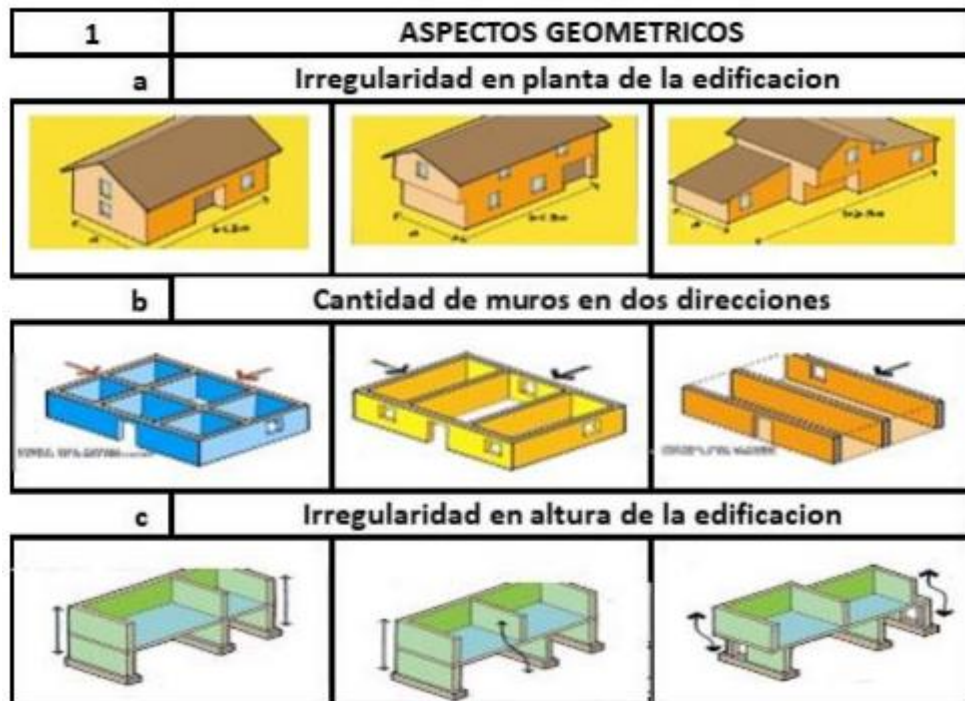


Figura 3. Aspecto Geométricos según AIS.

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001)

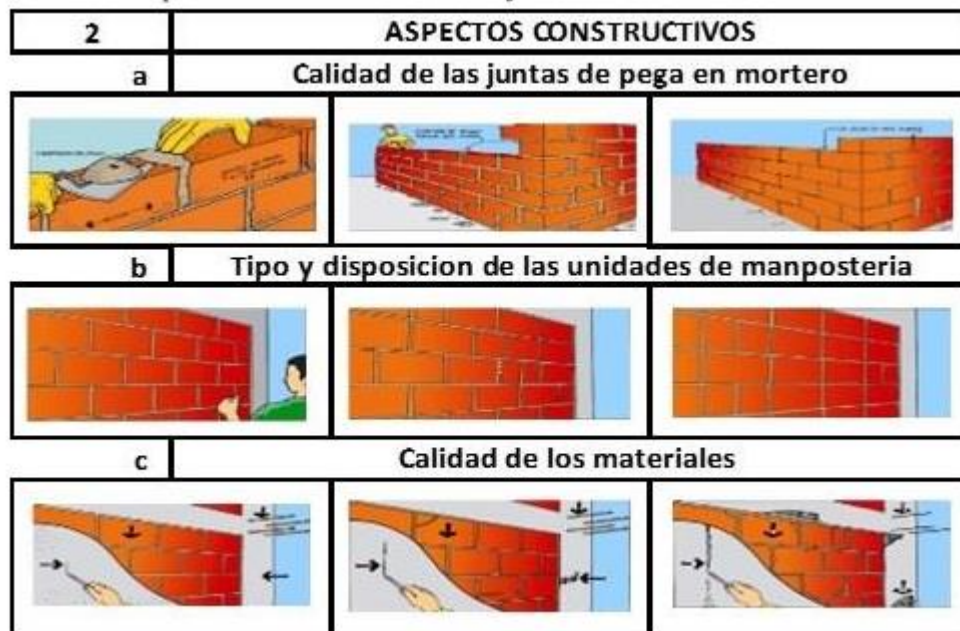


Figura 4. Aspectos Constructivos según AIS

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001)

El quinto componente hace referencia a los suelos, como se sabe los suelos pueden variar en todos sus aspectos (vistos desde la mecánica de suelos), para lo cual se debe determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de fundación. (Ver figura 06)

Y, por último, el sexto componente es el entorno, que hace referencia a todo lo que rodea a la construcción como por ejemplo en algunas zonas del país se suele construir en los riscos o muy cerca a quebradas lo cual significa un riesgo de desbordes o deslizamientos, lo cual los convierte en estructuras vulnerables frente a sismos. (Ver figura 06)

Estos componentes permiten una adecuada evaluación de la edificación, lo cual se logra llevar a valores numéricos (cuantificación de la vulnerabilidad sísmica de una estructura).

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una vivienda utilizando el método propuesto por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), depende de varios criterios tales como: diseño geométrico, sistema constructivo y diseño estructural, así mismo la vulnerabilidad está vinculada con el tipo de cimentación, suelos y la zona en la que las edificaciones se encuentran, este método sirve de gran apoyo para la determinación del grado de daño que las viviendas recibirían como consecuencia de un movimiento sísmico de una magnitud determinada.

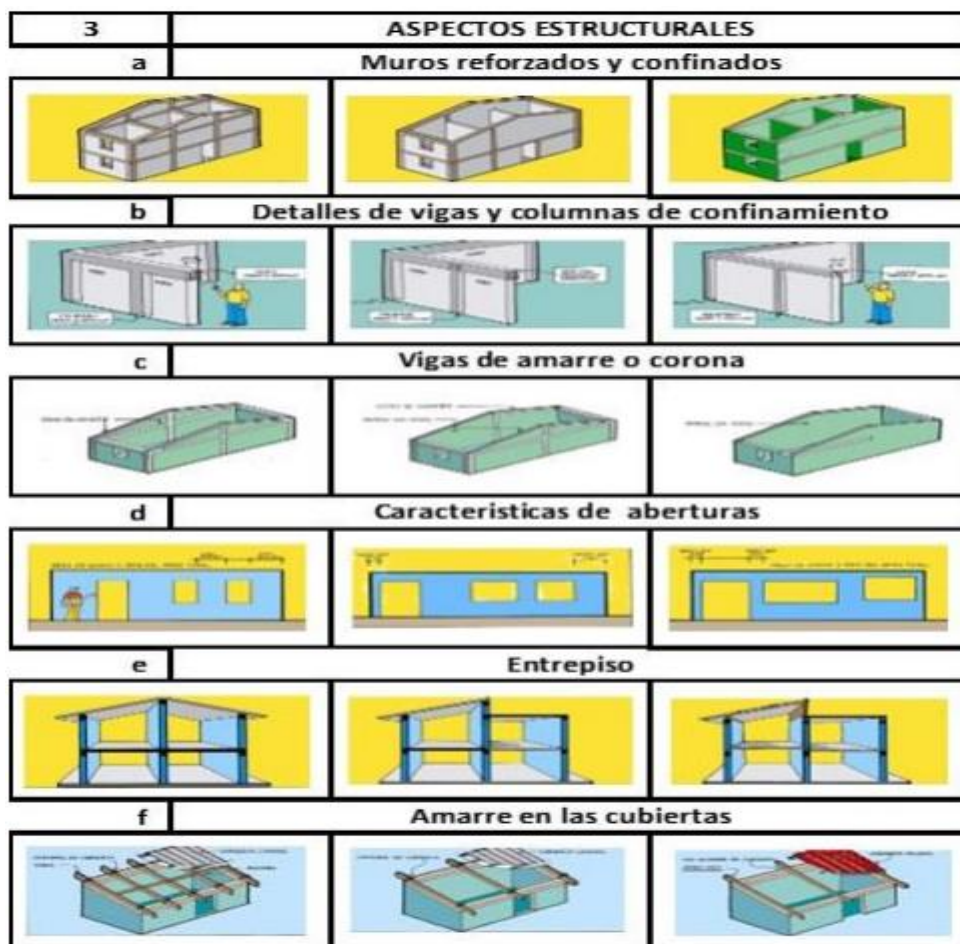


Figura 5. Aspectos Estructurales según el AIS

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001)



Figura 6. Aspectos Estructurales según el AIS

Fuente: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (2001)

Este método es fundamental para analizar las condiciones actuales de las viviendas, realizando la toma de datos correspondientes especificadas en el MANUAL DE CONSTRUCCION, EVALUACION Y REHABILITACION SISMO RESISTENTE DE VIVIENDAS DE MAMPOSTERIA, de tal manera podremos detectar los puntos más vulnerables o críticos de la edificación, así mismo la informalidad en los elementos estructurales y no estructurales, calificándolo en tres tipo de niveles como: baja, media y alta, por ultimo de realizada la evaluación, se planteará posibles soluciones o recomendaciones para el mejoramiento de las viviendas estudiadas

2.2.6. Estudios Básicos.

Para lograr realizar un análisis de la vulnerabilidad, utilizando la metodología del AIS, se deben realizar estudios básicos con el fin de obtener una data válida y capaz de demostrar la veracidad del método.

2.2.6.1. Análisis de Software

Para el diseño estructural de las edificaciones en evaluación se utilizará el software Etabs, es un programa diseñado para la realización del análisis estructural, ofreciendo opciones de dimensionamiento refinados, abarcando una amplia serie de materiales, demostraciones gráficas, diseños esquemáticos e informes que permiten el entendimiento del análisis y de la obtención de resultados precisos. (CSI, 2016). Para el modelamiento se tendrán las consideraciones de la norma de Diseño Sismorresistente E.030.

Algunos de los procedimientos para la utilización del Software se mencionan a continuación:

- Generalidades del Modelamiento
- Selección de Unidades
- Definición del GRID
- Definición de las alturas de Entrepiso
- Creación de Materiales
- Creación de los elementos Frame
- Colocación de los elementos Frame
- Creación de los Elementos Shell
- Colocación de los elementos Shell
- Creación de los Elementos Slabs
- Colocación de los elementos Slabs.
- Restricciones y verificaciones
- Combinación de cargas
- Definición de masas y estados de cargas.

- Análisis Estático
- Análisis Dinámico

Lo que se espera tras el modelamiento en ETABS, es verificar la vulnerabilidad de las estructuras, relacionando los datos verificables en las visitas técnicas, es decir con los valores de esclerometría, los planos y fotografías, simular un sismo en las edificaciones en evaluación y conocer que tan vulnerables son estas estructuras, podría indicarse que ETABS nos permite conocer la vulnerabilidad de la estructura con respecto a los parámetros normativos, explicando la respuesta sísmica esperada de las estructuras en evaluación.

2.2.6.2. Estudio de Esclerometría y Resistencia a compresión de concreto.

El ensayo de esclerometría tiene como objetivo establecer la determinación de un número de rebote en el concreto endurecido usando un martillo accionado por resorte. (Norma Técnica Peruana 339.181, 2016) Este ensayo se aplica para evaluar la uniformidad del concreto in situ, mediante la delimitación de una región o área de evaluación para determinar la calidad del concreto o estimar el desarrollo de la resistencia in situ. Esto nos permite estimar la resistencia bajo una correlación entre el esfuerzo y el número de rebote en el martillo.

El ensayo de esclerometría es un ensayo no destructivo, es por ello que se debe tener algunos cuidados en la toma de datos, por ejemplo, debe darse sobre superficie de concreto y no sobre tarrajes o recubrimientos, asimismo es de vital importancia la posición del martillo durante el ensayo,

debido a su metodología es necesario tomar muchos datos para obtener una resistencia promedio fiable. Según (Hernández Ávila, 2017) nos explica que los ensayos de resistencia a compresión con especímenes de concreto por esclerometría comprenden un método no destructivo ágil para evaluar la resistencia de estructuras de concreto, siendo este un aparato sólido, de funcionamiento fiable con un manejo muy simple que permite realizar los ensayos tanto en laboratorio como en obras.

La resistencia a compresión representa la capacidad del concreto para soportar cargas, esta resistencia expresada en kg/cm^2 , representa requisitos de diseño de mezcla de los componentes que integran el concreto.

2.2.6.3. Estudios de Mecánica de Suelos.

El estudio de Mecánica de suelos comprende el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del suelo de fundación, es decir conocer las características de los suelos sobre la cual se cimientan las estructuras, resulta de vital importancia conocer la capacidad admisible del terreno pues en dependencia de la respuesta de esta depende el tipo de cimentación a utilizar con la finalidad de repartir las cargas de las estructuras en el área de construcción.

2.2.7. EVALUACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN AIS.

Las viviendas, a lo largo de su vida útil, se ven afectadas por sismos, los cuales son fenómenos naturales que ocurren sin previo aviso, y que pueden perjudicar a las estructuras, y depende muchos casos del sistema estructurales, análisis estructural o calidad de materiales empleados en la construcción de dicha vivienda. Debido a que el Perú se encuentra en una

zona altamente sísmica, es muy probable que las viviendas sean susceptibles a daños y se tenga la necesidad de reparar las estructuras deterioradas, para tal fin, el AIS propone consideraciones para evaluar los daños de una vivienda, siendo predominante en el Perú, la albañilería confinada.

En el caso de la albañilería o mampostería confinada, (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001) capítulo III nos indica que algunos elementos susceptibles a daños en albañilería confinada, pueden ser:

- Paneles, AIS lo define como muros de mampostería no reforzada contenidos entre marcos de concreto reforzado de confinamiento. Los paneles pueden presentar agrietamientos en diagonal o pueden presentar tendencia a la falla en dirección perpendicular al plano de muro
- Elementos de confinamiento (vigas y columnas), que tienen como función reforzar los paneles; los cuales pueden fallar por corte, por tensión, por compresión o por efectos combinados principalmente como consecuencia del agrietamiento del panel interior. (pág. 87)

Asimismo, AIS clasifica los daños por sismos en leves, moderados y severos, en los cuales se explican algunos tipos de falla como:

- Rotura y fisuración en las esquinas
- Tensión diagonal
- Desplazamiento de las juntas horizontales
- Rotura diagonal y rotura de las esquinas
- Efectos fuera de plano de muro
- Agrietamiento de la columna por falla a cortante

- Falla del empalme del traslapo
- Daño en la conexión viga-columna

2.2.7.1. Calificación global de daño

De acuerdo al Manual del AIS, se debe determinar una calificación de la estructura en daños leves, moderados o severos, para ello se el manual indica lo siguiente:

- Daños leves: Cuando se presentan daños leves o en forma generalizada en los elementos de la estructura; o cuando se presentan unos pocos daños moderados muy localizados y que no ponen en peligro ninguna parte de la estructura.
- Daños moderados: Cuando se presentan daños moderados en forma generalizada en los elementos de la estructura; o cuando se presentan unos pocos daños severos muy localizados y que no ponen en peligro la estabilidad de la estructura.
- Cuando se presentan varios daños moderados que ponen en peligro la estabilidad de una parte de la estructura; o cuando se presentan daños severos en generalizada en la vivienda.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Concreto

Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades prefijadas. El material que en nuestro medio es conocido como Concreto, es definido como Hormigón en las Normas del Comité Panamericano de Normas Técnicas (COPANT), adoptadas por el ITINTEC.

2.3.2. Albañilería o mampostería confinada

Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería" apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido. (Reglamento Nacional Edificaciones, 2020).

2.3.3. Vulnerabilidad Sísmica

(Yepez Moya, H. Barbat, & A. Canas, 1996)). Afirma que "la vulnerabilidad sísmica de una estructura o grupo de estructuras, está definida como el grado de daño debido a la ocurrencia de un movimiento sísmico del terreno de una intensidad determinada" (p. 332). Es decir, la vulnerabilidad sísmica es la magnitud de daño que las viviendas pueden presentar en las estructuras de las diferentes edificaciones a causa de un repentino fenómeno sísmico de una intensidad determinada.

2.3.4. Esclerómetro

Hernández, Orozco, Almanza y Ramírez (2018,). “El esclerómetro digital es un sistema avanzado y completamente automático para la estimación de la resistencia a compresión del concreto, que calcula automáticamente la media, mediana, el valor del rebote (R), y la resistencia a la compresión del concreto

2.3.5. Sismo

Serie de vibraciones en la superficie Terrestre generadas por la liberación repentina de energía producida por el movimiento brusco de las placas tectónicas

2.3.6. Riesgo sísmico

Consecuencias sociales y económicas ocasionadas por un movimiento telúrico

2.3.7. Intensidad Sísmica

Es la percepción de las personas ante los daños materiales y económicos ocasionados por la actividad sísmica.

2.3.8. Concreto Armado

Concreto estructural debidamente reforzado con acero, esta es utilizada para los diferentes tipos de construcción tales como, edificios, puentes y caminos

2.4. HIPOTESIS

2.4.1. Enunciado de la hipótesis:

Al realizar el análisis de vulnerabilidad sísmica mediante el método AIS en las viviendas unifamiliares dentro de la Urbanización Monserrate del distrito de Trujillo, se encontrará que las viviendas no son vulnerables ante una ocurrencia sísmica.

2.4.2. Variables

2.4.2.1. Variable Independiente

- Análisis de la Vulnerabilidad Sísmica mediante Método AIS

2.4.2.2. Variable Dependiente

- Viviendas de la Urb. Monserrate del distrito de Trujillo

2.4.2.3. Operacionalización de Variables

En la siguiente tabla se describe la operacionalización de las variables de la hipótesis. (Ver Tabla 01).

Tabla 1.Operacionalización de las variables dependiente e independiente de la investigación.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICION	TECNIAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	INSTRUMENTOS
DEPENDIENTE: Viviendas de la Urbanización Monserrate	Método de la Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)	Aspectos geométricos	Nominal	observación encuesta revisión de documentos	Formulario (AIS)
		Aspectos constructivos	Nominal		Formulario (AIS)
		Aspectos estructurales	Regularidad		Formulario (AIS)
		Orientación técnica	Nominal		Formulario (AIS)
		Ubicación de la edificación	Nominal		Formulario (AIS)
	Ensayo de esclerometría	Resistencia del concreto	Kg/cm ²	Recolección de datos	esclerómetro
	Análisis mediante software	Diseño estructural	Nominal	software	ETABS

Fuente: Elaboración Propia

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICION	TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACION	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE: Análisis de Vulnerabilidad Sísmica mediante Método AIS	Condición actual	Proyecto de Interés Social	Nominal	observación	Observación Criterio propio
		Informalidad constructiva	Nominal	observación encuesta revisión de documentos	Observación Criterio propio
		Orientación técnica	Nominal	observación encuesta revisión de documentos	Observación Criterio propio
		Ubicación de la edificación	Nominal	observación encuesta revisión de documentos	Observación Criterio propio

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

Se trata de una investigación de tipo Aplicada, dado que en base a los conocimientos teóricos de la sismorresistencia y análisis estructural según la metodología AIS, se puede analizar y predecir los efectos de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de la urbanización Monserrate en la ciudad de Trujillo, frente a eventos sísmicos. La investigación aplicada es una medida de entender las realidades mediante con una prueba científica. (Vargas Cordero, 2009)

Según el nivel de investigación podría indicarse que la metodología de investigación es explicativa causal, debido a que correlaciona la causa-efecto, es decir la causa serían los parámetros y datos obtenidos en las visitas técnicas (los cuales son el reflejo de un análisis situacional de las estructuras encontradas) que en consecuencia brindaría valores de vulnerabilidad mediante el modelamiento y análisis con la metodología AIS.

Según el diseño de la investigación se pueden indicar que es cuasi experimental. Hedrick et al. (1993), indica que a investigación cuasiexperimental presenta la misma intencionalidad que las investigaciones experimentales, las cuales justifican las variables mediante una relación causal.

El enfoque de la investigación sería Cuantitativa dado que se determinan valores numéricos de fuerza o cargas relacionadas a las variables de análisis de manera objetiva, a través de un muestreo.

3.2. Línea de Investigación

- Ingeniería Sísmica

3.3. Alcance

3.3.1. Población y Muestra:

3.3.2. Población:

- Las viviendas ubicadas dentro de la Urbanización Monserrate – Trujillo – La Libertad.

Según Pineda et al (1994) indica que una población está compuesta por seres vivos, cosas inertes contables, los especímenes de laboratorio entre otros. En este caso se tratan de evaluación de viviendas en un área específica.

3.3.3. Muestra:

- Teniendo en cuenta que esta investigación forma parte de un proyecto integral y la dificultad del acceso a la vivienda por parte de los propietarios, se escogió 5 viviendas unifamiliares representativas de la zona, en donde se realizarán 8 pruebas esclerométricas en diferentes elementos estructurales pertenecientes a la vivienda, siendo tales como: columnas, vigas y losas, respectivamente, teniendo una suma total de 40 elementos estructurales.

Según Tamayo y Tamayo (1997), la muestra es el grupo de individuos tomados de una población determinada para poder investigarlo estadísticamente. Dentro de la población de la urb. Monserrate se escogieron 05 viviendas de manera aleatoria (muestra) para la realización de la investigación.

Cabe señalar que para la investigación se dará un muestro no probabilístico de conveniencia, dado que las edificaciones a las que se accedió fueron aquellas en las que se consiguió permiso de ingreso, debido que, en algunos casos, los habitantes se negaban a brindar sus instalaciones.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

- Para la recolección de datos se utilizó la técnica de observación directa o in situ, esta técnica va de la mano con la metodología AIS, en la cual se debe realizar una visualización de los elementos estructurales, columnas, vigas, muros y losas. Para ello, se requiere de fichaje, de manera tal, que se puedan registrar los datos obtenidos.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- **Fichas de recolección de datos**, que se realizaron en cada una de las viviendas en estudio, con la finalidad de obtener la visualización arquitectónica de las viviendas y el estado en que las viviendas se encuentran.
- **Utilización de ficha técnica propuesta por la Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS)**, para la recolección de datos visuales de la edificación. Donde se consideran los seis aspectos de estudio del método: Aspecto geométrico, aspecto constructivo, aspecto estructural, el tipo de cimentación, tipo de suelo y el entorno.

Figura 7. Modelo de Ficha de Recolección de Datos, Método AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica)

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACIÓN MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS	Indicadores de vulnerabilidad sísmica		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. ASPECTO GEOMETRICO			
1.1. Irregularidad en planta			
1.2. Cantidad de muros en X & Y			
1.3. Irregularidad en altura			
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO			
2.1. Calidad de juntas de pega			
2.2. Tipo de mampostería			
2.3. Calidad de materiales			
3. ASPECTO ESTRUCTURAL			
3.1. Muros confinados			
3.2. Detalles de columnas y vigas			
3.3. Vigas de amarre			
3.4. Características de las aberturas			
3.5. Entrepiso			
3.6. Amarre de Cubiertas			
4. Cimentación			
5. Suelo			
6. Entorno			
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

Fuente: elaboración propia

- **Ensayo de esclerometría**, para determinar la Resistencia a la compresión del concreto de elementos estructurales. Se tuvo que realizar este ensayo debido a que es un ensayo no destructivo que nos permite estimar el f'_c de la estructura, el cual nos sirve para determinar si el tipo de concreto utilizado en las estructuras cumple las solicitaciones de carga y para datos de entrada en el análisis estructural en ETABS.

Figura 8. Formato de recolección de datos de Esclerometría.

SOLICITANTE : Luigui Briceño
 OBRA : Edificación unifamiliar de 3 niveles
 NORMA DE REFERENCIA : ASTM C805
 FECHA DE ENSAYO : 07 de febrero del 2020.
 UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS : Urb. Monserrate - Trujillo, La Libertad.
 EQUIPO EMPLEADO : Hermitage PA 16148.
 CALIBRACIÓN : Certificado de calibración PIC-LD-002-2020.



Laboratorio de Ensayos de Ingeniería
 Concreto - Materiales - Suelos

CODIGO	MODIFICACIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ÁNGULO DE IMPACTO	NÚMERO DE REBOTE (N)										PROMEDIO	RANGO DE VALIDEZ SEGÚN NORMA		PROMEDIO DEFINITIVO	PROMEDIO REPRESENTATIVO	f'c referencial (kg/cm2)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		PROMEDIO - 6	PROMEDIO +6			
E-01	PATRON	COLUMNA	0°	37.5	36	36	34	33.5	30	36.5	34.5	32	33.5	34.35	28.35	40.35	34.35	32.65	265
E-02	PATRON	COLUMNA	0°	33.5	33	31	30	28	34	33	32.5	36	32.5	32.35	26.35	38.35	32.35		238
E-03	PATRON	COLUMNA	0°	33.5	27.5	33.5	32.5	31.5	32	34.5	30	26.5	24.5	30.6	24.6	36.6	30.6		215
E-04	PATRON	COLUMNA	0°	31.5	37	32	35	32.5	28.5	31.5	31.5	30	31.5	32.1	26.1	38.1	32.1		235
E-05	PATRON	COLUMNA	0°	27.5	23.5	30	30	29	26.5	25.5	36	35	29	29.2	23.2	35.2	29.2		196
E-06	PATRON	COLUMNA	0°	24.5	35.5	36.5	33.5	36.7	32	35.5	36	31	32	33.32	27.32	39.32	33.32		251
E-07	PATRON	COLUMNA	0°	38	38.5	31	32.5	34	33.5	37	36	33	37	35.05	29.05	41.05	35.05		275
E-08	PATRON	COLUMNA	0°	37	36	32	33	35	35	36	31	32	35	34.2	28.2	40.2	34.2		263

ESCLEROMETRÍA PATRON : N = 32.65
 RESISTENCIA REFERENCIAL : f'c = 210 kg/cm2.
 ANEXOS :

MARCO ALEXANDER RODRIGUEZ GUEVARA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 234487



- Aplicación de un software de dibujo asistido por computadora (AUTOCAD 2019), para la realización de planos de las viviendas evaluadas, en el caso de que estas no cuenten con lo mencionado.
- Aplicación de Software de modelamiento de estructuras para análisis sísmico (ETABS 2018), para el cálculo de peso de la

estructura, cálculo de reacciones, cálculo de masa participativa, y desplazamientos de la estructura.

Figura 9. Dibujo asistido por Software AUTOCAD

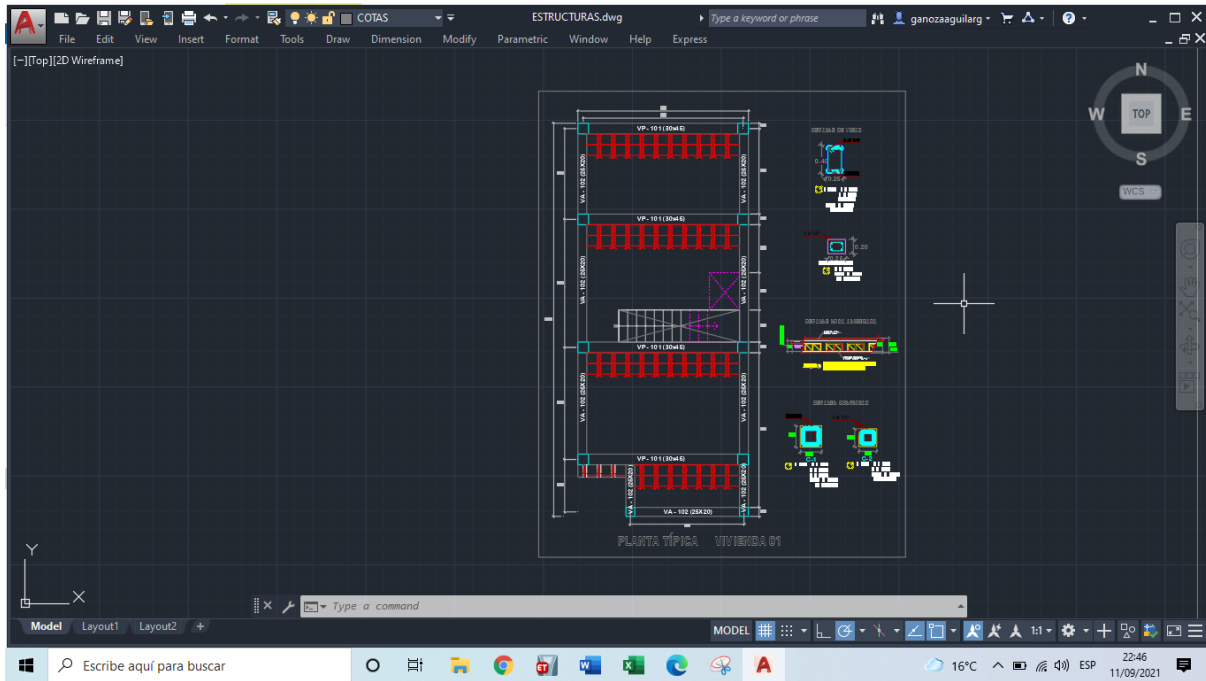
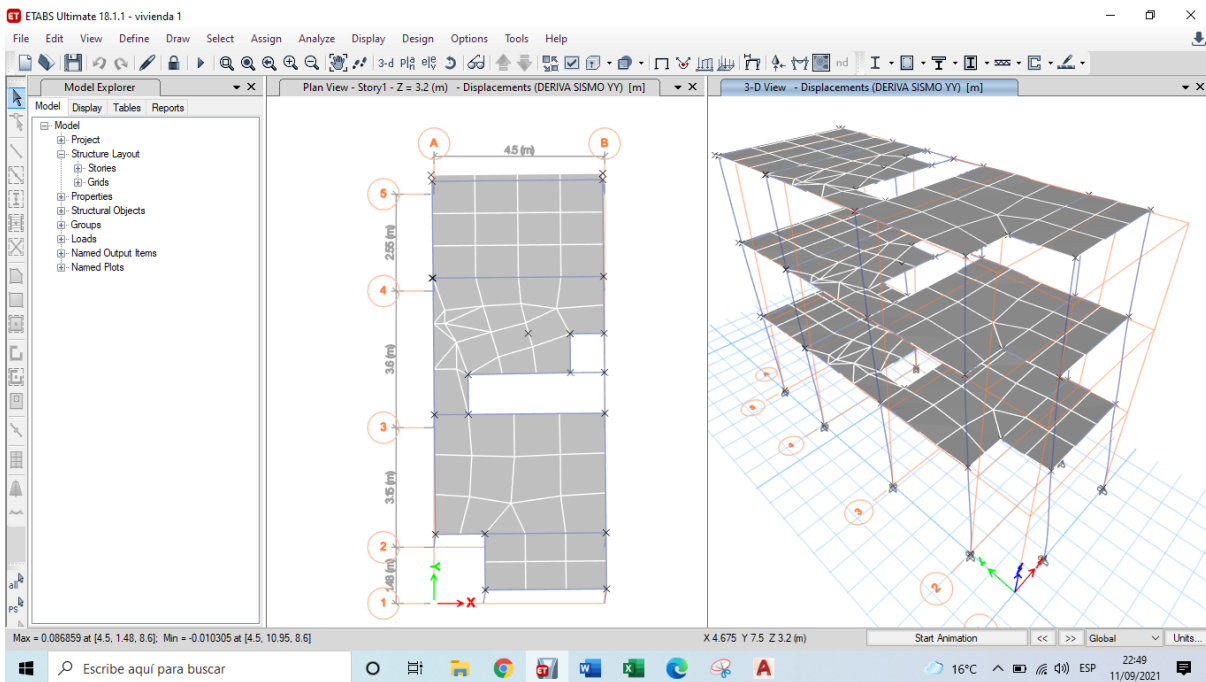


Figura 10. Modelamiento asistido por Software ETABS 2018



3.5. Diseño de Contrastación

Para la contrastación de la hipótesis se creyó conveniente realizar un diagrama de flujo que expresa la realización de esta:

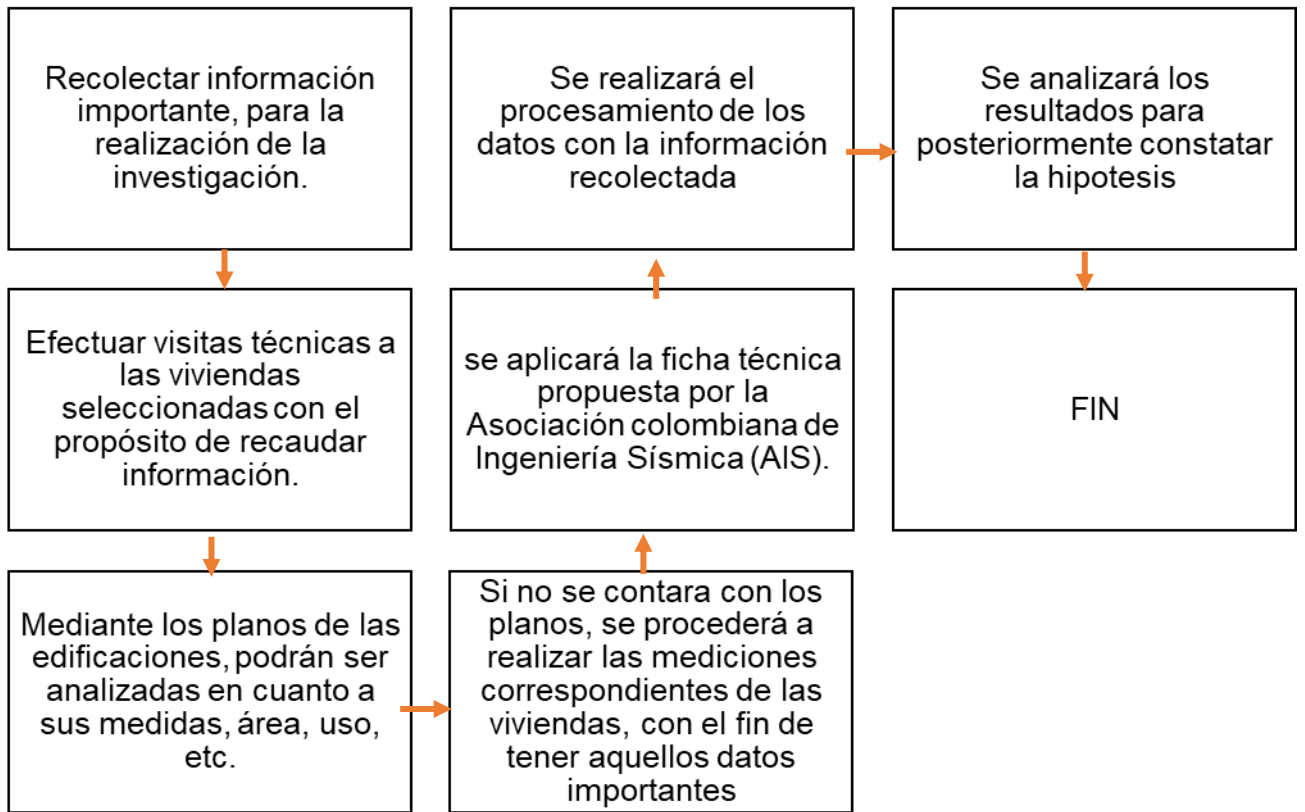


Figura 11. Diseño de contrastación de la Hipótesis.

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Toma de datos

- **Uso de fichas para recolección de datos:** Con apoyo de las fichas se recolectará información sobre los componentes de las viviendas aspectos geométricos, constructivos, estructurales, etc., siguiendo la metodología del AIS.
- **Diseño de planos estructurales de las viviendas analizadas:** Se procederá a realizar las medidas de los ambientes y elementos estructurales con la finalidad de realizar un plano estructural, para ello se usará cinta métrica en los muros portantes y elementos de las viviendas, con ello se podrán dibujar los planos de estructuras en AutoCAD.
- **Cálculos y análisis con Software:** se realizará el cálculo de los índices de vulnerabilidad según AIS, con apoyo del modelamiento en ETABS.
- **Comparación y discusión de los resultados:** se realizará una comparativa de los resultados obtenidos con la metodología AIS, en base a las Normas E. 030 y E 0.70 de la normativa nacional.

3.6.2. Realización de ensayos.

- **Ensayo de Esclerometría.** Se realizarán en todas las viviendas a evaluar (5). Un total de 08 ensayos por vivienda, es decir se escogerán 08 elementos estructurales entre columnas y vigas con la finalidad de determinar la resistencia de los elementos, sobre todo verificar si se cumple la resistencia de diseño de 210 kg/cm². Con esto se logra corroborar la resistencia de los elementos estructurales, lo cual sirve como dato de entrada dentro del modelamiento de la

vivienda en el software, y nos da una estimación del comportamiento de la estructura en relación con los elementos estructurales que sostienen las cargas de la edificación.

- **Ensayos de Mecánica de Suelos.** En esta oportunidad no se lograron realizar calicatas, sino se utilizaron valores de capacidad portante de antecedentes a la investigación los cuales reportan datos de laboratorio de mecánica de suelos, y son útiles para esta investigación.

3.6.3. Aplicación del Método AIS

- Al haber realizado la toma de datos in situ, se aplicarán las metodologías indicadas, para ello se determinarán los parámetros de los componentes del método, apoyándonos en hojas de cálculo de Excel, observación y modelamiento en software.

3.6.4. Verificación por medio del Software Etabs

- Con los planos elaborados, después de la toma de medidas de las estructuras y ambientes, se procederá a realizar el modelado considerando las características de la edificación, con esto se podrá realizar el análisis estático, para el método dinámico se necesitará introducir valores de la aceleración espectral. Producto del modelamiento se determinarán los desplazamientos o deformaciones y las torsiones de la estructura modelada, así como los periodos de vibración y las distorsiones de entrepiso.

3.6.5. Interpretación de resultados

- En esta etapa se comparará los valores obtenidos, obteniéndose promedios y conclusiones claras sobre los índices de vulnerabilidad de las estructuras evaluadas, asimismo para lograr ello se deberá contrastar con los parámetros normativos (E030 Y E070) para conocer si existen riesgos o vulnerabilidad de las estructuras evaluadas en la investigación, frente a eventos sísmicos. Se obtuvieron resultados de Periodos de la estructura, valores de traslaciones y derivas de entrepiso, los cuales se comparan con la normativa peruana.

3.7. Procesamiento y Análisis de Datos

El procesamiento de esta investigación está basado en la recopilación de información importante de la edificación obtenida mediante una serie de observaciones propias y entrevista con los propietarios de las viviendas. Asimismo, se realizará los ensayos de campo correspondientes, con la finalidad de profundizar el estudio, de tal manera que luego de ser analizadas por medio de la utilización un software de cálculo analítico estructural ETABS, sean evaluadas utilizando el método colombiano AIS, obteniendo los resultados específicos en cuanto a vulnerabilidad sísmica.

Según Bamberger (2012), nos menciona que, pese a muchas investigaciones de impacto emplean varias metodologías, lo que diferencia a una investigación de técnicas mixtas es la incorporación de manera sistemática de las metodologías tanto cuantitativas, como cualitativas en todas las etapas de su evaluación. Uno de las razones más importantes de la mezcla de estos métodos es que coopera a enmendar los puntos frágiles inherentes a cada

método cuando se emplea individualmente. Es por ello que en esta investigación aplicamos ambas técnicas, cualitativas y cuantitativas, permitiéndose un enfoque más completo de las variables en estudio (vulnerabilidad sísmica).

Para entender los procedimientos de análisis de datos se consideró realizar un flujograma de cada una de las etapas que comprende la investigación, esto se puede apreciar en la Figura 06.



Figura 12.Flujograma de Procesamiento y Analisis de Datos

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. ANALISIS DE METODOLOGÍA AIS

Para la evaluación del grado de vulnerabilidad de las estructuras se utilizó la normativa AIS de la Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica. Dentro de la presente investigación se evaluaron estructuras con tiempo de construcción mayor a 15 años de antigüedad, es por ello que se tuvo que evaluar la vulnerabilidad sísmica de la estructura y los daños que han sufrido las estructuras con los diversos sismos que han acontecido en nuestra región, de esta manera se podrá conocer el grado de vulnerabilidad, y se recomendarán algunas acciones que se pueden tomar para reducir la vulnerabilidad de las estructuras en la urbanización Monserrate.

Para realizar la evaluación según la metodología AIS, sobre la vulnerabilidad de la estructura se deben apreciar 06 aspectos generales dentro de los cuales tenemos: Aspectos geométricos, Aspectos estructurales, aspectos constructivos, el tipo de cimentación, el tipo de suelo y el entorno; estos aspectos se clasifican en Baja, Media y Alta vulnerabilidad de la estructura

Para la evaluación de daños según AIS, se tuvo que emplear criterios de reconocimiento visual en las estructuras que alguna vez hayan sido afectadas por sismo, las cuales también tienen un formato y se detalla los tipos de fallas encontrados en las estructuras evaluadas.

4.1.1.1. VIVIENDA 01

Tabla 2. Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 01

INDICADORES DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA 01 SEGÚN AIS			
1. ASPECTO GEOMETRICO	Presenta muros estructurales en una sola dirección, baja irregularidad en planta y en elevación.		
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO	Calidad media de asentado de ladrillo, juntas mayores a 1.5 cm., materiales adecuados.		
3. ASPECTO ESTRUCTURAL	No confinamiento de algunos muros, existencia de muros sin vigas de amarre, aberturas excesivas en muros.		
4. CIMENTACIÓN	Zapatatas aisladas, no existen vigas de cimentación.		
5. SUELO	Suelos intermedios, arenas semi-compactadas.		
6. ENTORNO	Nivel de terreno plano.		
CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 02, se aprecian los resultados de la evaluación de los aspectos de vulnerabilidad correspondientes a la vivienda 01, donde se puede apreciar que la clasificación de la vulnerabilidad global de la estructura corresponde a VUNERABILIDAD MEDIA, Esto en consecuencia a que dentro de la auscultación en campo se comprobó que existen una serie de irregularidades como la poca densidad de muros en el Eje XX, lo cual se evidencia con las deformaciones calculadas en el modelamiento de la estructura, así mismo se observó en muro no tarrajeados que los espesores de junta de mortero no eran los adecuados. Asimismo, se encontró evidencia de no confinamiento de muros, y de muros excéntricos, fue del eje de albañilería confinada, generando cargas adicionales a los paños de losa aligerada en los pisos superiores. En suma, la cimentación no era la apropiada debido a que solo se indicó la existencia de zapatas aisladas sin vigas de conexión apoyadas en un suelo

intermedio S2, correspondiente a arenas semi-compactadas de baja capacidad portante.

En la evaluación de daño de la estructura se pudo apreciar que existe un daño BAJO. Debido a que solo se apreció una falla media de fisuración en esquinas sin embargo el resto de muros no presentaba daños severos ni medios, o que representen un peligro para la integridad de la estructura.

4.1.1.2. VIVIENDA 02

Tabla 3. Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 02

INDICADORES DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA 02 SEGÚN AIS			
1. ASPECTO GEOMETRICO	Presenta muros estructurales en una sola dirección, alta irregularidad en planta y baja irregularidad en elevación.		
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO	Calidad media del asentado de ladrillo, malas juntas mayores a 2.00 cm., baja calidad de ladrillo.		
3. ASPECTO ESTRUCTURAL	No confinamiento de algunos muros, existencia de muros sin vigas de amarre, aberturas excesivas en muros, existe paños de losa no confinadas en volado.		
4. CIMENTACIÓN	Zapatas aisladas, no existen vigas de cimentación.		
5. SUELO	Suelos intermedios, arenas semi-compactadas.		
6. ENTORNO	Nivel de terreno plano.		
CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 03, se puede apreciar que la vivienda 02 presenta muros en una sola dirección, por lo que carece de rigidez en el eje XX, además de presentar una alta irregularidad en planta, así también se pudieron apreciar juntas de mortero de mas de 2cm de espesor, y adicionalmente se cuenta con un ladrillo artesanal macizo de arcilla cruda, el cual no es adecuado para realizar construcciones de albañilería confinada. También se

encontraron muros sin vigas de amarre. Y dentro de los muros las aberturas de vanos eran excesivos, por lo que los muros dejaban de tener función estructural. Adicionalmente, en el ducto de interior no se cuenta con vigas de amarre en losa. Adicionalmente, al igual que en la situación de la vivienda 01, la vivienda 02 se encuentra con una cimentación de zapatas aisladas sobre un suelo intermedio en un entorno de topografía plana.

En cuanto a la evaluación del daño se pudo apreciar que existen, daño BAJO en toda la estructura evaluada, no se encontró ningún tipo de daño a nivel estructural, sin embargo, no se puede descartar un mal diseño estructural, debido a que se tratan de viviendas antiguas que han sufrido modificaciones, y diseñadas sin normativa vigente.

4.1.1.3. VIVIENDA 03

Tabla 4. Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 03

INDICADORES DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA 03 SEGÚN AIS			
1. ASPECTO GEOMETRICO	Presenta muros estructurales en una sola dirección, media irregularidad en planta y baja en elevación.		
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO	Calidad media de asentado de ladrillo, juntas mayores a 1.5 cm., materiales adecuados.		
3. ASPECTO ESTRUCTURAL	No confinamiento de algunos muros, existencia de muros sin vigas de amarre, aberturas excesivas en muros.		
4. CIMENTACIÓN	Zapatas aisladas, no existen vigas de cimentación.		
5. SUELO	Suelos intermedios, arenas semi-compactadas.		
6. ENTORNO	Nivel de terreno plano.		
CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

Fuente: Elaboración propia

Para el caos de la vivienda 03, en el aspecto geométrico se presentan muros desproporcionados en una dirección con respecto a la otra, al igual que sus predecesoras, existe densidad de muro solo en el eje YY. Presenta mediana irregularidad en planta (relación ancho / largo). En el aspecto constructivo se encontraron Muro con una calidad media de asentado de ladrillo, además de juntas de mortero mayores a 1,5 cm, asimismo se encontró uso de ladrillo artesanal crudo, el cual no presenta características de resistencia adecuadas. Así también, se encontraron grandes luces entre muros con vigas de poco peralte y aberturas de gran magnitud en vanos lo cual reduce el área de muro.

Se evidencio daño del tipo falla en fisuración en las esquinas y falla del empalme de traslapo, indicando un nivel bajo de daño estructural.

4.1.1.4. VIVIENDA 04

Tabla 5. Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 04

INDICADORES DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA 01 SEGÚN AIS			
1. ASPECTO GEOMETRICO	Presenta muros estructurales en una sola dirección, baja irregularidad en planta y en elevación.		
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO	Calidad media de asentado de ladrillo, juntas mayores a 2.00 cm., materiales adecuados.		
3. ASPECTO ESTRUCTURAL	No confinamiento de algunos muros, existencia de muros sin vigas de amarre, aberturas excesivas en muros.		
4. CIMENTACIÓN	Zapatas aisladas, no existen vigas de cimentación.		
5. SUELO	Suelos intermedios, arenas semi-compactadas.		
6. ENTORNO	Nivel de terreno plano.		
CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de la Vivienda 04, en sus aspectos geométricos, al igual que sus predecesoras, contaba con muros portantes en una sola dirección, por lo que tiene una vulnerabilidad MEDIA, en sus aspectos geométrico mas deficientes, encontramos la poca densidad de muro en el eje XX. En el aspecto constructivo, encontramos mala calidad de juntas de mortero y mala calidad de la mampostería (ladrillos artesanales crudos de poca resistencia a compresión). En el aspecto estructural se encontró aberturas excesivas para la ubicación de vanos y muros sin vigas de amarre de gran altura. Adicionalmente se presenta una cimentación que consisten en zapatas aisladas sin vigas de conexión sobre un suelo intermedio (arenas semi-compactadas) y entorno topográfico llano.

4.1.1.5. VIVIENDA 05

Tabla 6.Indicadores de vulnerabilidad para Vivienda 05

INDICADORES DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA 01 SEGÚN AIS			
1. ASPECTO GEOMETRICO	Presenta muros estructurales en una sola dirección, baja irregularidad en planta y en elevación.		
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO	Calidad media de asentado de ladrillo, juntas mayores a 2.00 cm., materiales de mampostería de baja calidad.		
3. ASPECTO ESTRUCTURAL	Existencia de muros sin vigas de amarre, aberturas excesivas en muros.		
4. CIMENTACIÓN	Zapatas aisladas, no existen vigas de cimentación.		
5. SUELO	Suelos intermedios, arenas semi-compactadas.		
6. ENTORNO	Nivel de terreno plano.		
CLASIFICACIÓN GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de la vivienda 05, en el análisis de vulnerabilidad según AIS, se pudo determinar que la estructura presenta una vulnerabilidad media. En los aspectos geométricos se pudo observar que existen medianas irregularidades en planta, poca cantidad de muro en un eje. En el aspecto constructivo se encontró una pésima junta de mortero, en algunos casos se encontró hasta de 4 cm de junta, bastante variables los espesores entre 0.9 y 4 cm. En cuanto a la calidad de los materiales podría decirse que es de mediana calidad. En el aspecto estructural se encontraron algunos muros no confinados ni con vigas de amarre, también existen vano de gran magnitud que reducen la capacidad de soporte de los muros portantes, En cuanto a la cimentación es un sistema de zapatas aisladas apoyadas en suelo arenoso semicompactada de baja capacidad portante (menor a 1.00 kg/cm²).

En la evaluación de daño estructural de la albañilería confinada, se detectaron algunas fallas de fisuración en esquinas de albañilería, también se encontró algunas fallas del empalme de traslape, esto debido a que no se dejó acero suficiente para las construcciones posteriores de demás entresijos, pero al estar en el último piso (azotea) no llegan a ser de gran magnitud siempre que no se construyan mayores plantas. Por tal motivo, se consideró que el daño es bajo en esta estructura.

Según la metodología AIS de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, en base a la muestra de estudio, se puede indicar que las estructuras evaluadas en la urbanización Monserrate de la ciudad de Trujillo, presentan una VULNERABILIDAD MEDIA, al haber evaluados los aspectos geométricos, constructivos y estructurales, así como el tipo de cimentación. Suelo y el entorno que lo afecta. Asimismo, se puede indicar que, en estos años de periodo de vida útil, a pesar de los sismos que han acontecido dentro de nuestro país, el nivel de daño de estas estructuras por eventos sísmicos es BAJO. Esto debido a que la mayor actividad sísmica se encuentra en la zona de Lima e Ica, la ciudad de Trujillo aún no ha sufrido de un evento sísmico de gran escala, es decir, estamos frente a un silencio sísmico de muchos años, con algunos sismos eventuales no mayores de 5.0 grados en la Escala de Richter.

4.1.2. ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA

Como parte de la verificación de los materiales y diseños de mezcla de concreto, durante el proceso constructivos de las viviendas en evaluación, se optó por realizar estudios de esclerometría, con la finalidad de conocer la resistencia a compresión de los elementos de concreto armado (conocer si se trata de concreto estructural o si no se cumple la normativa vigente) y también con estos ensayos se pudo realizar le modelamiento en Software ETABS, debido a que este ensayo proporciona valores estimados de la resistencia a compresión, con las cuales se pudo definir las características del material CONCRETO.

Para estos ensayos de esclerometría, se contó con autorización de los habitantes de las viviendas, quienes tenían conocimiento de la realización de ensayos no destructivos sobre la superficie de concreto en sus instalaciones. Los resultados de los ensayos se expresan a continuación.

4.1.2.1. VIVIENDA 01

En el caso de la estimación de la resistencia a compresión del concreto para la vivienda 01 fue superior a la resistencia referencia o de diseño que era de 210 kg/cm². Como se indica en la tabla 07, la resistencia llegó a ser de 230.14 kg/cm² para las 08 columnas evaluadas en la vivienda 01. Esto indica una correcta ejecución de los vaciados de concreto y una dosificación adecuada durante el proceso constructivo.

Tabla 7. Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 01

ELEMENTO ESTRUCTURAL EVALUADO	INDICE DE REBOTE	RESISTENCIA TABULADA	RESISTENCIA ESTIMADA 95%
COLUMNAS	33	242.25	230.14

Fuente: Elaboración propia

Del ensayo de esclerometría se observó que, en el caso de columnas, para la estimación del f'_c se utilizó las gráficas equivalentes a un ángulo de inclinación del equipo de 0°. Debido a una consideración del técnico que realizó los ensayos, se debe indicar una resistencia estimada al 95% de los valores estimados en el ensayo.

4.1.2.2. VIVIENDA 02

Para el caso de la vivienda 02, los valores de resistencia a compresión estimada se expresan en la tabla 08. Para este caso se evaluaron columnas y vigas de la estructura, en las cuales se nos indicó pertenecían a un diseño de 210 kg/cm², lo cual fue corroborado debido a que se estimaron valores de resistencia de 230.14 y 234.34 kg/cm², para columnas y vigas, respectivamente. Esto hace suponer que se tuvieron criterios constructivos adecuados durante la construcción de la vivienda evaluada.

Tabla 8. Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 02

ELEMENTO ESTRUCTURAL EVALUADO	INDICE DE REBOTE	RESISTENCIA TABULADA	RESISTENCIA ESTIMADA 95%
COLUMNAS	33	242.25	230.14
VIGAS	34	246.67	234.34

Fuente: Elaboración propia

En el caso de columnas, se siguió estimando la resistencia con el ábaco que corresponde a un ángulo de 0° durante el desarrollo del ensayo, en el caso de vigas se utilizó el ábaco correspondiente a un ángulo de 90°, de igual forma estimadas al 95% siguiendo las recomendaciones técnicas.

4.1.2.3. VIVIENDA 03

Para la evaluación de la vivienda 03, también se consideró la evaluación de los elementos estructurales de columnas y vigas, de igual forma se utilizaron los ábacos de 0° y 90°, respectivamente. La resistencia referencial indicada por los propietarios fue que el concreto era de 210 kg/cm², dato que se corrobora con la estimación de dicha referencia mediante el ensayo de esclerometría. Estos valores se pueden observar en la tabla 09.

Tabla 9. Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 03

ELEMENTO ESTRUCTURAL EVALUADO	INDICE DE REBOTE	RESISTENCIA TABULADA	RESISTENCIA ESTIMADA 95%
COLUMNAS	33	242.25	230.14
VIGAS	32	235.00	223.25

Fuente: Elaboración Propia

De los valores obtenidos en el ensayo, se pudo determinar que la resistencia a compresión promedio estimada para las columnas es de 230.14 kg/cm², y para el caso de vigas se obtuvo una resistencia estimada promedio de 223 kg/cm²; ambos elementos estructurales superaron la resistencia de diseño. Por ello, se puede indicar que el concreto de la vivienda 03 si cumple función estructural.

4.1.2.4. VIVIENDA 04

Para la evaluación de la vivienda 04, se consideró la evaluación adicional de losa. Para este caso se utilizó, el ábaco de 0° para los elementos de columnas y vigas; y para el caso de losa se usó el ábaco de 90°.

Estos ábacos hacen referencia a la posición del esclerómetro durante la ejecución del ensayo.

Tabla 10. Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 04

ELEMENTO ESTRUCTURAL EVALUADO	INDICE DE REBOTE	RESISTENCIA TABULADA	RESISTENCIA ESTIMADA 95%
COLUMNAS	32	235.00	223.25
LOSA	31	235.00	191.00
VIGAS	33	242.25	230.14

Fuente: Elaboración Propia

Las resistencias a compresión obtenidas fueron de: para el caso de columnas se obtuvo una resistencia promedio estimada de 223.25 kg/cm², para losas la resistencia promedio estimada fue de 191.00 Kg/cm², y para vigas fue de 230.14 kg/cm²; según lo indicado el concreto de losas no cumpliría con la resistencia referencial de 210 kg/cm² (Ver Tabla 10). Por lo que se puede indicar que no hubo un adecuado proceso constructivo o diseño de mezcla durante la construcción de la vivienda. Sin embargo, siendo un concreto superior a 175 kg/cm² el concreto de losa sigue cumpliendo función estructural.

4.1.2.5. VIVIENDA 05

Para el caso de la vivienda 05, se evaluaron columnas y vigas de concreto, obteniéndose valores superiores a sus predecesoras. Como se indica en la tabla 11, los valores de resistencia estimada para columnas fueron de 288.76 kg/cm² y para el caso de vigas fue de 290.07 kg/cm², con lo cual se supera las expectativas de concreto 210 kg/cm², como se indicaba de manera referencial.

Tabla 11. Resultados de los ensayos de Esclerometría en Vivienda 05

ELEMENTO ESTRUCTURAL EVALUADO	INDICE DE REBOTE	RESISTENCIA TABULADA	RESISTENCIA ESTIMADA 95%
COLUMNAS	36	280.80	266.76
VIGAS	38	305.33	290.07

Fuente: Elaboración propia

De igual forma para la estimación de las resistencias estimadas, se utilizaron los ábacos de 0° y 90°, para columnas y vigas, respectivamente.

4.1.3. ANALISIS ESTRUCTURAL EN ETABS

Para el análisis estructuras se realizaron 03 modelamientos de viviendas, debido a que la vivienda 01, presenta las mismas dimensiones y distribución estructural que las viviendas 04 y 05, es decir, estas construcciones corresponden a proyectos de módulos familiares los cuales presentaban una misma arquitectura inicialmente, y para estas viviendas no se han realizado muchos cambios a lo largo del tiempo, salvo la construcción de un tercer piso; a diferencia de las otras viviendas 02 y 03, que han sufrido modificaciones o ampliaciones de área techada, mas no crecimiento en altura.

4.1.3.1. MODELADO DE VIVIENDA 01, 04 y 05.

Se realizó el modelamiento de la vivienda 01, la cual es una réplica estructural de las viviendas 04 y 05; de este analisis se obtuvieron los valores de masa participativa de la estructura, el peso de la edificación y las derivas de entrepiso las cuales se compararan con la normativa competente, a fin de determinar la situación estructural de la vivienda.

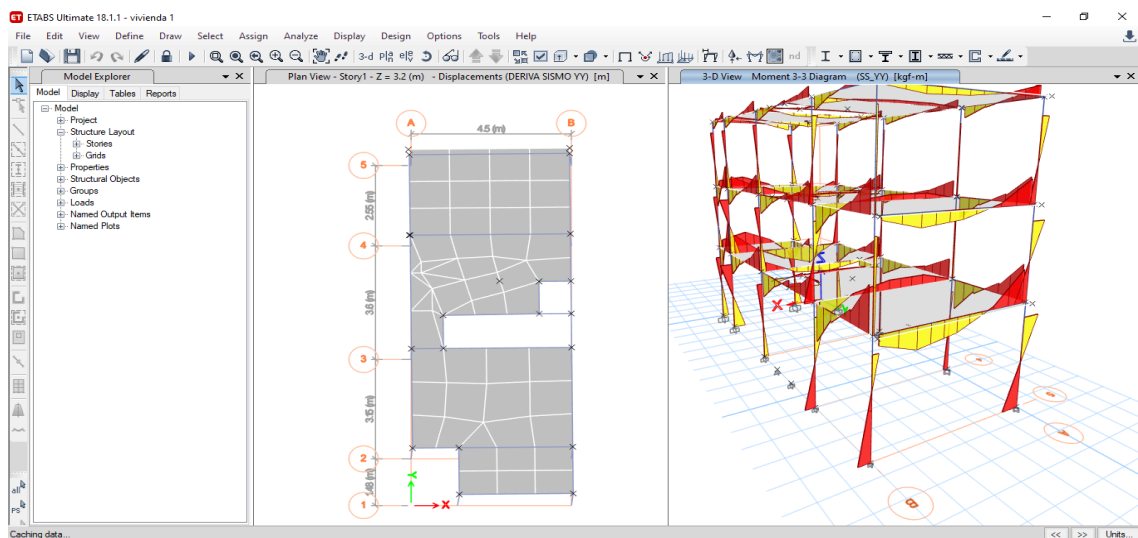


Figura 13. Modelamiento en Etabs de vivienda 01,04 y 05. Fuente: Modelado en Etabs 2018, elaboración propia.

Tabla 12. Determinación de las derivas de entrepiso en ocurrencia de sismo para vivienda 01

Determinación de las derivas de Entrepiso					
Piso	Elevación	Desp. en X	Desp. en Y	Deriva XX	Deriva YY
Piso 03	8.60	0.00069	0.006618	0.000080	0.000769
Piso 02	5.90	0.00124	0.011374	0.000209	0.001928
Piso 01	3.20	0.00163	0.011973	0.000509	0.003742

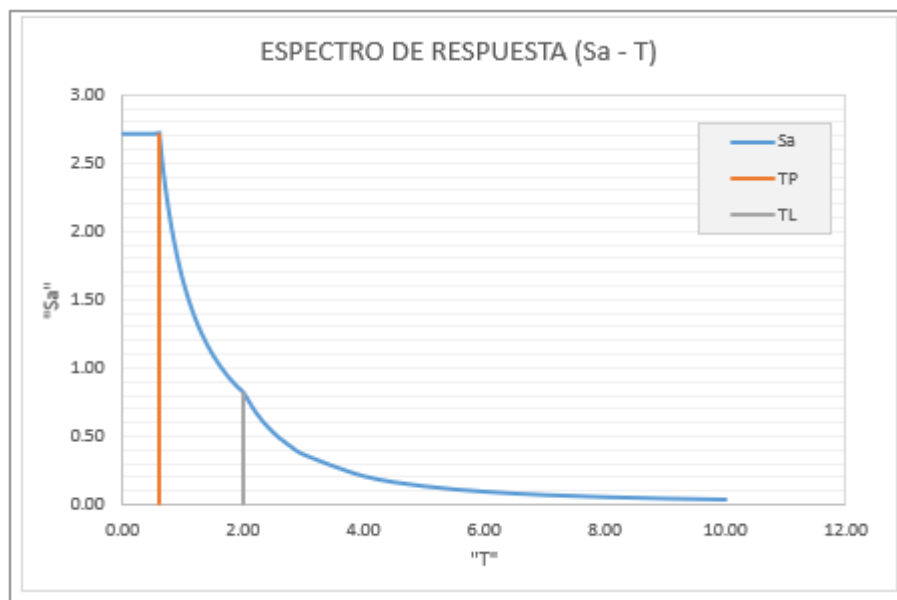
Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos de Modelamiento en Etabs 2018.

Se puede apreciar en la tabla 12, que los valores de derivas en los entrepisos en dirección XX cumplen las especificaciones de la Norma E030, en su artículo 32 correspondiente a los desplazamientos laterales relativos. Para el análisis de las estructuras se consideró diseñar los pórticos, vigas y losa debido a que el material predominante del sistema estructural son los elementos de concreto armado, debido a que los ladrillos no cumplen los estándares de calidad mínimos para considerar un sistema estructura de tipo albañilería confinada, es por ello que se considerara como limite de distorsión el valor de 0.007.

Para el caso de las derivas en todas las direcciones (X e Y) se cumple con los valores normativos permisibles para derivas de entrepiso. Esto debe ser por el tamaño de la estructura la cual no presenta irregularidad en planta, de manera que la distribución de cargas se realiza de manera correcta.

También se obtuvo el espectro de respuesta, de la gráfica S_a vs T , correspondiente la aceleración y el periodo de la estructura en función de las características obtenidas en los cálculos y modelado de la vivienda. Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones como lo indica la norma E030, de diseño Sismorresistente. Tal espectro se puede apreciar en la gráfica siguiente.

Figura 14. Espectro de respuesta modal.



Fuente. Elaboración Propia.

Otros valores obtenidos en el modelamiento de la vivienda, son que presenta ratios de torsión (relaciones de máxima deriva entre deriva promedio de entrepiso) con valores cercanos a 1.50, al evaluar el desplazamiento relativo promedio de entrepiso en un extremo incluyendo excentricidad accidental, con respecto al desplazamiento en los extremos del entrepiso para la misma condición de carga, por lo que se puede

considerar que existe una mediana irregularidad torsional, por lo que se debe rigidizar la estructura para evitar fenómenos de torsión en planta.

Del modelamiento en Etabs se logró determinar que las viviendas 01, 04 y 05, presentaría una mala respuesta sísmica, por lo que se puede indicar que la estructura es VULNERABLE, debido a que las derivas de entrepiso encontradas en el análisis superan los límites permisibles y es posible que sufra torsión debido a la ausencia de rigidez lateral en uno de los ejes.

4.1.3.2. VIVIENDA 02

Se realizó el modelamiento de la vivienda 02, la cual corresponde a una construcción de dos pisos, una de las características de esta estructura es que se trata de una construcción irregular en planta debido a que su largo es prácticamente 4 veces su ancho, esta construcción a sufrido modificaciones a lo largo del tiempo, siendo el resultado una estructura irregular con muro en una sola dirección, prácticamente sin aporte de muros en el eje XX. Otra característica de la estructura es que el tipo de ladrillo utilizado no es el recomendado para albañilería, adicionalmente, en las modificaciones de la estructura se utilizaron elementos de concreto armado muy robustos que terminan por sustituir la función estructura de la albañilería empleada, es por ello que se diseñó como pórtico, como se puede apreciar es una vivienda bastante irregular en planta.

Tabla 13. Determinación de las derivas de entrepiso en ocurrencia de sismo en vivienda 02

Determinación de las derivas de Entrepiso					
Piso	Elevación	Desp. en X	Desp. en Y	Deriva X	Deriva Y
Piso 02	5.90	0.052684	0.051983	0.008929	0.008811
Piso 01	3.20	0.033654	0.028675	0.010517	0.008961

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos de Modelamiento en Etabs 2018.

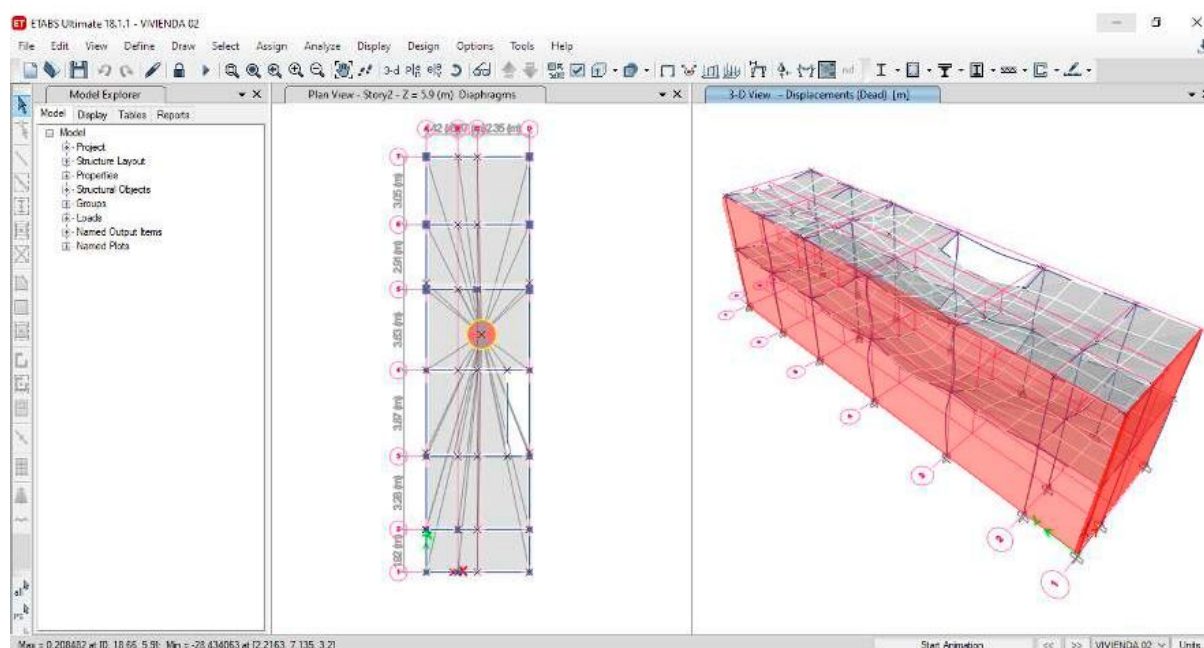


Figura 15. Modelamiento en Etabs de vivienda 02. Fuente: Modelado en Etabs 2018, elaboración propia.

De la tabla 13, podemos indicar que los valores de las derivas superan los límites permisibles de la normativa vigente, por lo que la estructura posiblemente fallaría o tendría un mal desempeño sísmico. Estos valores deberían ser inferiores a 0.007 la cual es la tolerancia permisible de la norma E030 de diseño sismorresistente, se deberán tomar medidas que permitan mejorar la respuesta sísmica de la estructura.

4.1.3.3. VIVIENDA 03

Se realizó el modelamiento para la vivienda 03, al igual que las otras viviendas, el material predominante no era la albañilería, debido a que esta no tenía ladrillos para carga portante, y los muros no se distribuyen de manera homogénea en todos pisos.

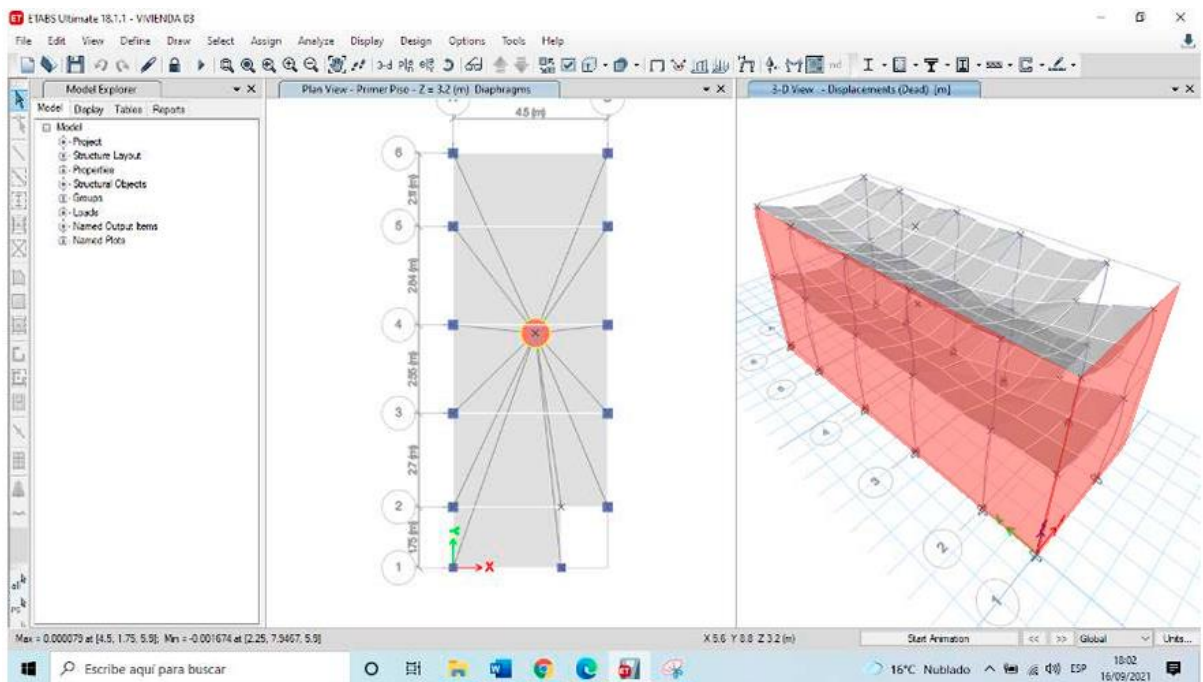


Figura 16 Modelamiento en Etabs de vivienda 03. Fuente: Modelado en Etabs 2018, elaboración propia

De igual forma se logró determinar los valores de las derivas de entrepiso para la vivienda 03, las cuales quedan reflejadas en la tabla 14.

Tabla 14. Determinación de las derivas de entrepiso en ocurrencia de sismo en vivienda 03

Determinación de las derivas de Entrepiso					
Piso	Elevación	Desp. en X	Desp. en Y	Deriva X	Deriva Y
Piso 02	5.90	0.052684	0.051983	0.007521	0.007197
Piso 01	3.20	0.033654	0.028675	0.008455	0.007933

Fuente: Elaboración propia, con datos obtenidos de Modelamiento en Etabs 2018

Para el caso de la vivienda 03 podemos apreciar los valores de las derivas de entrepiso para ambas direcciones, estas indican que en todos los pisos y en todas las direcciones los valores de estas están por encima de los valores límites de la norma E030 de Diseño Sismorresistente (0.007) Dentro del análisis no se encontraron valores de relación de máxima deriva entre deriva promedio de entrepiso mayores a 1.5 o cercanos, es decir, al parecer la estructura no sufriría de irregularidad torsional.

4.1.4. VULNERABILIDAD DE LAS ESTRUCTURAS ANALIZADAS

El manual de AIS, nos brinda metodologías para realizar la intervención necesaria en las estructuras en evaluación, como se indica en la Figura 17., se necesitaría realizar un reforzamiento moderado de la estructura, debido a que, en términos generales, todas las estructuras evaluadas presentaban un grado de vulnerabilidad medio, y daño leve; adicionalmente con el análisis estructural realizado, se determinó que se deben mejorar las viviendas 02 y 03, las cuales presentan derivas superiores a los límites permisibles, en el caso de la vivienda 01, 04 y 05, no se presentaron problemas en derivas, sin embargo, en la evaluación por método AIS se determinó que no se cuenta con suficiente densidad de muro en el eje XX, de tal manera se debe rigidizar el eje, a fin de evitar problemas de torsión en la estructura.

		DAÑO		
		Leve	Moderado	Severo
VULNERABILIDAD	Baja	Intervención Menor: Reparaciones cosméticas		
	Media	Reforzamiento moderado	Reparación Estructural + Reforzamiento	
	Alta	Reforzamiento	Reforzamiento + Reconstrucción	Reconstrucción

Si la vivienda presenta daños moderados y/o severos debe clasificarse automáticamente como de vulnerabilidad media o alta según sea el caso

Figura 17. Vulnerabilidad de la estructura vs daño de la estructura. Fuente: AIS, Asociación colombiana de Ingeniería Sísmica.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.2.1. SOBRE EL MODELAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS

Se realizó el modelamiento estructural de las viviendas, debido a que se necesitaba conocer la respuesta de los elementos estructurales correspondientes a la muestra la urbanización Monserrate. Para ello fue necesario elaborar ensayos de esclerometría, a fin de determinar los valores estimados de la resistencia a compresión de los elementos estructurales. Las resistencias a compresión obtenidas en el caso de las viviendas de Monserrate, todas las muestras ensayos superaron la resistencia de diseño la cual era $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, solo un elemento estructural de losa en la vivienda 04 tuvo un valor de 190 kg/cm^2 , sin embargo este valor tiene valor estructural o pudo deberse a alguna falla o mal procedimiento, debido a que se realizaron sobre paños de losa tarrajeados, con lo que el valor de rebote pudo haberse obtenido en zona de ladrillo y no en vigueta.

Al igual que (Chura Pareja, 2020), indica que le ensayo de esclerometría permitió conocer los valores de resistencia del concreto, los cuales fueron referenciales para el modelamiento de la estructura en software.

Como indica la (Reglamento Nacional Edificaciones, 2020), existen algunas condiciones mínimas que se deben tener en cuenta para el desarrollo de albañilería confinada, por ejemplo, la mayoría de muros que se encontraron en las viviendas no tenían una junta de mortero con espesor mayor 1.5 cm. Además, las características del ladrillo no cumplían lo normativo, se encontró en segundo y tercer piso, muro de confinado elaborados con ladrillo pandereta, los cuales carecen de función estructural, adicionalmente, en los primeros pisos se encontró ladrillo macizo artesanal. Adicionalmente, sobre todo, en el eje xx (paralelo a las fronteras de las casas) no se encontraron muros portantes, en prácticamente todos los casos, debido a que estos muros no tenían condiciones como: la longitud del muro se veía interrumpido por vanos de gran área y los muros no se repetían en todos los pisos de la edificación, por lo que no existe transmisión de carga a través del muro.

Al igual que (Babilon Santacruz, 2018) quien aplicó los métodos italianos y colombiano, para determinar la vulnerabilidad sísmica de las Instituciones educativas del Distrito de Túcume, para nuestro caso se utilizó solo el método AIS correspondiente a la normativa colombiana, el autor identificó un sistema constructivos de albañilería confinada sobre pórticos de concreto armado, podría indicarse que para el caso de nuestro modelamiento, al tener muros de baja capacidad de carga y elementos de concreto armado con resistencia

estimada superior a 210 kg/cm², estas viviendas se encuentran sostenidas por mencionados elementos.

Una vez modeladas las viviendas, se obtuvieron resultados de análisis sísmico, dentro del análisis de dichos resultados, se puede determinar que en el caso de las viviendas 01, 04 y 05, las derivas de entrepiso calculadas se encuentran dentro de los rangos permisibles de la norma E030, sin embargo, al analizar las irregularidades de planta, se pudo determinar que existe riesgo de irregularidad torsional debido a que en nuestros cálculos, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental es mayor que 1.3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga. (Reglamento Nacional Edificaciones, 2020, pág. 18) Este tipo de irregularidad se debe a la ausencia de rigidez en una de las direcciones de análisis, es por eso que para solucionar este tipo de problemas podría plantearse la colocación de placas a fin de rigidizar la estructura, en la dirección carente de rigidez, Sin embargo, la norma E. 030, en su tabla N°10 Categoría y Regularidad de las edificaciones, solo nos restringe de irregularidades extremas para la zona 04 en construcciones tipo C (Viviendas), lo cual nos lleva al siguiente punto.

En los análisis realizados a las viviendas 02 y 03, se obtuvo que el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental es mayor que 1.5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga, por lo que se indica la existencia de irregularidad torsional extrema, lo cual debe corregirse con el aumento de la rigidez en el eje X, a diferencia de las viviendas 01, 04 y 05, estas viviendas sufrieron modificaciones en planta con la finalidad de tener mayor área techada, es por ello que crecieron en longitud, mas no en ancho, generando una planta muy larga de poco ancho y con prácticamente ningún aumento de rigidez. Asimismo, las derivas de entrepiso encontradas en todos los niveles de estas dos edificaciones, superan el límite permisible de 0.007 como indica la norma E030, en su tabla N°11 Límites para la Distorsión del entrepiso (E030. Diseño Sismorresistente, pág. 27). Bajo estas condiciones de análisis, se puede indicar que las viviendas 02 y 03, presentan elementos estructurales insuficientes para soportar cargas laterales para sismos de gran intensidad, es por ello se debe intervenir mediante la colocación de placas que mejoren el comportamiento de la estructura frente a cargas laterales.

Para las condiciones de las viviendas 01, 04 y 05 las derivas de entrepiso cumplen los parámetros normativos, por lo que se puede esperar un buen desempeño de estas estructuras frente a sismos, sin embargo, depende también de la cimentación la cantidad de daño que pueda representar un sismo severo en la estructura, debido a que no se cuenta con conocimiento de la profundidad de desplante ni de la interacción suelo estructura.

Este análisis realizado por nosotros tiene similitud a lo realizado en la tesis de (Aguilar Marin & Mudarra Abanto, 2018) denominada “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica mediante el Método de Índice de Vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo-2018” el cual utilizó el programa Etabs para un análisis dinámico en un modelo espacial en tres grados de libertad las estructuras, de tal manera que afirma que el uso de software es un gran referente para el análisis estructural.

4.2.2. SOBRE LA METODOLOGIA AIS

La metodología AIS de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, en su manual para la Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas de Mampostería, en su Capítulo 02, nos indica como evaluar esta vulnerabilidad sísmica mediante la observación y análisis de 06 aspectos básicos: Aspecto geométrico, aspecto constructivo, aspecto estructural, tipo de cimentación, tipo de suelo y entorno, los cuales califican el grado de vulnerabilidad como bajo, medio y leve según el análisis de campo realizado.

Así también, en el capítulo 03 del mismo Manual de AIS, se brindan indicaciones de cómo realizar la evaluación del nivel de daño en viviendas afectadas por sismos, al tratarse de estructuras que tienen mucho tiempo de vida útil, y que habiendo resistido muchos sismos a lo largo de su historia, se procedió a realizar este análisis, debido a que el manual contempla con el análisis de vulnerabilidad y daño el tipo de intervención a realizar en la estructura a fin de mejorar su respuesta sísmica.

Del análisis de vulnerabilidad según AIS, se determinó que en promedio todas las viviendas presentan una vulnerabilidad media, llegando a este criterio debido a que se encontraron algunos desperfectos como:

- En aspectos geométricos: irregularidad en planta, cantidad insuficiente de muros en ambas direcciones,
- En aspectos constructivos: se encontró mala calidad de las juntas de morteros, en su mayoría superiores por mucho a 1.50 cm.; la calidad del ladrillo no era el apropiado para el diseño de muros portantes.
- En aspectos estructurales, se encontraron algunos muros sin confinamiento, también se encontraron tamaños de vanos excesivos reduciendo el área de muro de carga.
- En el tipo de cimentación se indicó que existían algunas zapatas aisladas y en otras que consistía en solo cimientos corridos en las cuales se anclaron las columnas de confinamiento.
- El tipo de suelo corresponde a un suelo intermedio tipo arenoso semicompactada de baja capacidad portante.
- En cuanto al entorno típico de la ciudad se trata de un área plana o llana sin ondulaciones.

Según, (Salazar Huaman, 2018) en su investigación titulada Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada en la ciudad de Jesús, Cajamarca. Existe vulnerabilidad debido a la mala calidad de la mano de obra, materiales y presencia de factores degradantes que hace más vulnerable a las viviendas de albañilería confinada, de las 14 viviendas autoconstruidas se observó que tienen una vulnerabilidad principal la cual

es la densidad de muros en la dirección X. Al igual que nuestro antecedente, se presenta una mala calidad de materiales y poca densidad de muros en las direcciones de análisis X. En consecuencia, se puede indicar que la vulnerabilidad de las viviendas encontradas en la Urbanización Monserrate es MEDIA.

Con respecto a la evaluación de daño siguiendo el capítulo 03 del Manual de AIS, se determinó que el nivel de daño en la Urbanización Monserrate es LEVE, debido a que si bien es cierto estas estructuras tienen más de 20 años, en este tiempo la ciudad de Trujillo no ha sido epicentro de sismos de más de 5.0 grados en la escala de Richter, sin embargo, han acontecido en el norte de país muchos eventos sísmicos de baja a mediana magnitud, es por ello que los daños en las estructuras son mínimos.

Relacionando el análisis de vulnerabilidad y el análisis de nivel de daño en las viviendas de la Urbanización Monserrate, como se indica en la **Figura 17. Vulnerabilidad de la estructura vs daño de la estructura**, se debe realizar un reforzamiento moderado a las estructuras de la urb. Monserrate a fin de que puedan tener un buen desempeño sísmico.

4.2.3. SOBRE LA VULNERABILIDAD EN MONSERRATE.

La vulnerabilidad de las viviendas en la Urbanización Monserrate es media, y se deberán tomar medidas de reforzamiento moderado en todas las estructuras encontradas. En el caso de las viviendas tipo 02 y 03 se recomienda un reforzamiento y reparación estructural debido a que como se ha demostrado en los modelamientos presentan una irregularidad torsional extrema.

Resulta necesario conocer como se refleja estos análisis de vulnerabilidad en el mejoramiento oportuno para que las estructuras puedan mejorar su desempeño sísmico, es por ello que el AIS, nos brinda recomendaciones de lo que se debe realizar a nivel de intervención.

Para el caso de irregularidad en planta de la edificación el Manual del AIS, recomienda la construcción de vigas y columnas de confinamiento de concreto reforzado, así también el reemplazo de muro no estructurales o muros con aberturas por muros estructurales, estas soluciones también servirían para los problemas de compensar la densidad de muros en ambas direcciones.

En el caso de juntos de mortero de mala calidad, el AIS recomienda el revestimiento estructural en concreto reforzado o un revestimiento estructural mediante fibras compuestas, estas recomendaciones nos permitirían alargar el periodo de vida útil de la estructura y mejorar su respuesta frente a sismos.

Al igual que Chura Pareja, (2020) la investigación buscó determinar la vulnerabilidad sísmica; a diferencia de nosotros, se aplicaron el método del AIS e Índice de vulnerabilidad en la I.E. Isabel Chimpu Oclo, San Martín de Porres con lo cual concluyó que el empleo de las metodologías del AIS e índice de vulnerabilidad ambos métodos difieren en algunos parámetros por lo cual se complementaron dando como resultado que ambos bloques presentan una vulnerabilidad media a vulnerabilidad alta.

Considerando lo mencionado, la metodología AIS se resumen en la calificación de leve, media o alta a la vulnerabilidad de una estructura en evaluación, en nuestro caso se obtuvo una VULNERABILIDAD MEDIA a ALTA, para la urbanización Monserrate.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se determinó que las viviendas de la urbanización Monserrate presentan una vulnerabilidad media frente a eventos sísmicos, debido a fallas en los procesos constructivos y a modificaciones sin asesoría técnica, necesitándose realizar intervenciones de reforzamiento moderada a las estructuras.
- Mediante la utilización del método AIS se determinó un nivel de vulnerabilidad sísmica MEDIA y un nivel de daño BAJO por sismos a lo largo de su periodo de vida.
- Se determinó que las viviendas 02 y 03 presentan una alta probabilidad de tener un mal desempeño sísmico, debido a que presentan irregularidad torsional extrema, falla debido a la poca densidad que presentan los muros en una dirección. Esta torsión se presenta de manera no extrema en las viviendas 01,04 y 05.
- Se realizaron ensayos de esclerometría en cada una de las viviendas evaluándose en total 08 elementos estructurales en cada vivienda, determinándose que todos los elementos estructurales superan la resistencia referencial de 201 kg/cm², con mayor detalle se presentan estos resultados en el capítulo IV.
- Se determinó que los elementos de concreto reforzado cumplen características estructurales con un concreto de $f'c=210$ kg/cm², a diferencia de los muros de albañilería los cuales no cumplen con las condiciones mínimas normativas como el tipo de ladrillo utilizado (pandereta en muchos casos y tipo macizo artesanal), las longitudes de muro en muchos casos no superan el 1.20 o se

veía interrumpidos por vanos de gran longitud, y no se presentaban los muros en todos los entrepisos.

- Se realizó el modelamiento de las viviendas en el programa ETABS 2018, en el cual se pudo determinar que las derivas de entrepiso en las viviendas 01, 04 y 05 se encuentran en los límites permisibles de la norma E030 (menores a 0.007 para pórticos y 0.005 para albañilería confinada). En el caso de las viviendas 02 y 03, estas viviendas superaron los límites permisibles de derivas, considerándose para este caso alta vulnerabilidad de las estructuras frente a desplazamientos laterales por sismo.
- Las viviendas evaluadas no cumplen con los parámetros de las normativas E030 Y E070, en el caso de la E070 no se cumplen las condiciones para análisis de muros estructurales de albañilería y para el caso de las viviendas 02 y 03 no se cumplen los parámetros para las derivas de entrepiso. Para las viviendas 01. 04 y 05, se cumplen los parámetros normativos de la E030, sin embargo, no se cumplen las condiciones de la E070, por lo que el buen comportamiento de estas estructuras se debe a la poca irregularidad de la estructura y al correcto diseño de mezclas de los elementos de concreto armado.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda reforzar las estructuras, con el aumento de la rigidez de los elementos estructurales en el eje XX. Esto permitiría mejor la respuesta sísmica frente a fuerzas laterales y reducirá la torsión de la estructura, sobre todo para las viviendas de irregularidad en planta como los casos de las viviendas 02 y 03.
- Se recomienda realizar reforzamiento a las viviendas de la urbanización Monserrate, debido a que, en términos generales, la mitad de las viviendas presenta una vulnerabilidad media y la otra mitad presentaría una vulnerabilidad alta.
- Los ensayos de esclerometría permiten determinar valores estimados de la resistencia a compresión de elementos estructurales de concreto armado, sin embargo, este valor estimado no reflejaría a 100% la resistencia a compresión, para ello con mayor nivel de certeza se recomienda utilizar ensayos de diamantina.
- Se recomienda, para futuras líneas de investigación, estudiar las cimentaciones de las estructuras construidas, modificadas y autoconstruidas a fin de determinar con mayor certeza la interacción suelo estructura para las condiciones de la ciudad de Trujillo o alrededores
- Se debe presentar interés en los temas de vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Trujillo, debido a que nos encontramos en una época de silencio sísmico que puede terminarse en cualquier momento, y las estructuras de nuestra ciudad no se encuentran preparadas para un evento sísmico de gran magnitud.

- Aguilar Marin, G.A., & Mudarra Abanto, C. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica mediante el método de índice de vulnerabilidad de la I.E Liceo Trujillo-2018*. Trujillo: Universidad Privada del Norte.
- Alonso G., J. L. (2014). *Vulnerabilidad sísmica de edificaciones*. Caracas: Pag Marketing Soluciones C.A.
- Arteaga Mora, P. A. (2016). *Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Cuenca: Universidad Cuenca .
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica . (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sísmo resistente de viviendas de mampostería*. Colombia: La Red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina .
- Babilon Santacruz, C. A. (2018). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas del distrito de Tucumé Aplicando los métodos italiano y colombiano*. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.
- Bamberger, Michael, (2012). *Introduction to Mixed methods in Impact Evaluation*. the Rockefeller foundation
- Chura Pareja, K. H. (2020). *Vulnerabilidad sísmica aplicando el método AIS e índice de vulnerabilidad en la I.E Isabel Chimpu Ocllo, San Martín Porres- Lima 202*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Hernández Ávila, J. (2017). *Relación entre resistencia a compresión en cilindros de concreto y los rebotes con esclerómetro digital*. Barranquilla: Universidad Libre-Barranquilla.
- Hedrick Terry [et al]. *Applied research design: A practical guide [on line]*. Vol. 32. Unites Estados: Sage Publications Inc., 1993.
- Kuroiwa Horiuchi, J. (2016). *Manual para la reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú*. Lima: Industrias Gráfica Ausangate S.A.C.
- López Ramírez, R. E. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el asentamiento humano San Carlos de Murcia, Chachapoyas, 2017*. Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Norma Técnica Peruana 339.181. (2016). *Método de Ensayo para determinar el número de rebote de concreto endurecido Esclerómetro, 2016*. Lima: Inacal .
- Pacheco Verjel, W. A., & Criado Rodríguez, D. M. (2019). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del barrio Cristo Rey de la comuna dos del municipio de Ocaña, norte de Santander, Colombia, aplicando la metodología del Manual Fema P-154*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.
- PINEDA, Beatriz [et al]. *Metodología de la investigación: manual para el desarrollo de personal de salud Estados Unidos*: Washington
- Reglamento Nacional Edificaciones. (2020). *E.030 Diseño Sismoresistente*. Lima: Sencico.
- Reglamento Nacional Edificaciones. (2020). *E0.70 Albañilería*. Lima: Inacal.

Salazar Huaman, E. G. (2018). *Vulnerabilidad sismica de las viviendas de albañileria confinada en la ciudad de Jesus*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca .

Salvatierra Pablo, V. (2018). *Evaluacion de la vulnerabilidad sismica de la Institucion Educativa Particular San Agustin, San Juan de Lurigancho-2018*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El Proceso de la Investigación científica. 4ta ed. México: Editorial Limusa S.A., 2003

Vargas Cordero, Z. R. (2009). La ivestigacion aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia cientifica . *Revista Educacion*, 155-160.

Yepez Moya, F., H. Barbat, A., & A. Canas, J. (1996). Simulacion de escenarios de daño sismico en zonas urbanas. *Revista internacional de metodos numericos para calculo y diseño en ingenieria*, 332.

ANEXO N° 01. FICHAS DE RECONOCIMIENTO DE CAMPO PARA LAS VIVIENDAS

VIVIENDA 01

Nombre de la Investigación:		
Análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones unifamiliares de la urbanización Monserrate-Trujillo mediante el método AIS		
Investigador: Luigi Briceño Ruiz; Edwin Vásquez Hurtado		
1. Información general de la vivienda "urb. Monserrate- Trujillo, La Libertad"		
Vivienda: 01		
2 niveles <input type="checkbox"/>	3 niveles <input checked="" type="checkbox"/>	4 niveles <input type="checkbox"/>
Área del terreno:		
Largo: 11.05 m	Ancho: 4.80 m.	Área total: 53.04 m ² ^{construida}
Índice de regularidad: Baja.		
Resistencia a la compresión de diseño:		
F'c 175 kg /cm ² <input type="checkbox"/>	F'c 210 kg /cm ² <input checked="" type="checkbox"/>	F'c 280 kg /cm ² <input type="checkbox"/>
2. Elemento a evaluar:		
Columnas.		
Ensayo de esclerometría		
Resultados: esclerometría		
Promedio rebote (N):		32-65
F'c referencial (kg/cm ²):	242-25 Ks/cm ²	
Fecha del ensayo de esclerometría:	07-02-2020	

VIVIENDA 02

Nombre de la Investigación:		
Análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones unifamiliares de la urbanización Monserrate-Trujillo mediante el método AIS		
Investigador: Luigi Briceño Ruiz; Edwin Vásquez Hurtado		
1. Información general de la vivienda "urb. Monserrate- Trujillo, La Libertad"		
Vivienda: 02		
2 niveles <input checked="" type="checkbox"/>	3 niveles <input type="checkbox"/>	4 niveles <input type="checkbox"/>
Área del terreno:		
Largo: 18.98	Ancho: 5.00	Área total: 94.9
Índice de regularidad: Alta		
Resistencia a la compresión de diseño:		
F'c 175 kg /cm ² <input type="checkbox"/>	F'c 210 kg /cm ² <input checked="" type="checkbox"/>	F'c 280 kg /cm ² <input type="checkbox"/>
2. Elemento a evaluar:		
Columnas y Vigas		
Ensayo de esclerometría		
Resultados: esclerometría		
Promedio rebote (N): 32.78		
F'c referencial (kg/cm ²): 244.38 kg/cm ²		
Fecha del ensayo de esclerometría: 07-02-2020		

VIVIENDA 03

Nombre de la Investigación:		
Análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones unifamiliares de la urbanización Monserrate-Trujillo mediante el método AIS		
Investigador: Luigi Briceño Ruiz; Edwin Vásquez Hurtado		
1. Información general de la vivienda "urb. Monserrate- Trujillo, La Libertad"		
Vivienda: 03		
2 niveles <input checked="" type="checkbox"/>	3 niveles <input type="checkbox"/>	4 niveles <input type="checkbox"/>
Área del terreno:		
Largo: 11.95	Ancho: 4.80	Área total: 57.36m ²
Índice de regularidad: Medica		
Resistencia a la compresión de diseño:		
F'c 175 kg /cm ² <input type="checkbox"/>	F'c 210 kg /cm ² <input checked="" type="checkbox"/>	F'c 280 kg /cm ² <input type="checkbox"/>
2. Elemento a evaluar:		
Columnas y Vigas		
Ensayo de esclerometría		
Resultados: esclerometría		
Promedio rebote (N):		32.78
F'c referencial (kg/cm ²):	248 kg/cm ²	
Fecha del ensayo de esclerometría:	07-02-2020	

VIVIENDA 04









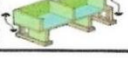
















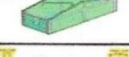
















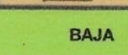

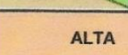
Nombre de la Investigación:		
Análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones unifamiliares de la urbanización Monserrate-Trujillo mediante el método AIS		
Investigador: Luigi Briceño Ruiz; Edwin Vásquez Hurtado		
1. Información general de la vivienda "urb. Monserrate- Trujillo, La Libertad"		
Vivienda: 04		
2 niveles <input type="checkbox"/>	3 niveles <input checked="" type="checkbox"/>	4 niveles <input type="checkbox"/>
Área del terreno:		
Largo: 4.05	Ancho: 4.80	Área total: 53.04 m ²
Índice de regularidad: Baja		
Resistencia a la compresión de diseño:		
F'c 175 kg /cm ² <input type="checkbox"/>	F'c 210 kg /cm ² <input checked="" type="checkbox"/>	F'c 280 kg /cm ² <input type="checkbox"/>
2. Elemento a evaluar:		
Columna, viga y losa		
Ensayo de esclerometría		
Resultados: esclerometría		
		Promedio rebote (N): 31.90
F'c referencial (kg/cm ²):		224.75 kg/cm ²
Fecha del ensayo de esclerometría:		07-02-2020
























VIVIENDA 05

Nombre de la Investigación:		
Análisis de vulnerabilidad sísmica de edificaciones unifamiliares de la urbanización Monserrate-Trujillo mediante el método AIS		
Investigador: Luigi Briceño Ruiz; Edwin Vásquez Hurtado		
1. Información general de la vivienda "urb. Monserrate- Trujillo, La Libertad"		
Vivienda:		
2 niveles <input type="checkbox"/>	3 niveles <input checked="" type="checkbox"/>	4 niveles <input type="checkbox"/>
Área del terreno:		
Largo: 11.95	Ancho: 4.80	Área total: 57.36 m ²
Índice de regularidad: Media		
Resistencia a la compresión de diseño:		
F'c 175 kg /cm ² <input type="checkbox"/>	F'c 210 kg /cm ² <input checked="" type="checkbox"/>	F'c 280 kg /cm ² <input type="checkbox"/>
2. Elemento a evaluar:		
Columnas y Vigas		
Ensayo de esclerometría		
Resultados: esclerometría		
Promedio rebote (N): 36.34		
F'c referencial (kg/cm ²): 290 kg/cm ²		
Fecha del ensayo de esclerometría: 07-02-2020		





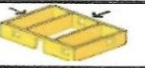

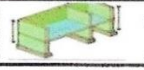

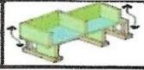









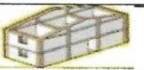
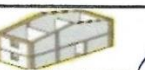




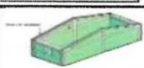
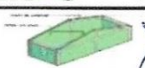
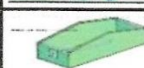






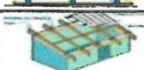
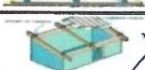
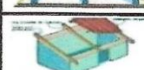
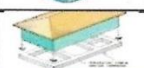
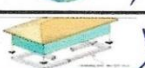







ANEXO N°02: FICHAS TECNICAS, SEGÚN METODOLOGÍA AIS.



















VIVIENDA 01

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS PARA VIVIENDA (01)	Indicadores de vulnerabilidad sísmica		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. ASPECTO GEOMETRICO			
1.1. Irregularidad en planta	 X		
1.2. Cantidad de muros en X & Y			 X
1.3. Irregularidad en altura	 X		
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO			
2.1. Calidad de juntas de pega		 X	
2.2. Tipo de mampostería		 X	 X
2.3. Calidad de materiales	 X		
3. ASPECTO ESTRUCTURAL			
3.1. Muros confinados		 X	
3.2. Detalles de columnas y vigas	 X		
3.3. Vigas de amarre		 X	
3.4. Características de las aberturas		 X	
3.5. Entrepiso	 X		
3.6. Amarre de Cubiertas	 X		
4. Cimentación		 X	
5. Suelo		 X	
6. Entorno	 X		
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA









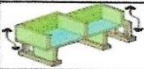





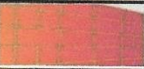




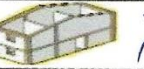




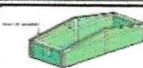
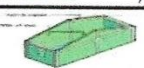
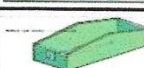

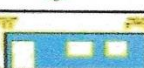







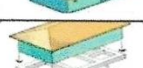








FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS Capitulo III VIVIENDA (01)	Evaluación del nivel de daño en viviendas afectadas por sismos		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. Paneles			
1.1. Paneles (fisuración en las esquinas)			
1.2. Paneles (tension diagonal)			
1.3. Paneles (Mecanismo de tension diagonal)			
1.4. Paneles (desplazamiento de las juntas)			
1.5. Paneles (rotura diagonal y en las esquinas)			
1.6. Paneles (efectos fuera del plano del muro)			
2. Elementos de Confinamiento			
2.1. Agrietamiento de la columna por falla a cortante			
2.2. Falla del empalme del traslazo			
2.3. Daño en la conexión viga-columna			
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA



















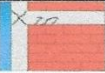








VIVIENDA 02

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS PARA VIVIENDA (02)	Indicadores de vulnerabilidad sísmica		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. ASPECTO GEOMETRICO			
1.1. Irregularidad en planta			 X
1.2. Cantidad de muros en X & Y			 X
1.3. Irregularidad en altura	 X		
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO			
2.1. Calidad de juntas de pega		 X	
2.2. Tipo de mampostería		 X	
2.3. Calidad de materiales		 X	
3. ASPECTO ESTRUCTURAL			
3.1. Muros confinados		 X	
3.2. Detalles de columnas y vigas		 X	
3.3. Vigas de amarre		 X	
3.4. Características de las aberturas		 X	
3.5. Entrepiso	 X		
3.6. Amarre de Cubiertas		 X	
4. Cimentación		 X	
5. Suelo		 X	
6. Entorno	 X		
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA









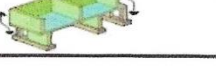






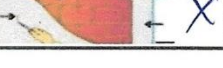










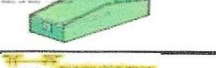















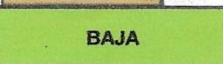


FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS Capitulo III VIVIENDA (08	Evaluacion del nivel de daño en viviendas afectadas por sismos		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. Paneles			
1.1. Paneles (fisuración en las esquinas)		X	
1.2. Paneles (tension diagonal)		X	
1.3. Paneles (Mecanismo de tension diagonal)		X	
1.4. Paneles (desplazamiento de las juntas)		X	
1.5. Paneles (rotura diagonal y en las esquinas)		X	
1.6. Paneles (efectos fuera del plano del muro)		X	
2. Elementos de Confinamiento			
2.1. Agrietamiento de la columna por falla a cortante		X	
2.2. Falla del empalme del traslapo		X	
2.3. Daño en la conexión viga-columna		X	
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA








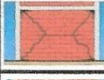



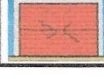

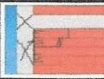


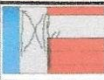
VIVIENDA 03

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS PARA VIVIENDA (03)	Indicadores de vulnerabilidad sísmica		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. ASPECTO GEOMETRICO			
1.1. Irregularidad en planta			
1.2. Cantidad de muros en X & Y			
1.3. Irregularidad en altura			
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO			
2.1. Calidad de juntas de pego			
2.2. Tipo de mampostería			
2.3. Calidad de materiales			
3. ASPECTO ESTRUCTURAL			
3.1. Muros confinados			
3.2. Detalles de columnas y vigas			
3.3. Vigas de amarre			
3.4. Características de las aberturas			
3.5. Entrepiso			
3.6. Amarre de Cubiertas			
4. Cimentación			
5. Suelo			
6. Entorno			
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA





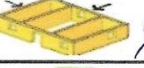
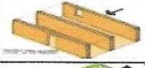


















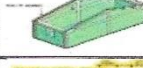
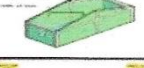
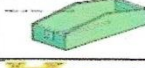















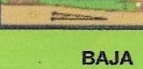

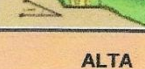
FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS Capitulo III VIVIENDA (03)	Evaluacion del nivel de daño en viviendas afectadas por sismos		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. Paneles			
1.1. Paneles (fisuración en las esquinas)			
1.2. Paneles (tension diagonal)			
1.3. Paneles (Mecanismo de tension diagonal)			
1.4. Paneles (desplazamiento de las juntas)			
1.5. Paneles (rotura diagonal y en las esquinas)			
1.6. Paneles (efectos fuera del plano del muro)			
2. Elementos de Confinamiento			
2.1. Agrietamiento de la columna por falla a cortante			
2.2. Falla del empalme del traslape			
2.3. Daño en la conexión viga-columna			
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA


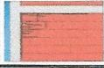

















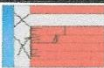







VIVIENDA 04

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS PARA VIVIENDA (04)	Indicadores de vulnerabilidad sísmica		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. ASPECTO GEOMETRICO			
1.1. Irregularidad en planta			
1.2. Cantidad de muros en X & Y			
1.3. Irregularidad en altura			
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO			
2.1. Calidad de juntas de pega			
2.2. Tipo de mampostería			
2.3. Calidad de materiales			
3. ASPECTO ESTRUCTURAL			
3.1. Muros confinados			
3.2. Detalles de columnas y vigas			
3.3. Vigas de amarre			
3.4. Características de las aberturas			
3.5. Entrepiso			
3.6. Amarre de Cubiertas			
4. Cimentación			
4. Cimentación			
5. Suelo			
5. Suelo			
6. Entorno			
6. Entorno			
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS Capítulo III VIVIENDA (04)	Evaluación del nivel de daño en viviendas afectadas por sismos		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. Paneles			
1.1. Paneles (fisuración en las esquinas)		X	
1.2. Paneles (tension diagonal)		X	
1.3. Paneles (Mecanismo de tension diagonal)		X	
1.4. Paneles (desplazamiento de las juntas)		X	
1.5. Paneles (rotura diagonal y en las esquinas)		X	
1.6. Paneles (efectos fuera del plano del muro)		X	
2. Elementos de Confinamiento			
2.1. Agrietamiento de la columna por falla a cortante		X	
2.2. Falla del empalme del traslape			X
2.3. Daño en la conexión viga-columna		X	
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

VIVIENDA 05

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS PARA VIVIENDA ()	Indicadores de vulnerabilidad sísmica		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. ASPECTO GEOMETRICO			
1.1. Irregularidad en planta			
1.2. Cantidad de muros en X & Y			
1.3. Irregularidad en altura			
2. ASPECTO CONSTRUCTIVO			
2.1. Calidad de juntas de pega			
2.2. Tipo de mampostería			
2.3. Calidad de materiales			
3. ASPECTO ESTRUCTURAL			
3.1. Muros confinados			
3.2. Detalles de columnas y vigas			
3.3. Vigas de amarre			
3.4. Características de las aberturas			
3.5. Entrepiso			
3.6. Amarre de Cubiertas			
4. Cimentación			
5. Suelo			
6. Entorno			
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS – METODO AIS (ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SISMICA)			
Título de la investigación:	ANALISIS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES UNIFAMILIARES DE LA URBANIZACION MONSERRATE-TRUJILLO MEDIANTE EL METODO AIS		
Tesisistas:	Br. BRICEÑO RUIZ, LUIGI ADERLY		
	Br. VASQUEZ HURTADO, EDWIN		
Asesor:	ING. GALICIA GUARNIZ, WILLIAM CONRAD		
CRITERIOS AIS Capítulo III VIVIENDA ()	Evaluacion del nivel de daño en viviendas afectadas por sismos		
	BAJA	MEDIA	ALTA
1. Paneles			
1.1. Paneles (fisuración en las esquinas)			
1.2. Paneles (tension diagonal)			
1.3. Paneles (Mecanismo de tension diagonal)			
1.4. Paneles (desplazamiento de las juntas)			
1.5. Paneles (rotura diagonal y en las esquinas)			
1.6. Paneles (efectos fuera del plano del muro)			
2. Elementos de Confinamiento			
2.1. Agrietamiento de la columna por falla a cortante			
2.2. Falla del empalme del traslapo			
2.3. Daño en la conexión viga-columna			
CALIFICACION GLOBAL DE LA VIVIENDA	BAJA	MEDIA	ALTA

ANEXO N°03: ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA EN 05 VIVIENDAS DE LA URB. MONSERRATE EN TRUJILLO.

SOLICITANTE : Luigui Briceño
OBRA : Edificación unifamiliar de 3 niveles
NORMA DE REFERENCIA : ASTM C805
FECHA DE ENSAYO : 07 de febrero del 2020.
UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS : Urb. Monserrate - Trujillo, La Libertad.
EQUIPO EMPLEADO : Hermitage PA 1614B.
CALIBRACIÓN : Certificado de calibración P/C-LD-002-2020.



Laboratorio de Ensayos de Ingeniería
 Concreto - Materiales - Suelos

CODIGO	MODIFICACIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ÁNGULO DE IMPACTO	NÚMERO DE REBOTE (N)										PROMEDIO	RANGO DE VALIDEZ SEGÚN NORMA		PROMEDIO DEFINITIVO	PROMEDIO REPRESENTATIVO	f'c referencial (kg/cm2)	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		PROMEDIO -6	PROMEDIO +6				
E-01	PATRON	COLUMNA	0°	37.5	36	36	34	33.5	30	36.5	30	34.5	32	33.5	34.35	28.35	40.35	34.35		265
E-02	PATRON	COLUMNA	0°	33.5	33	31	30	28	34	33	32.5	36	32.5	32.35	26.35	38.35	32.35		238	
E-03	PATRON	COLUMNA	0°	33.5	27.5	33.5	32.5	31.5	32	34.5	30	26.5	24.5	30.6	24.6	36.6	30.6		215	
E-04	PATRON	COLUMNA	0°	31.5	37	32	35	32.5	28.5	31.5	31.5	30	31.5	32.1	26.1	38.1	32.1		235	
E-05	PATRON	COLUMNA	0°	27.5	23.5	30	30	29	26.5	25.5	36	35	29	29.2	23.2	35.2	29.2		196	
E-06	PATRON	COLUMNA	0°	24.5	35.5	36.5	33.5	36.7	32	35.5	36	31	32	33.32	27.32	39.32	33.32		251	
E-07	PATRON	COLUMNA	0°	38	36.5	31	32.5	34	33.5	37	36	33	37	35.05	29.05	41.05	35.05		275	
E-08	PATRON	COLUMNA	0°	37	36	32	33	35	35	36	31	32	35	34.2	28.2	40.2	34.2		263	
																		32.65		

ESCLEROMETRÍA PATRON : N = 32.65

RESISTENCIA REFERENCIAL : f'c = 210 kg/cm2.

ANEXOS :

MARCO ALEXANDER
 RODRIGUEZ GUEVARRA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 234487



SOLICITANTE

: Luigui Briceño

OBRA

: Edificación unifamiliar de 2 niveles

NORMA DE REFERENCIA

: ASTM C805

FECHA DE ENSAYO

: 07 de febrero del 2020.

UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS

: Urb. Monserrate - Trujillo, La Libertad.

EQUIPO EMPLEADO

: Hermitage PA 16148.

CALIBRACIÓN

: Certificado de calibración PIC-LD-002-2020.



CCL S.A.C

Laboratorio de Ensayos de Ingeniería
Concreto - Materiales - Suelos

CODIGO	MODIFICACIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ÁNGULO DE IMPACTO	NÚMERO DE REBOTE (N)										PROMEDIO	RANGO DE VALIDEZ SEGÚN NORMA		PROMEDIO REPRESENTATIVO	f'c referencial (kg/cm2)		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		PROMEDIO +6	PROMEDIO -6				
E-01	PATRON	COLUMNA	0°	32	32.5	33.5	34	39	34.5	32	34.5	32	34.5	37	34	34.3	28.3	40.3	34.3	265
E-02	PATRON	COLUMNA	0°	31	28	31	34	32	30	32	30	33	30	31	33.5	31.35	25.35	37.35	31.35	225
E-03	PATRON	COLUMNA	0°	34.5	34	35.5	35	37.5	32	34	35.5	37.5	35	35.5	37.5	35.05	29.05	41.05	35.05	275
E-04	PATRON	COLUMNA	0°	29	28.5	30	27	35	32.5	31	26.5	32	38	30.95	30.95	24.95	36.95	30.95	220	
E-05	PATRON	COLUMNA	0°	35.5	34	33	36	33	34	34.5	34	35	30	33.9	33.9	27.9	39.9	33.9	259	
E-06	PATRON	VIGA	-90	34	34.5	33.5	39	33	34.5	34.5	34.5	33.5	36.5	35	34.8	28.8	40.8	34.8	256	
E-07	PATRON	VIGA	-90	34	34.5	33.5	39	33	34.5	34.5	34.5	33.5	36.5	39	35.2	29.2	41.2	35.2	264	
E-08	PATRON	VIGA	-90	30	36	34.5	34.5	30	32.5	32.5	35.5	30	32	32.75	26.75	38.75	32.75	33.54	220	

ESCLEROMETRÍA PATRON : N = 33.54

RESISTENCIA REFERENCIAL : f'c = 210 kg/cm2.

ANEXOS :


MARCO ALEXANDER
RODRIGUEZ GUEVARA
Ingeniero Civil
CIP N° 234487

VIVIENDA 2



SOLICITANTE

: Luigui Briceño

OBRA

: Edificación unifamiliar de 2 niveles

NORMA DE REFERENCIA

: ASTM C805

FECHA DE ENSAYO

: 07 de febrero del 2020.

UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS

: Urb. Monserrate - Trujillo, La Libertad.

EQUIPO EMPLEADO

: Hermitage PA 16148.

CALIBRACIÓN

: Certificado de calibración PIC-LD-002-2020.



CCL S.A.C.

Laboratorio de Ensayos de Ingeniería
Concreto - Materiales - Suelos

CODIGO	MODIFICACIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ANGULO DE IMPACTO	NÚMERO DE REBOTE (N)										PROMEDIO	RANGO DE VALIDEZ SEGÚN NORMA		PROMEDIO DEFINITIVO	PROMEDIO REPRESENTATIVO	f'c referencial (kg/cm2)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		PROMEDIO - 6	PROMEDIO +6			
E-01	PATRON	COLUMNNA	0°	32	34	37.5	37.5	32	37.5	34	36	38.5	36	35.5	29.5	41.5	35.5		281
E-02	PATRON	COLUMNNA	0°	32	34	37.5	37.5	32	37.5	34	36	38.5	39	35.8	29.8	41.8	35.8		285
E-03	PATRON	COLUMNNA	0°	30.5	34	31	32.5	31	34	33	31	31	30	31.8	25.8	37.8	31.8		231
E-04	PATRON	COLUMNNA	0°	29	25.5	32	34	30.5	37	34.5	40	38.5	31	33.2	27.2	39.2	33.2		250
E-05	PATRON	COLUMNNA	0°	31	30	26.5	28.5	27.5	35.5	33.5	30	31	33	30.65	24.65	36.65	30.65		216
E-06	PATRON	COLUMNNA	0°	33	34.5	30.5	29	31.5	34	26	32	30.5	30	31.1	25.1	37.1	31.1	32.78	222
E-07	PATRON	VIGA	0°	33	29.5	27	29.5	32	33	30	33	34	32	31.25	25.25	37.25	31.25		224
E-08	PATRON	VIGA	0°	34	31.5	30	32	35	33	36.5	34	33	30	32.9	26.9	38.9	32.9		246

ESCLEROMETRÍA PATRON : N = 32.78

RESISTENCIA REFERENCIAL : f'c = 210 kg/cm2.

ANEXOS :


MARCO ALFONSO RODRIGUEZ GUEVARA
Ingeniero Civil
CIP N° 234487



VIVIENDA 3



SOLICITANTE

: Luigui Briceño

OBRA

: Edificación unifamiliar de 3 niveles + Azotea

NORMA DE REFERENCIA

: ASTM C805

FECHA DE ENSAYO

: 07 de febrero del 2020.

UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS

: Urb. Monserrate - Trujillo, La Libertad.

EQUIPO EMPLEADO

: Hemitage PA 1614B.

CALIBRACIÓN

: Certificado de calibración PIC-LD-002-2020.

**CCL S.A.C.**

Laboratorio de Ensayos de Ingeniería
 Concreto - Materiales - Suelos

CODIGO	MODIFICACIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ÁNGULO DE IMPACTO	NÚMERO DE REBOTE (N)										PROMEDIO	RANGO DE VALIDEZ SEGÚN NORMA		PROMEDIO DEFINITIVO	PROMEDIO REPRESENTATIVO	f'c referencial (kg/cm2)	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		PROMEDIO - 6	PROMEDIO +6				
E-01	PATRON	COLUMNA	0°	30	34	29	29	30	36	36	36	36	36	36	30.5	26.65	38.65	32.65	32.65	243
E-02	PATRON	COLUMNA	0°	34	35.5	37	30	32	33	30	34	30	35.5	35.5	27.1	39.1	33.1	33.1	249	
E-03	PATRON	COLUMNA	0°	29.5	27	35	24	28	30	28.5	26	24	25	27.7	21.7	33.7	27.7	27.7	176	
E-04	PATRON	COLUMNA	0°	34	33	32	30	31	31	35	34	33	35	32.8	26.8	38.8	32.8	32.8	245	
E-05	PATRON	LOSA	90°	30	30.5	30.5	33	29	31	33	34	30	30	31.1	25.1	37.1	31.1	31.1	190	
E-06	PATRON	LOSA	90°	28	34	32	30	30	31	34	32	30.5	30	31.15	25.15	37.15	31.15	31.15	191	
E-07	PATRON	VIGA	0°	32	31	30	36	36	35	34	32	32	32	32.95	26.95	38.95	32.95	32.95	247	
E-08	PATRON	VIGA	0°	33	31	32	33	36	37	36.5	35	31	33	33.75	27.75	39.75	33.75	33.75	257	
																			31.90	

ESCLEROMETRÍA PATRON : N = 31.90**RESISTENCIA REFERENCIAL :** f'c = 210 kg/cm2.**ANEXOS :**


 MARCO ALEXANDER
 RODRIGUEZ GUEVARA
 Ingeniero Civil
 CIP N° 234487



VIVIENDA 4

SOLICITANTE

: Luigi Briceño
: Edificación unifamiliar de 3 niveles

OBRA**NORMA DE REFERENCIA**

: ASTM C805

FECHA DE ENSAYO

: 07 de febrero del 2020.

UBICACIÓN DE LOS ENSAYOS

: Urb. Monserrate - Trujillo, La Libertad.

EQUIPO EMPLEADO

: Hemitage PA 16148.

CALIBRACIÓN

: Certificado de calibración PIC-ID-002-2020.



Laboratorio de Ensayos de Ingeniería
Concreto - Materiales - Suelos

CCL S.A.C

CODIGO	MODIFICACIÓN	ELEMENTO ESTRUCTURAL	ÁNGULO DE IMPACTO	NÚMERO DE REBOTE (N)										PROMEDIO	RANGO DE VALIDEZ SEGÚN NORMA		PROMEDIO DEFINITIVO	PROMEDIO REPRESENTATIVO	f'c referencial (kg/cm2)
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		PROMEDIO - 6	PROMEDIO +6			
E-01	PATRON	COLUMNA	0°	34	33	34.5	35	35	32.5	36	34	35	35.5	34.45	28.45	40.45	34.45		267
E-02	PATRON	COLUMNA	0°	40	38	39	40	39.5	39	34	38	45	39.5	39.2	33.2	45.2	39.2		330
E-03	PATRON	COLUMNA	0°	34	36	35.5	36	37	33	34	34	34	34	34.75	28.75	40.75	34.75		271
E-04	PATRON	COLUMNA	0°	36.5	32	33	35	31	32	32.5	31	31.5	33	32.75	26.75	38.75	32.75		244
E-05	PATRON	COLUMNA	0°	33	39	33	37	37.5	33	40	35.5	37	38.5	36.35	30.35	42.35	36.35	36.34	292
E-06	PATRON	VIGA	90°	36	36.5	35.5	37	34	36	36	37	35.5	36	35.95	29.95	41.95	35.95		277
E-07	PATRON	VIGA	90°	38	40	43	45	38	36	40.5	33	34	44	39.1	33.1	45.1	39.1		334
E-08	PATRON	VIGA	-90	38	37	43	37	38	37	42	37	40	33	38.2	32.2	44.2	38.2		305

ESCLEROMETRÍA PATRON : N = 36.34

RESISTENCIA REFERENCIAL : f'c = 210 kg/cm2.

ANEXOS :


MARCO ALEXANDER
RODRIGUEZ GUEVARA
Ingeniero Civil
CIP Nº 234457



VIVIENDA 5

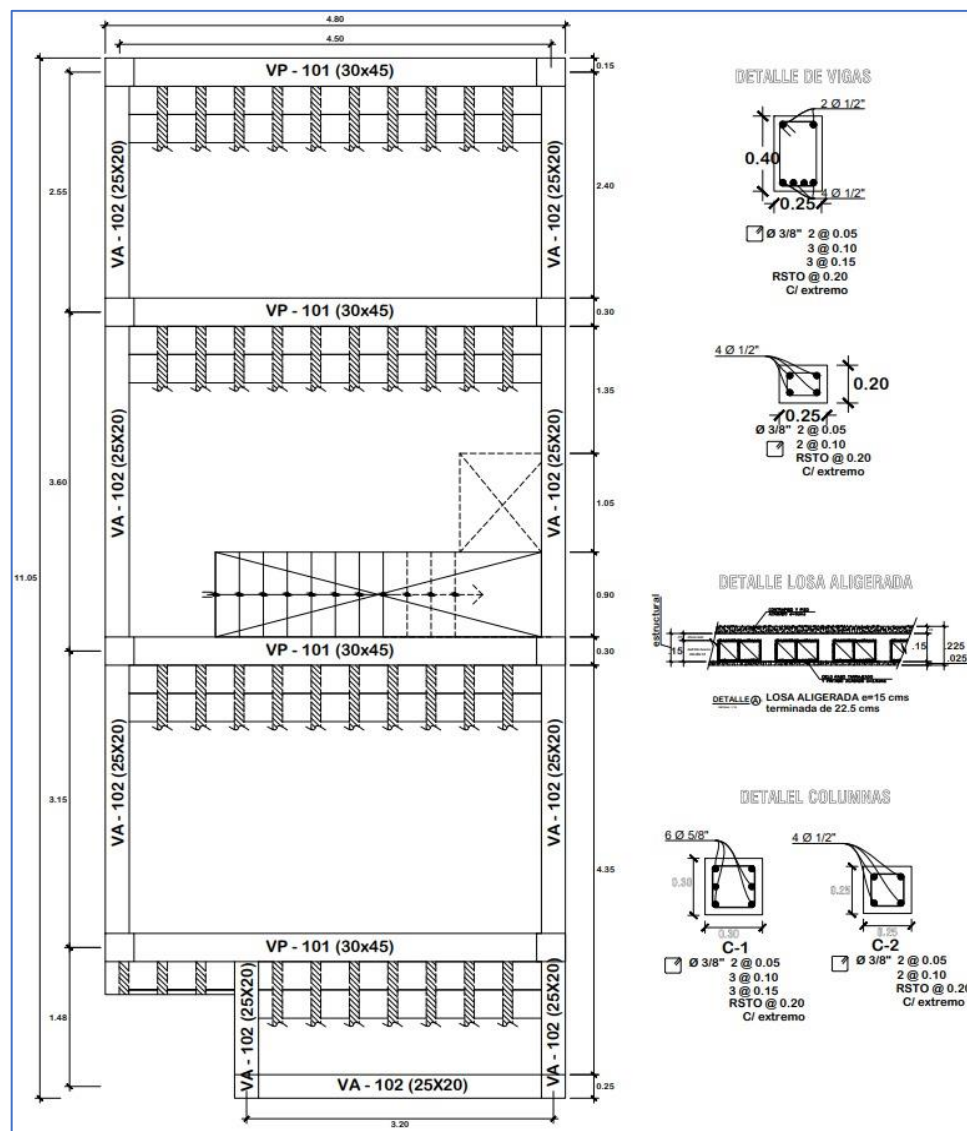


ANEXO N°4

MODELAMIENTO EN ETABS 2018. PROCEDIMIENTO DE ANALISIS EN SOFTWARE

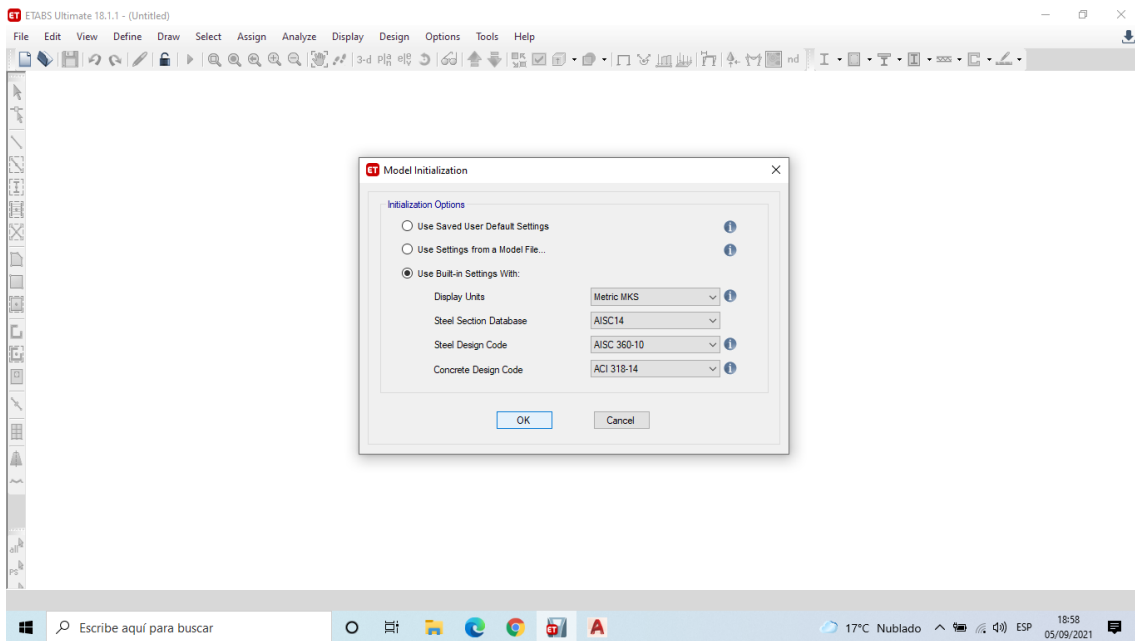
1. Para realizar el modelado en Etabs, se tuvieron que diseñar los planos de estructuras, según las medidas tomadas en el registro de campo. Durante el registro de campo se corroboraron las medidas de las vigas y columnas construidas en cada una de las viviendas. Con los detalles plasmados en Autocad, se podrán definir las longitudes y secciones de los elementos estructurales para su modelamiento en el Software.

Figura 01. Plano de Estructuras para la Vivienda 01.

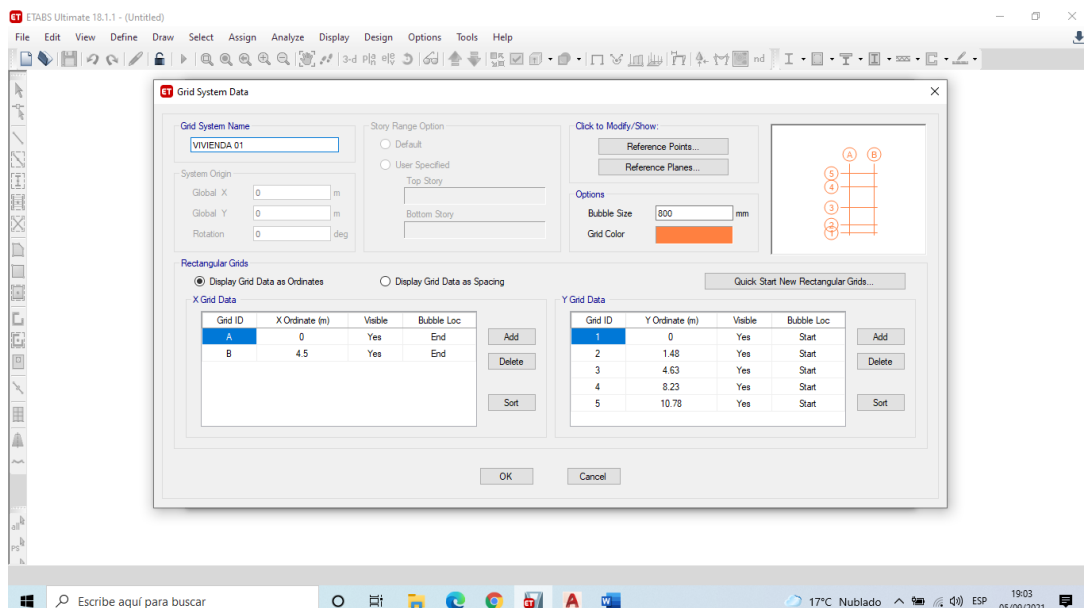


Fuente: Elaboración Propia

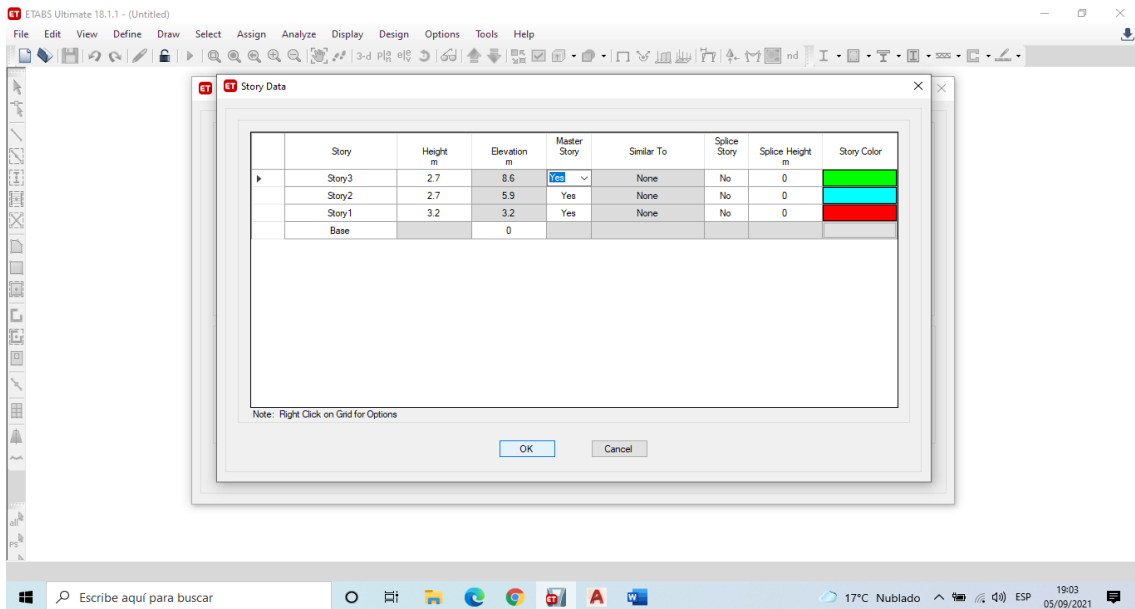
- Dentro del programa ETABS, el primer paso será la selección del Sistema de Unidades, para el desarrollo de nuestro modelamiento se seleccionaron El sistema Metrico MKS (metros, kilogramos y segundos), y para el diseño de concreto se escogió la Norma ACI-318-14. (American Concrete Institute)



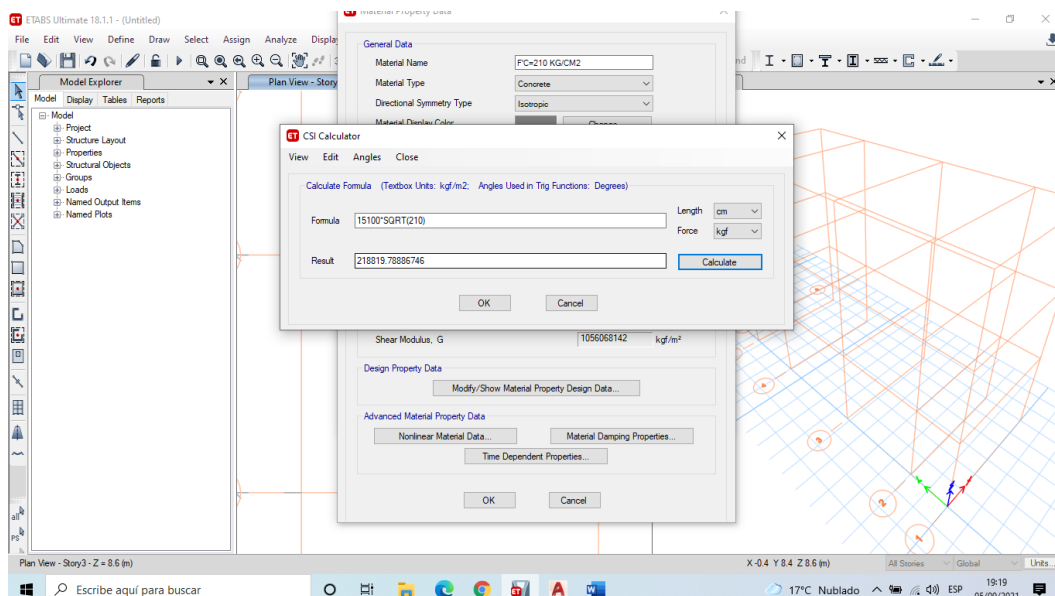
- Posteriormente, se definieron las grillas, y se asignaron las longitudes entre grillas, haciendo referencia a la longitud entre centros de los elementos prismáticos en planta. Para la vivienda 01, la luz mas crítica fue de 4.50 m. en el eje XX, y en el eje YY fue de 3.60 m.



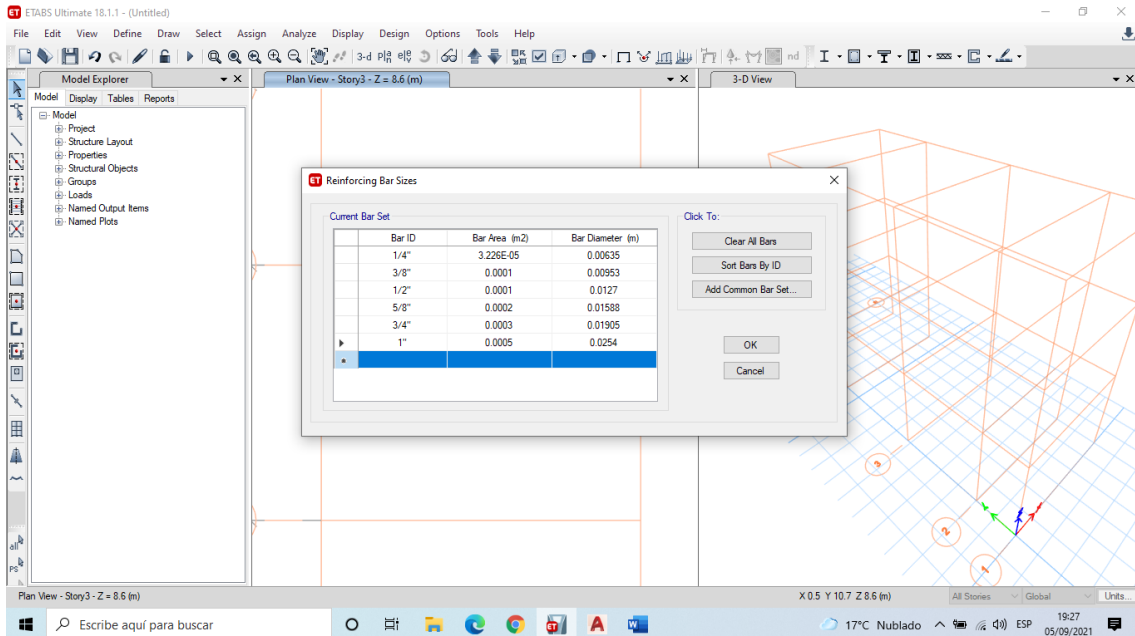
- Una vez indicadas las luces en planta, se procede a definir las alturas de entrespiso, para este caso se consideró en el primer piso una altura de 3.20, debido a que se indicó que el desplante era de 1.00; para el resto de pisos se consideró 2.70, como altura de piso terminado a fondo de losa.



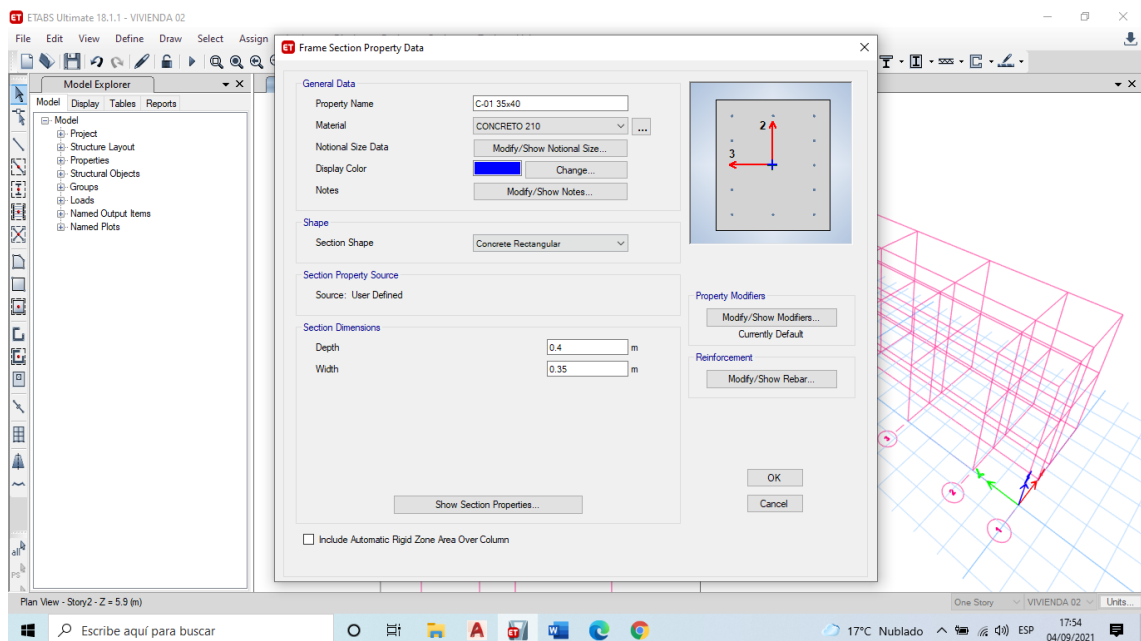
- Se procede a definir los materiales que incurren en el modelamiento de la estructura, en la imagen se observa la determinación de las propiedades del concreto, como son: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ (Resultado promedio de la resistencia a compresión obtenida en los ensayos de esclerometría), también los valores de modulo de elasticidad, densidad del concreto, modulo de corte y razon de Poisson para este material.



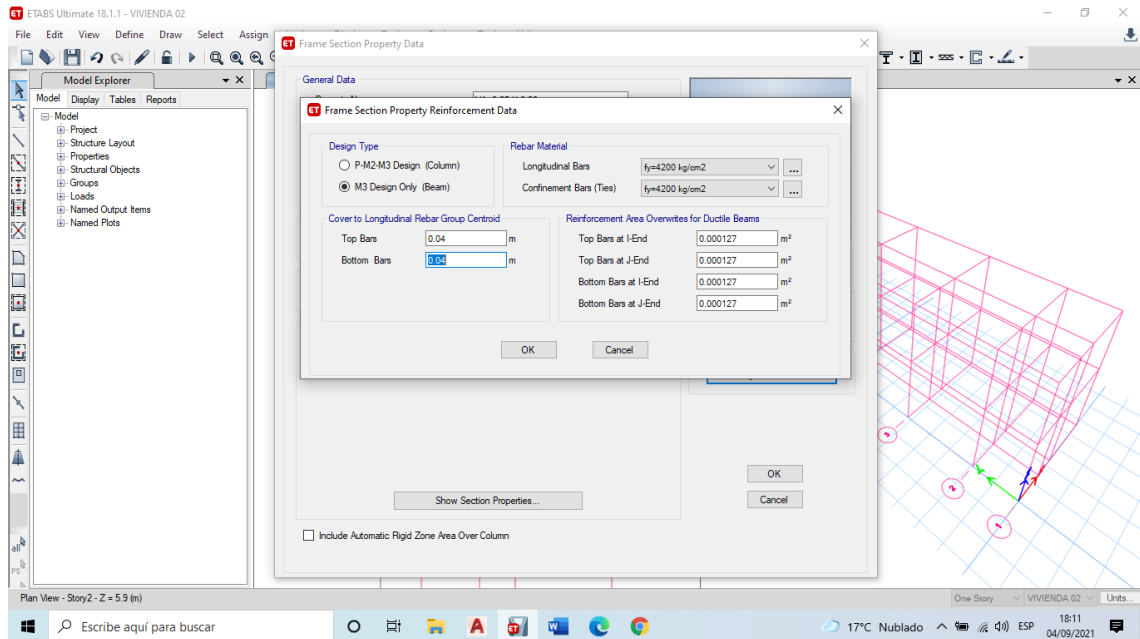
- Asimismo se definen las características del acero comercial en el Perú, asignándose los diámetros en pulgadas (medida comercial), cuyos diámetros y áreas se encuentran calculados.



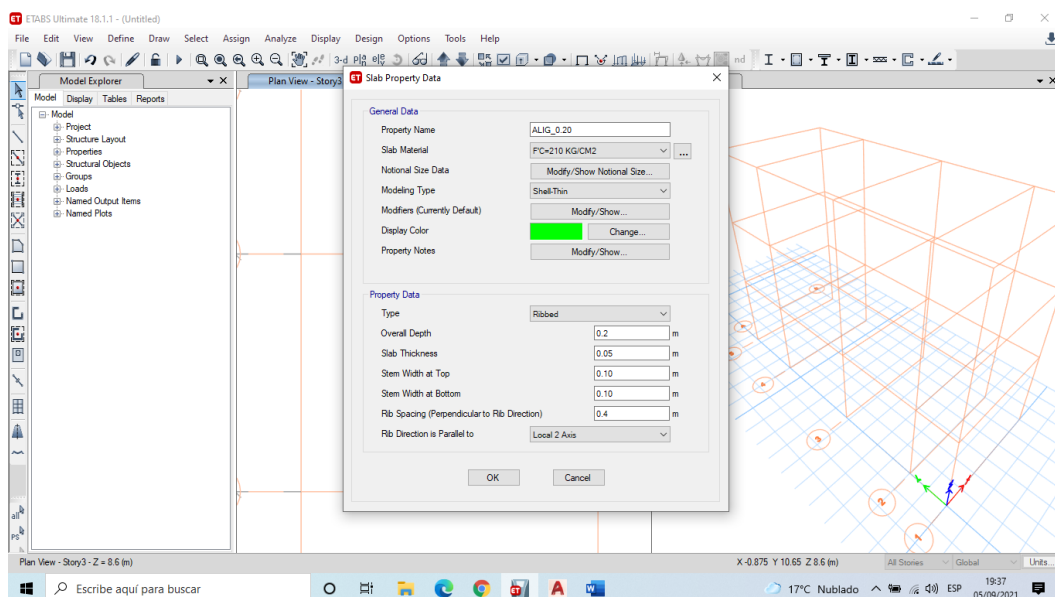
- Una vez definido los materiales, se procede a definir las secciones de los elementos estructurales, para el caso de la vivienda 01, se cuenta con columnas de 30x30 y 25x25; para el caso de vigas se cuenta con vigas chatas de 25x20 cm y peraltadas en el eje XX de 30x45.



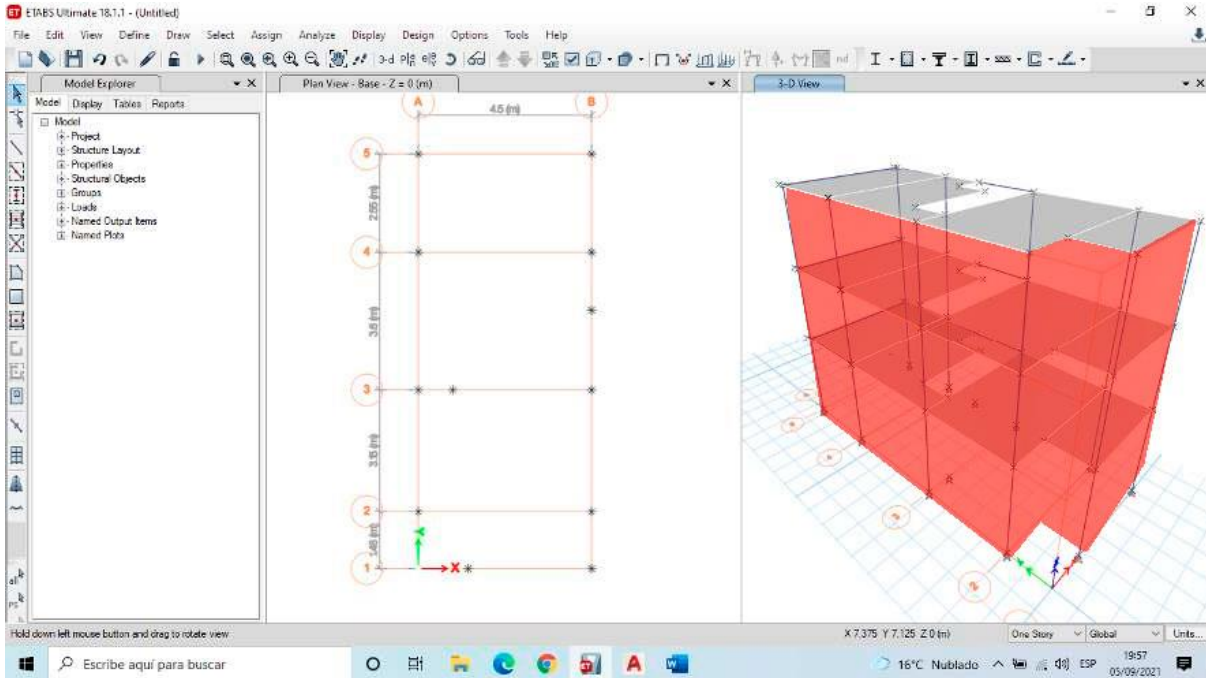
8. En el caso de la definición de las secciones de viga, se deberá indicar en el programa que el elemento estructural definido debe actuar como tal, seleccionando la opción Beam. E incluyendo los valores de fluencia del acero para el elemento prismático de concreto armado. Para el caso de columnas, la configuración predeterminada del programa viene con esta opción activada.



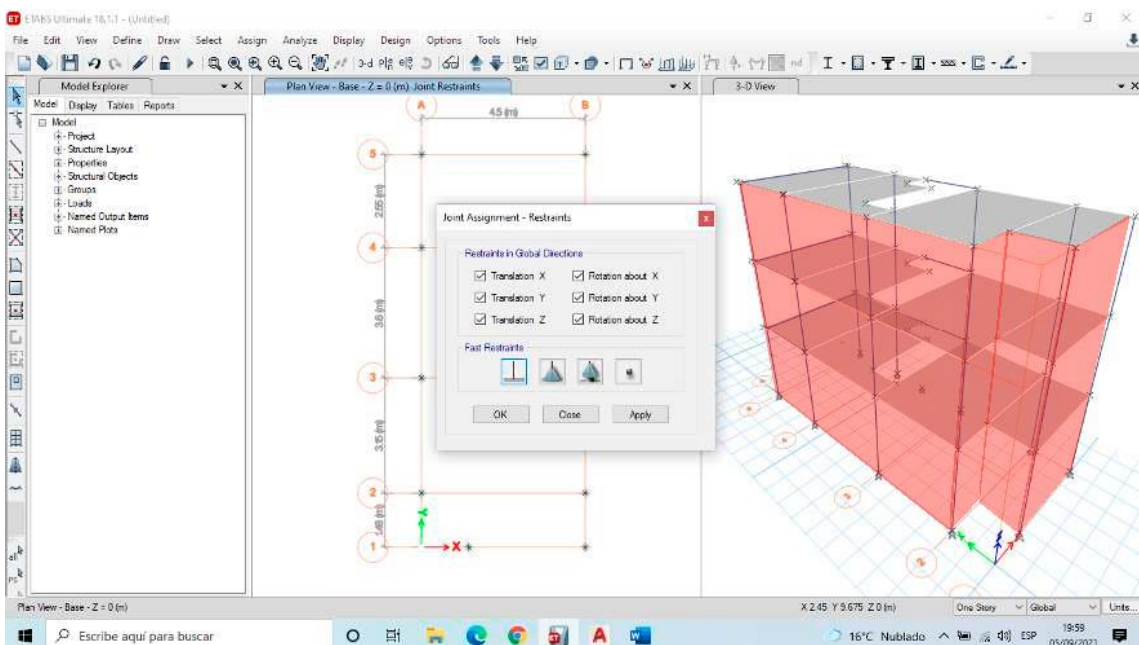
9. También, se definen las características del tipo de Slab (Losa) a utilizar en el modelado, para el caso de los modelamientos realizados, se utilizará una losa aligera que en el programas sería tipo Ribbed, definiendose las longitudes de: Vigueta con ancho y altura de 10 cm, losa de recubrimiento de 5 cm, espesor de losa de 20cm. y el sentido de aligerado.



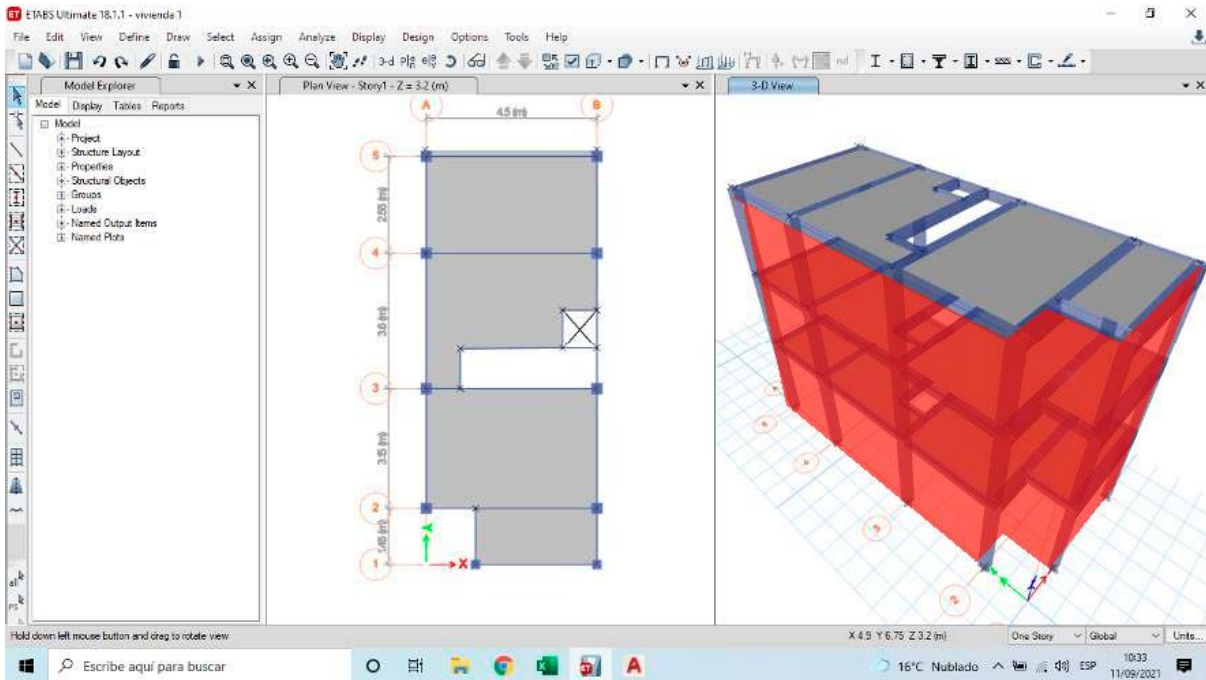
- Una vez definidos las secciones y materiales de los elementos estructurales, se procede a dibujar los elementos (Columnas, vigas y losa). Asimismo, se generan Joints (Puntos de referencia) para generar los ductos (en este caso tenemos dos uno de tragaluz y otro de escalera).



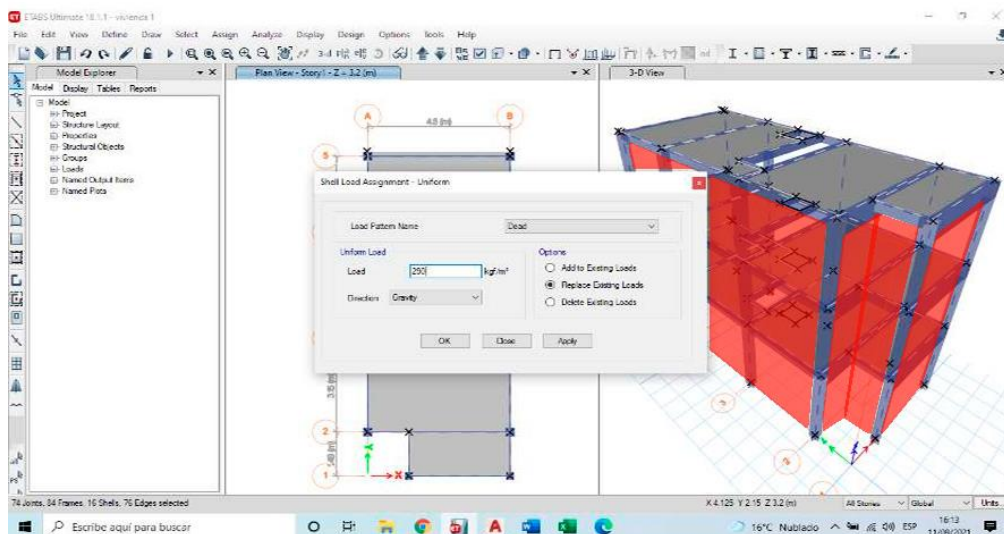
- Así también, se deben definir las restricciones de movimiento en la cimentación, para la cual se asignan restricciones de tipo empotrada, seleccionando todas las restricciones de movimiento de traslación y rotación en todos los ejes.



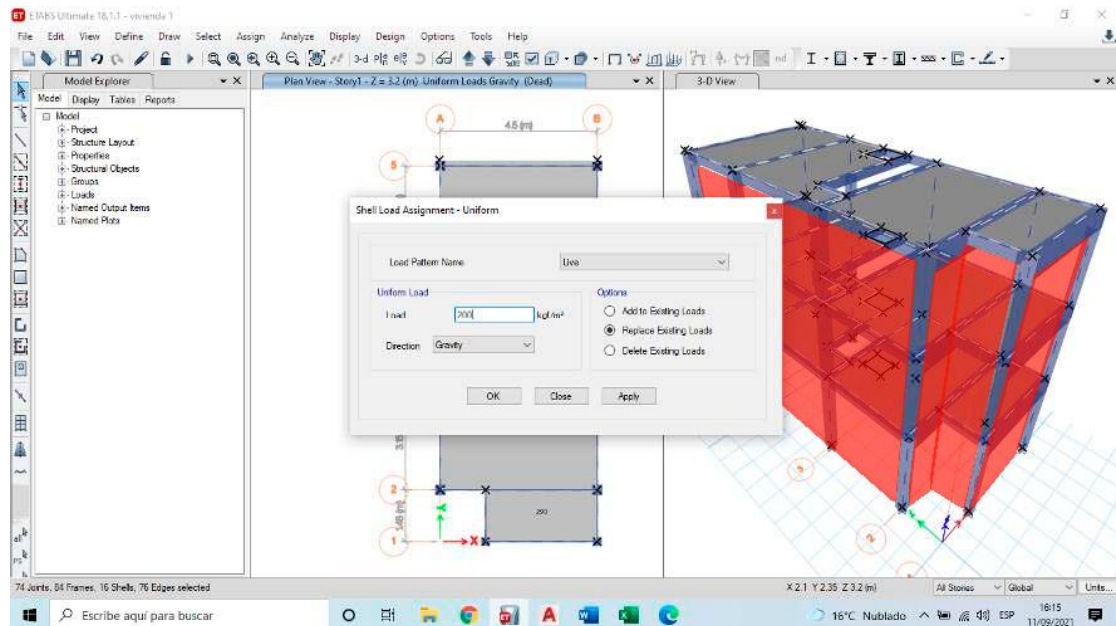
12. Se genera el vación del ducto y de la escalera, para evitar la asignación de carga, en procedimientos posteriores. Asimismo, mediante el comando Extrude, se puede visualizar en el 3D los espesores de los elementos dibujados, y así poder verificar el diseño y modelado de la estructura hasta este punto.



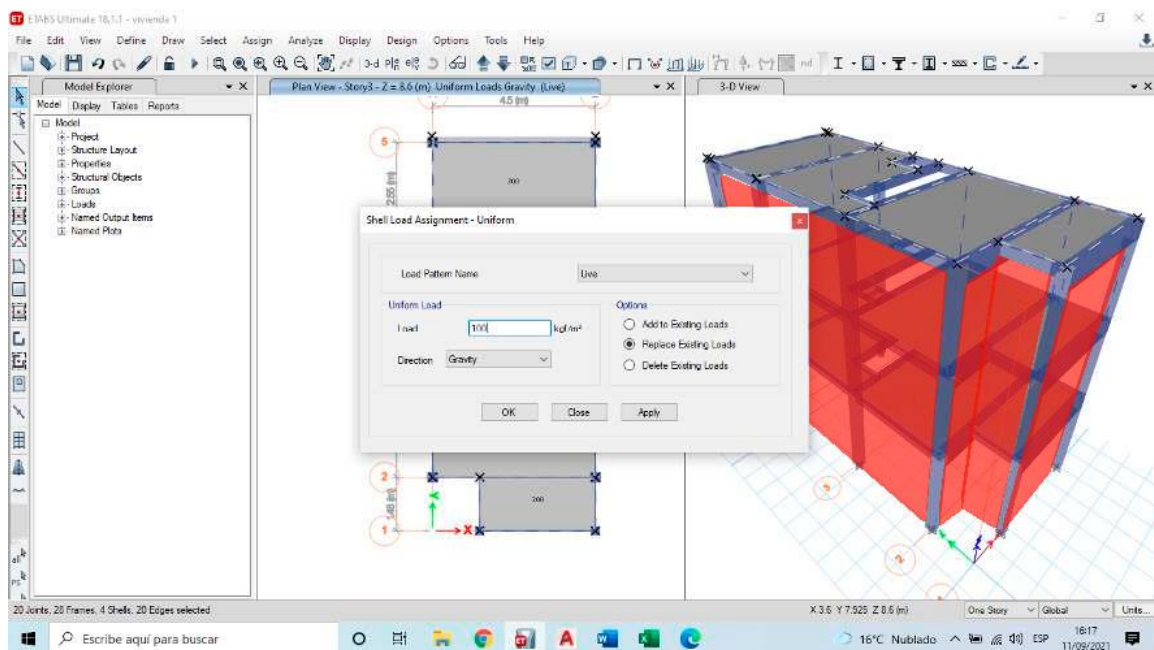
13. Una vez realizado el modelamiento de los elementos estructurales se procede a la asignación de cargas, para ello se realizo un metrado de cargas, el cual se puede apreciar en el anexo de analisis, de tal manera se determinaron las cargas muertas de losa que entre peso de ladrillo (90kg/m²), peso de piso terminado (100 kg/m²), tabiqueria movil (100 kg/m²), asignándose un total de 290kg/m².



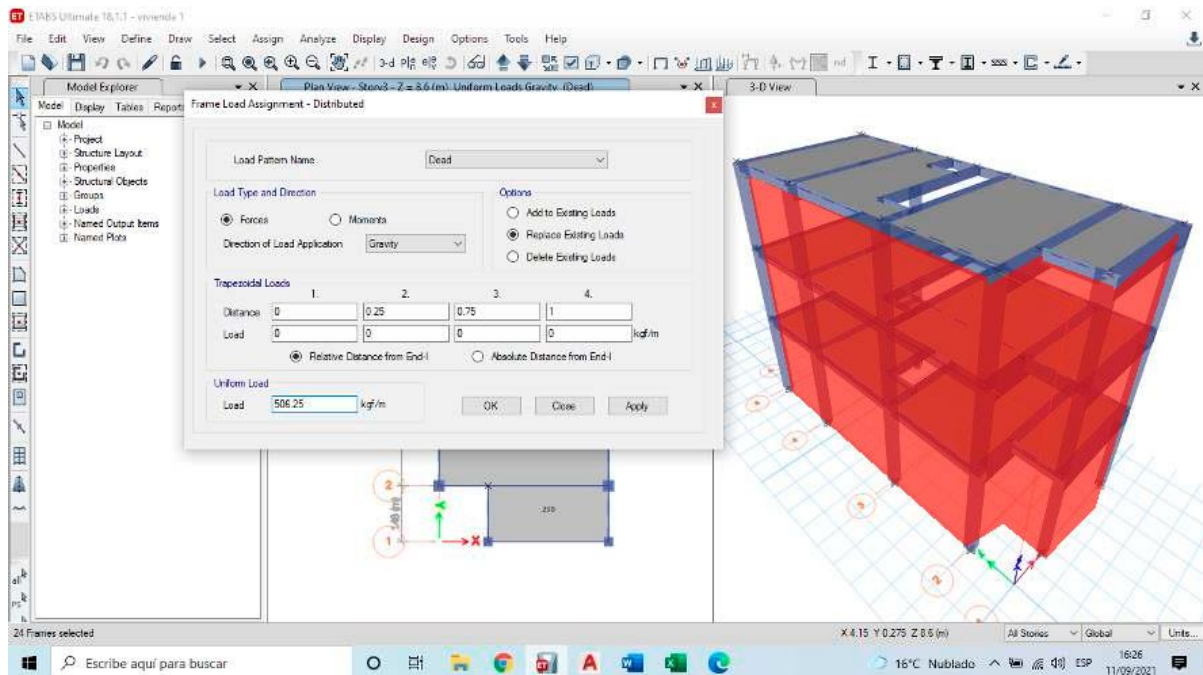
14. Así también, se asignaron las cargas vivas correspondientes a 200 kg/m², según normativa E020.



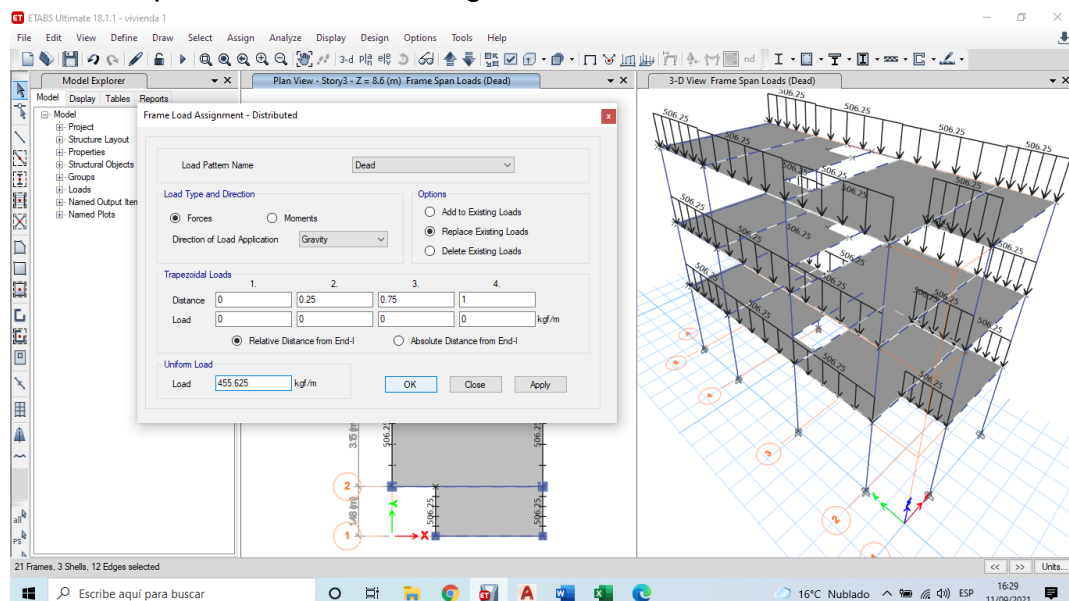
15. Para el caso del último piso, se deberá reducir las cargas vivas a 50% según la normativa E020.



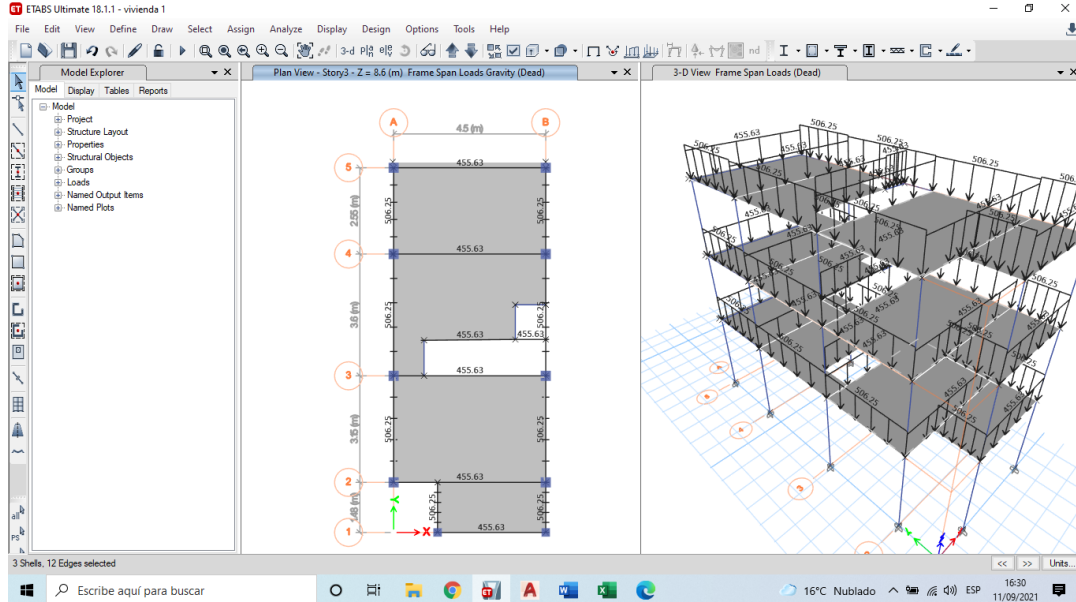
16. Una vez asignadas las cargas Viva y Muerta, se debiera determinar el peso de los muros de albañilería que descansan sobre las vigas. De tal manera, que se determine la participación de la carga de los muros en las vigas, tanto peraltadas como chatas, para ello se recurren al excel de metrado de cargas. Para el caso de las vigas en el eje YY, se determinó un peso de 506.25 kg/m.



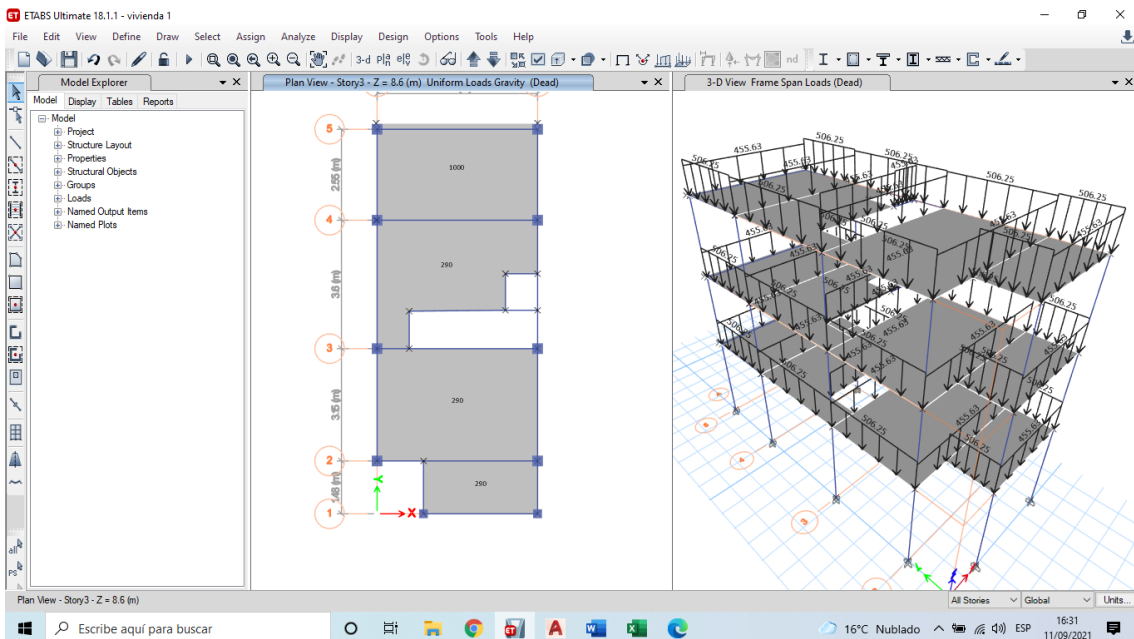
17. Posteriormente se asignaron los pesos de muros de albañilería en el eje XX (donde se tienen vigas peraltadas, por lo que el peso de ladrillos es menor, el cual es equivalente a 455.625 kg/m.



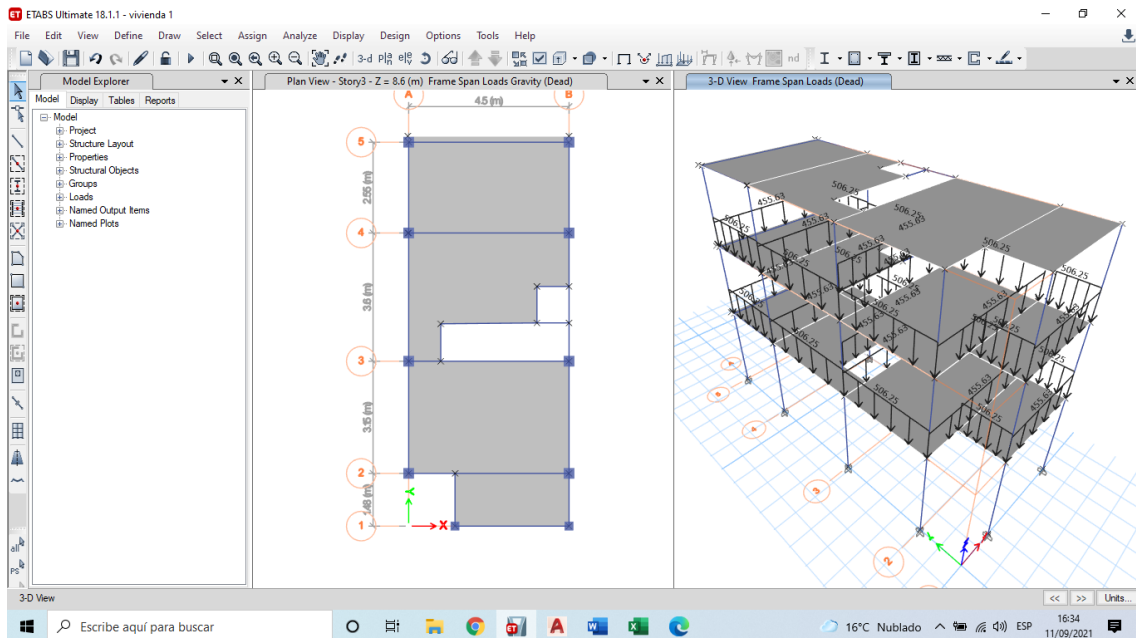
18. Revisamos los elementos Frame asignados a los elementos estructurales, se puede apreciar las cargas asignadas en el eje YY y eje XX correspondiente a los muros de albañilería.



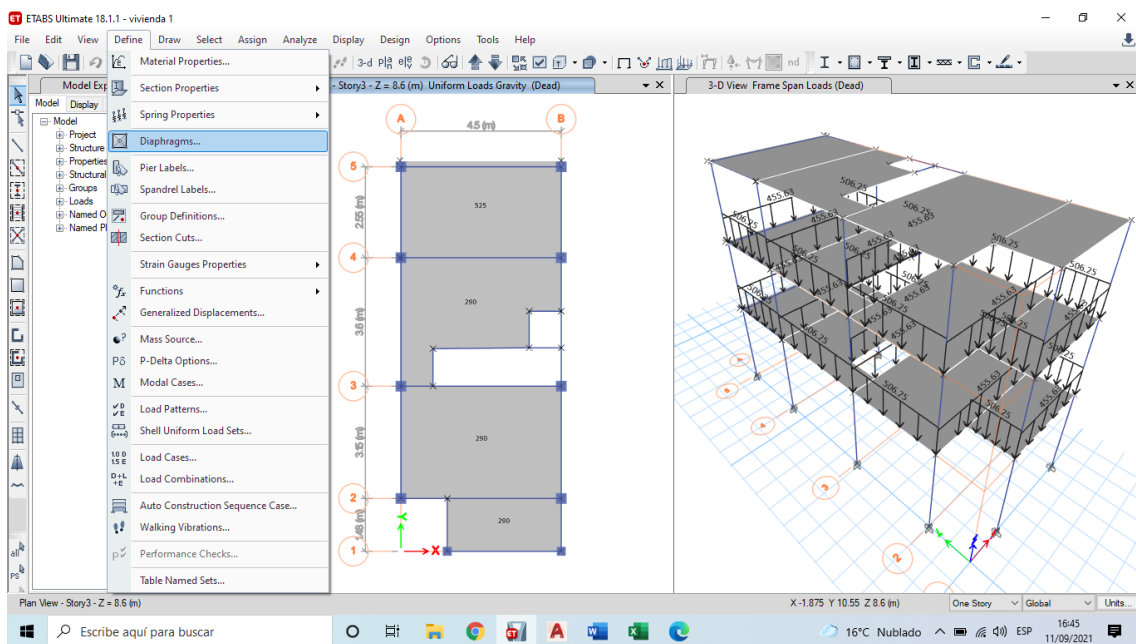
19. Se verifican las cargas que incurren en el diseño, se puede apreciar los valores de carga tipo Distribuidas y cargas Shell en losa correspondientes a cargas de gravedad.



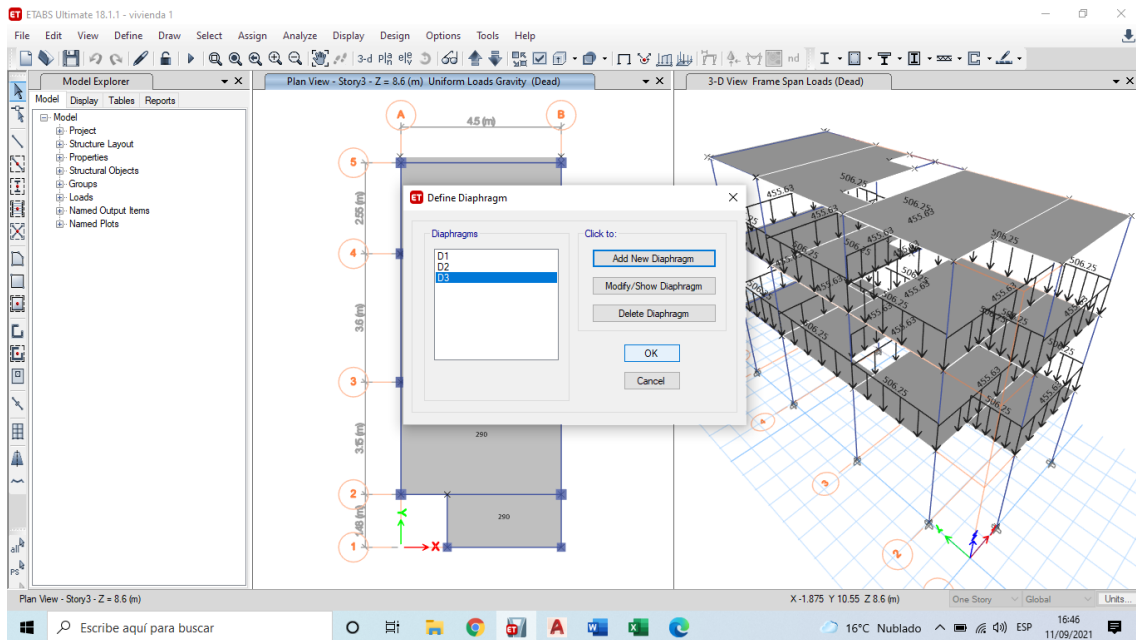
20. En el caso de la azotea, se desestiman los valores de muros, debido a que no se encontraron muros de albañilería, se asignan los pesos de carga muerta y las reducciones de peso por carga viva, con lo cual se culmina la asignación de cargas a la estructura modelada.



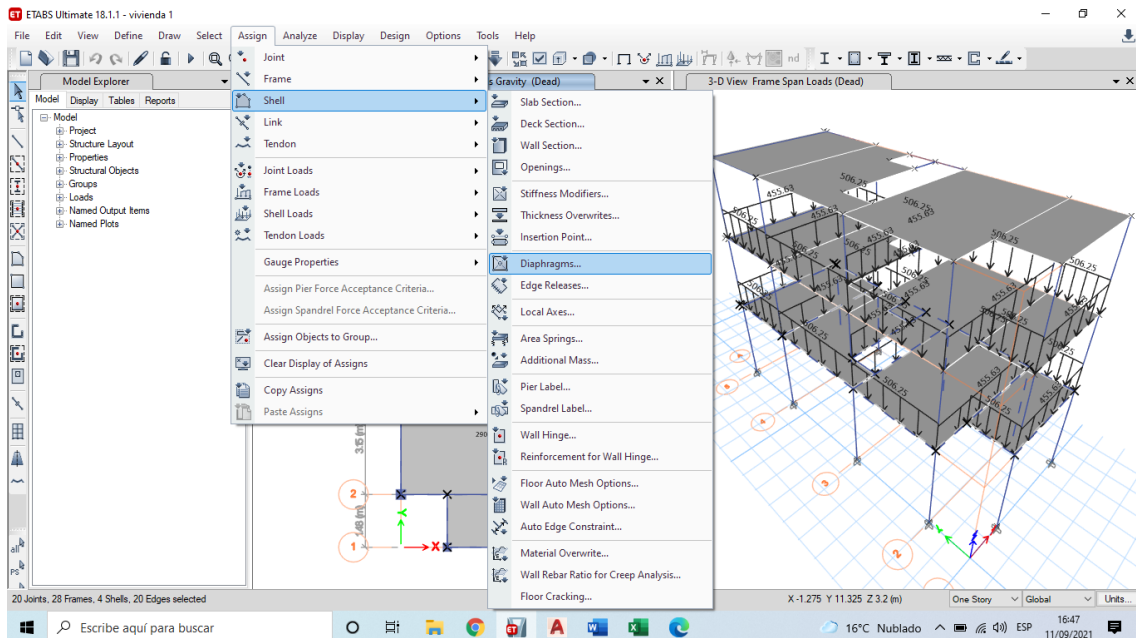
21. Una vez asignadas las cargas se proceden a realizar los diafragmas rigidos para cada uno de los pisos, considerandose la evaluación de tres Techos o Stories.



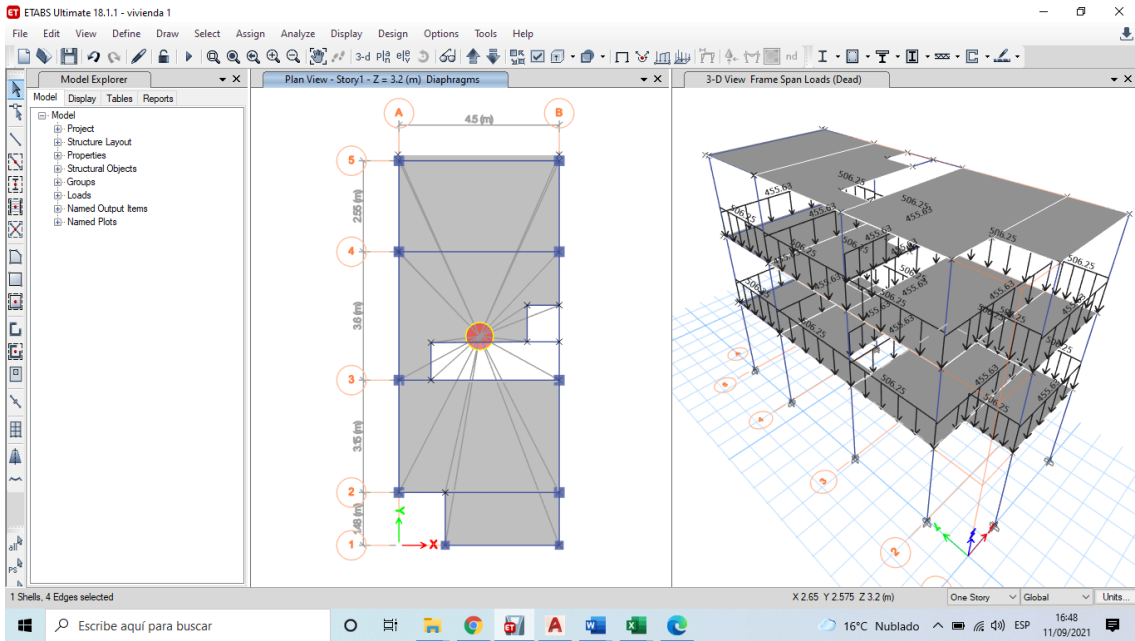
22. Se agregan 03 diafragmas rigidos para cada una de las losas (pisos) de la edificación modelada.



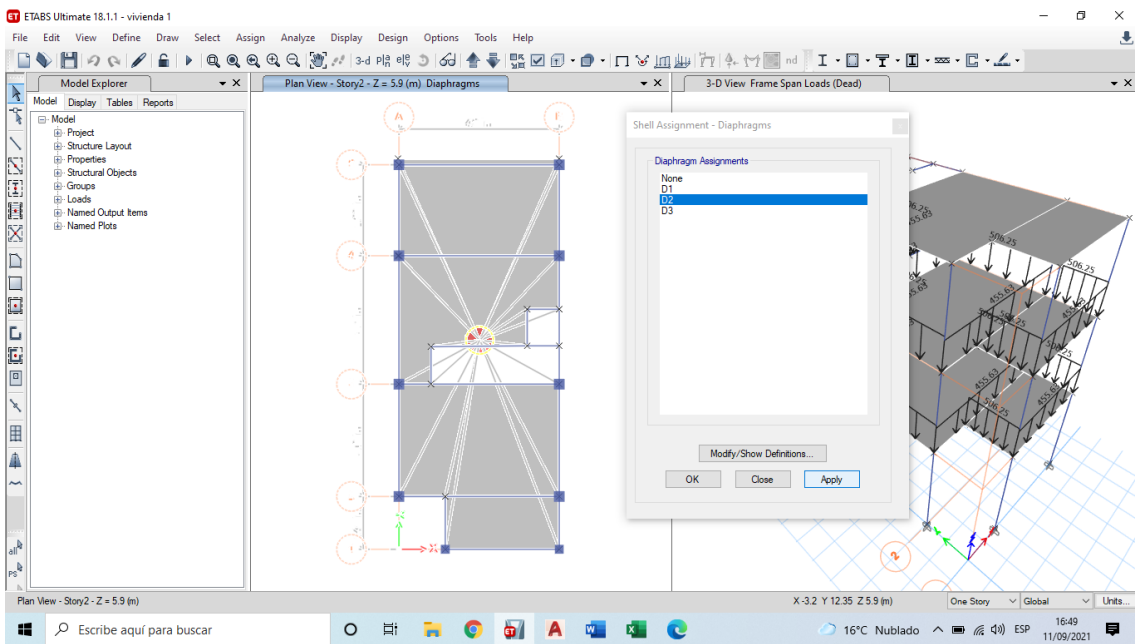
23. Una vez creados los diafragmas, se procede a asignarlos a cada uno de los pisos, mediante el Comando Assign/Shell/Diaphragms.



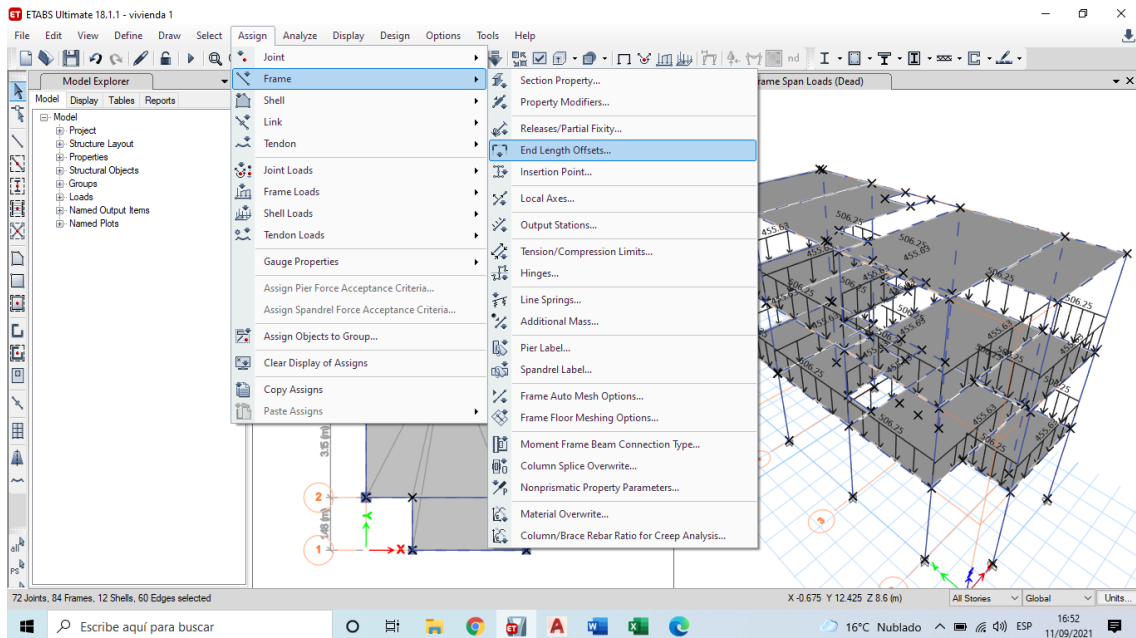
24. Se asigna el diafragma para el piso 01 y demás pisos.



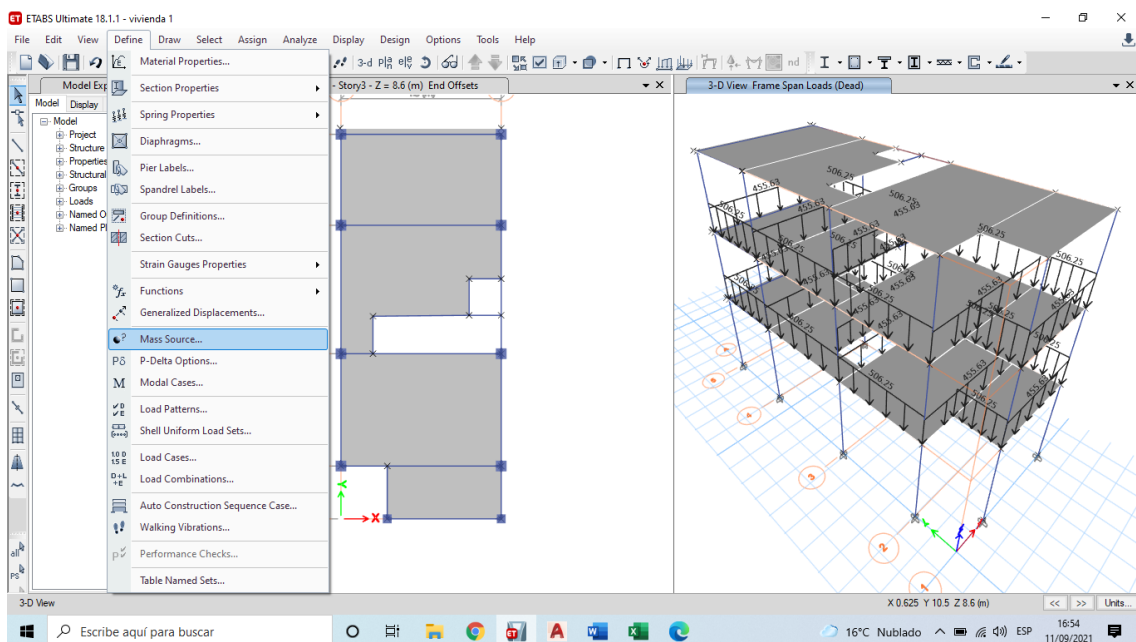
25. Cuando se asigna el diafragma rigido, se dibuja dentro del plano de planta el centroide del área, como se aprecia en la figura.



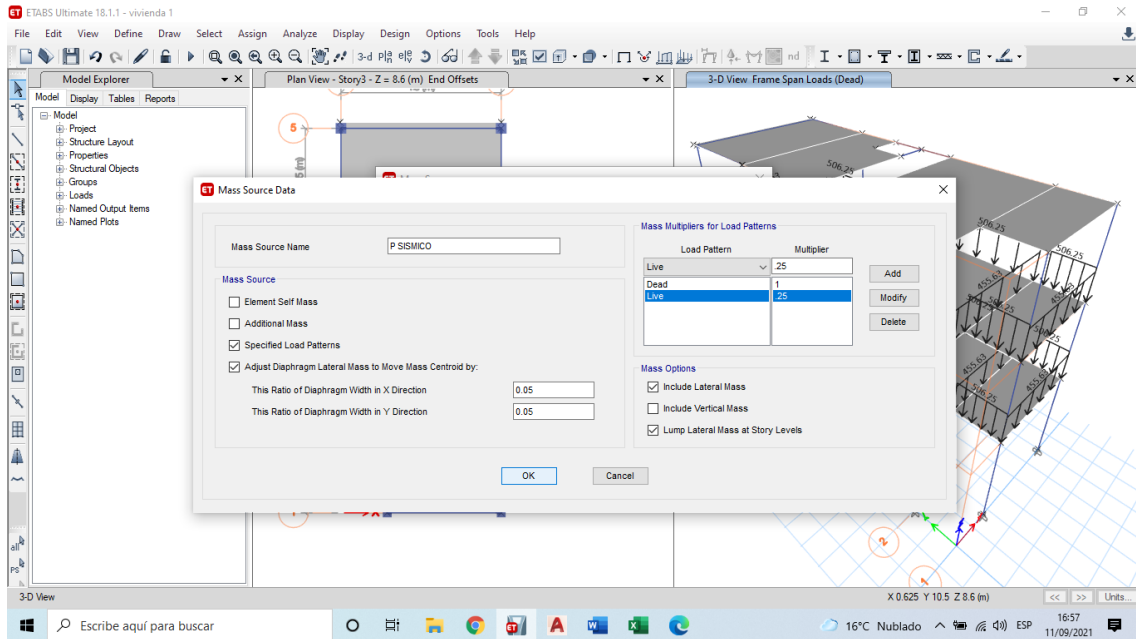
26. También se debe definir las condiciones de los nodos de la edificación, considerándose las uniones de Viga-Columna como infinitamente rígidas, para ello mediante Assign/Frame/End Length Offsets. Se procede a determinar las condiciones de los nodos.



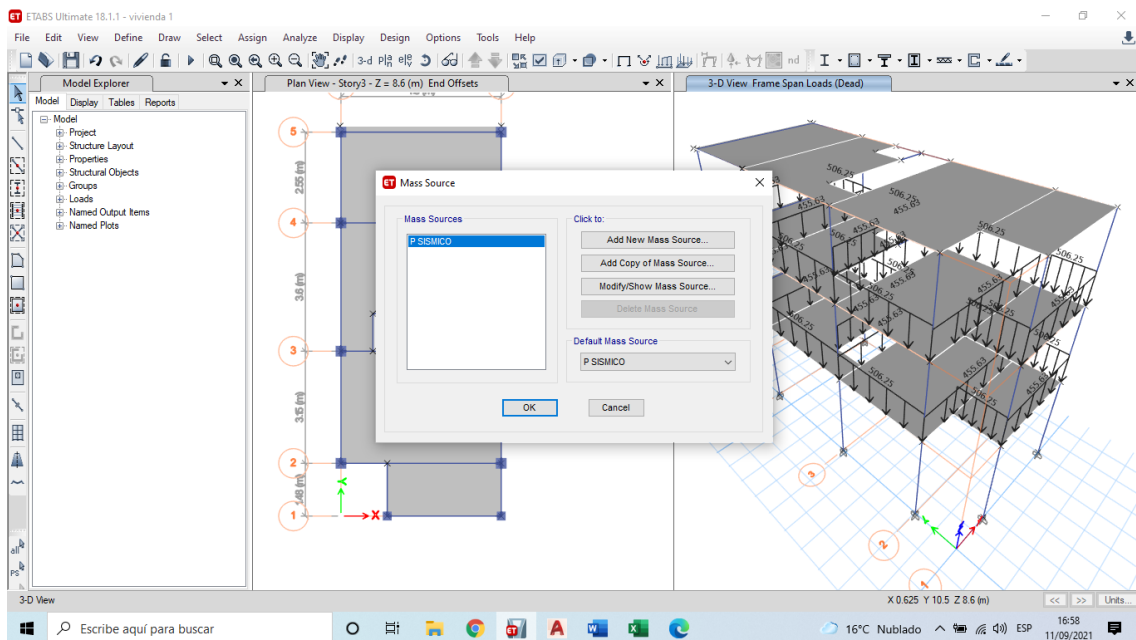
27. Posteriormente, se procede a determinar el centro de masas, con la finalidad de determinar el peso de la estructura, para posteriores cálculos.



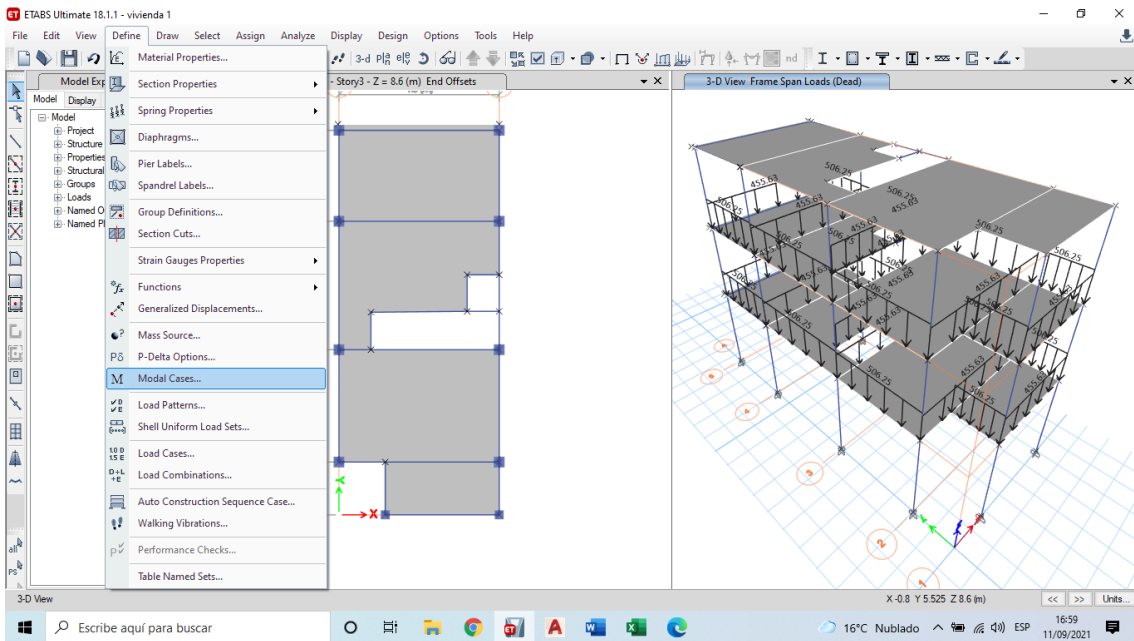
28. Se determina una Combinación de carga que denominaremos peso sísmico, el cual consiste en la combinación del 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva, se consideran factores de excentricidad del 5% o 0.05.



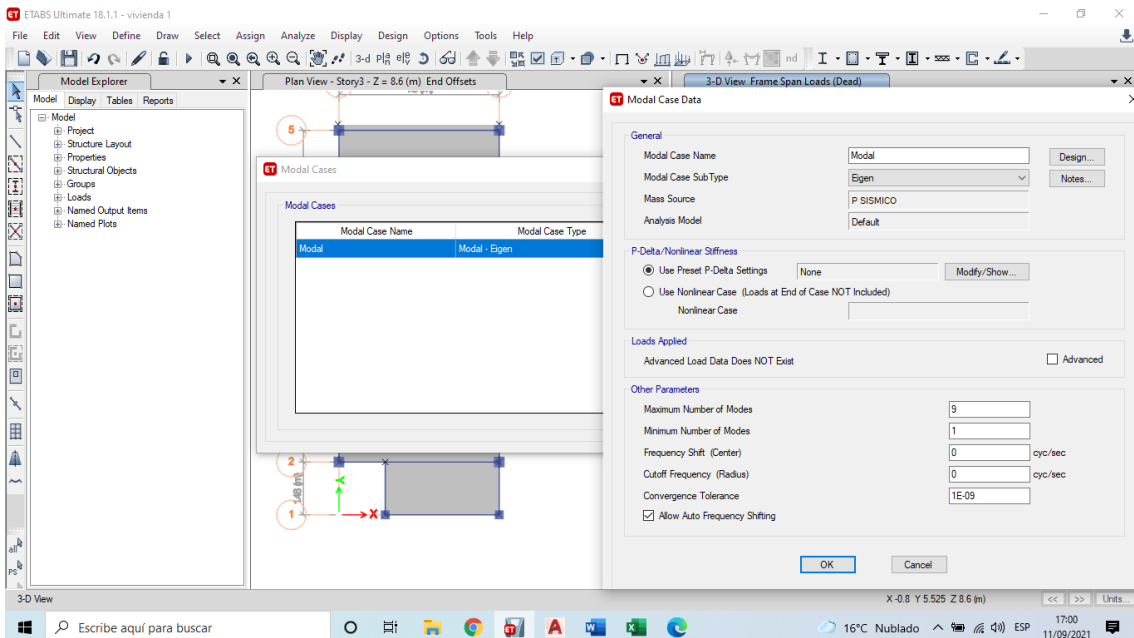
29. Se verifica que se haya creado la combinación de carga para el peso sísmico.



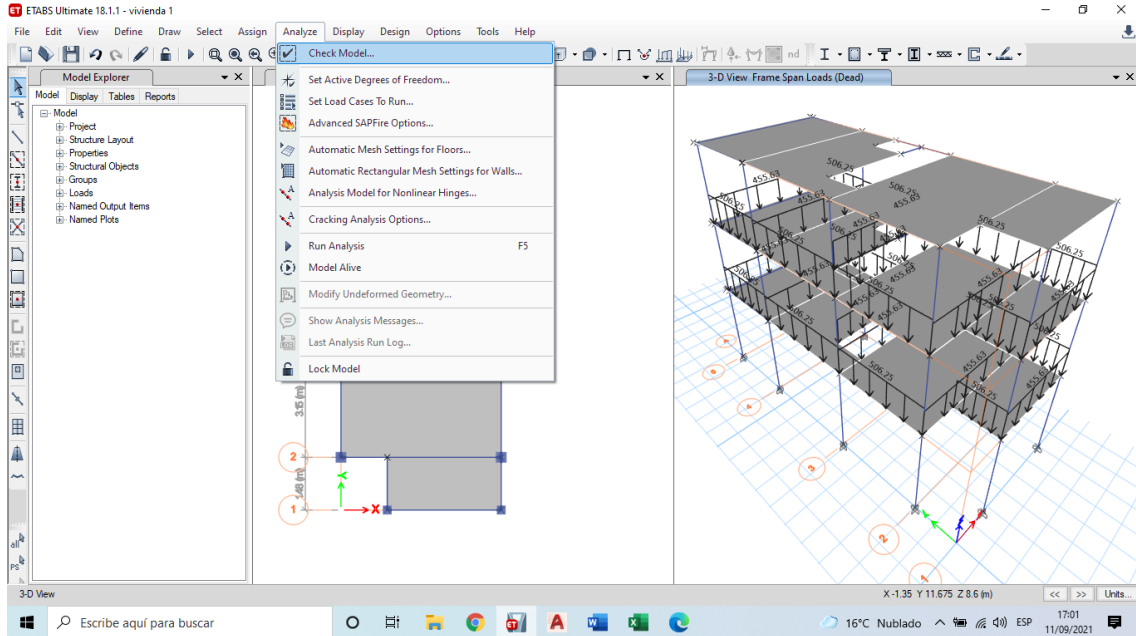
30. Se deberán determinar los casos Modales para la Estructura, para ello se sigue la ruta Define/Modal Cases.



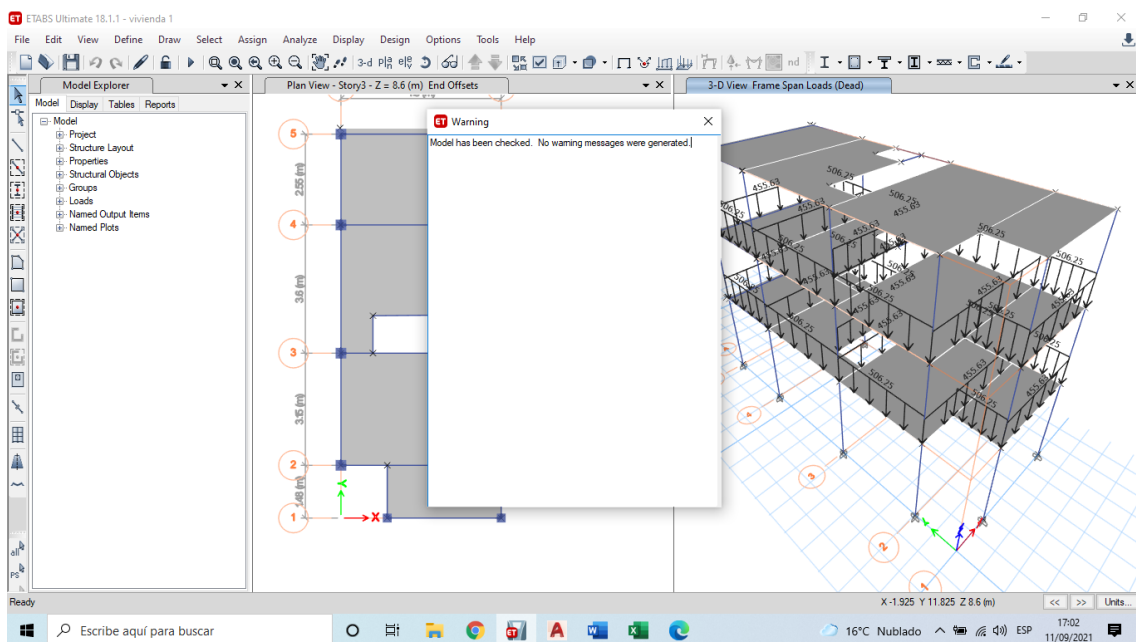
31. Para el caso Modal para correr el programa, se determinará la pasa con la combinación de Peso Sísmico creada anteriormente, y se definirán un máximo de 03 modos por piso equivalente a 09 modos



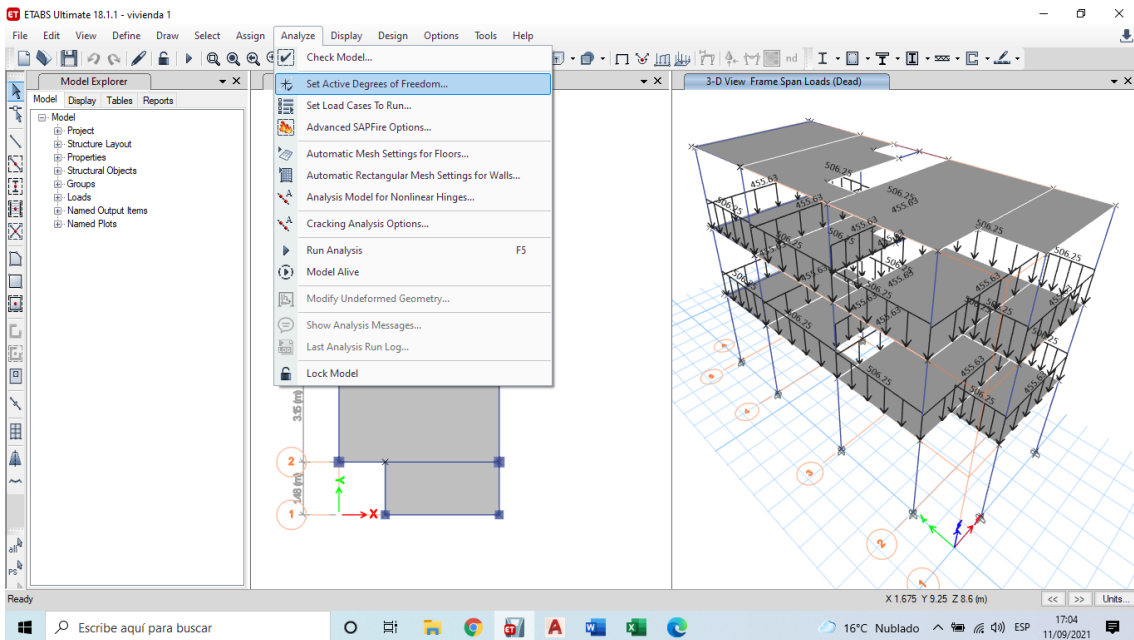
32. Una vez realizados todos los procedimientos anteriores, el modelado se encuentra listo para realizar el análisis, previo a ello, se verifica que no se hayan cometido errores durante el diseño para ello se selecciona la ruta Analyze/Check Modal.



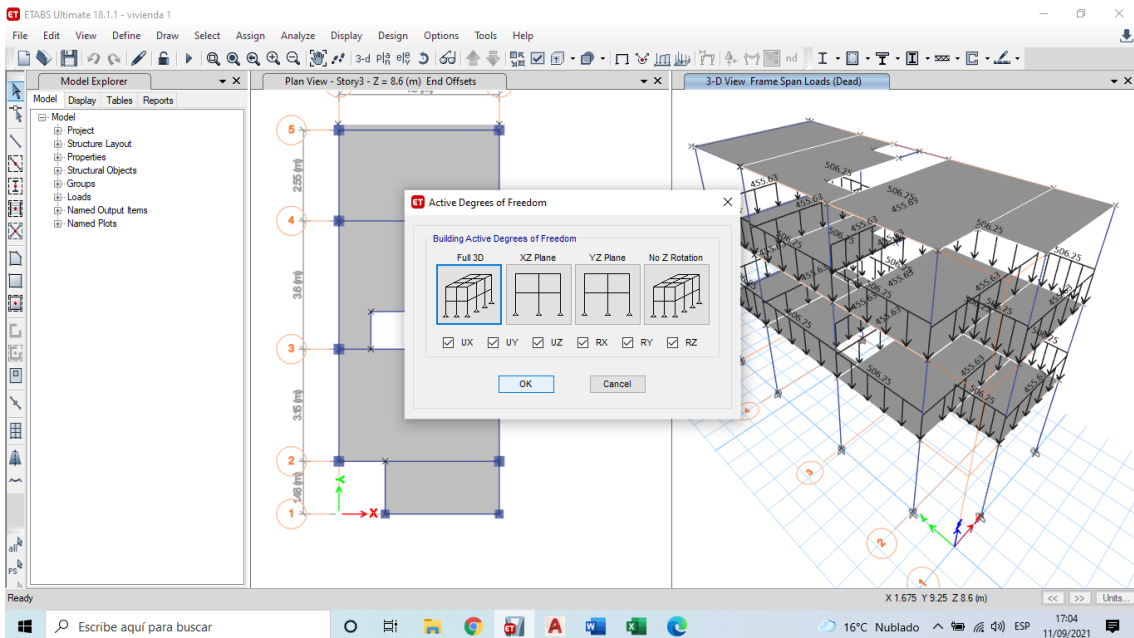
33. Se procede a verificar el modelado, y se evidencia que no existen errores en el modelamiento, o en su defecto no existen errores que impidan que el analisis se realice correctamente.



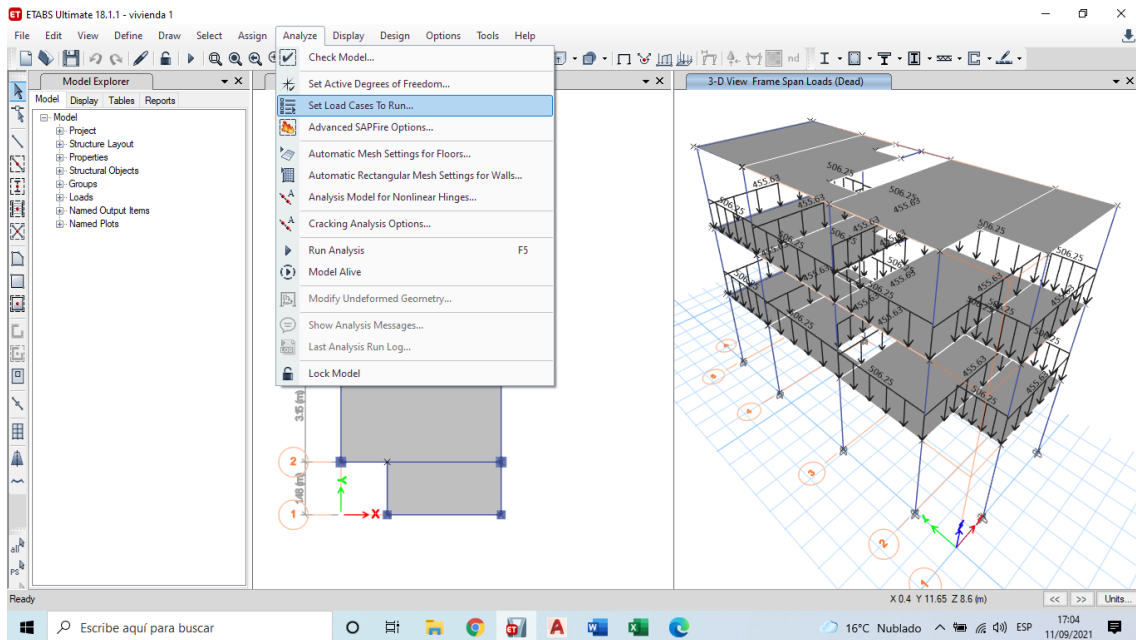
34. Mediante la ruta Analyze/Set Active Degrees of Freedom se procede a analizar todos los grados de libertad.



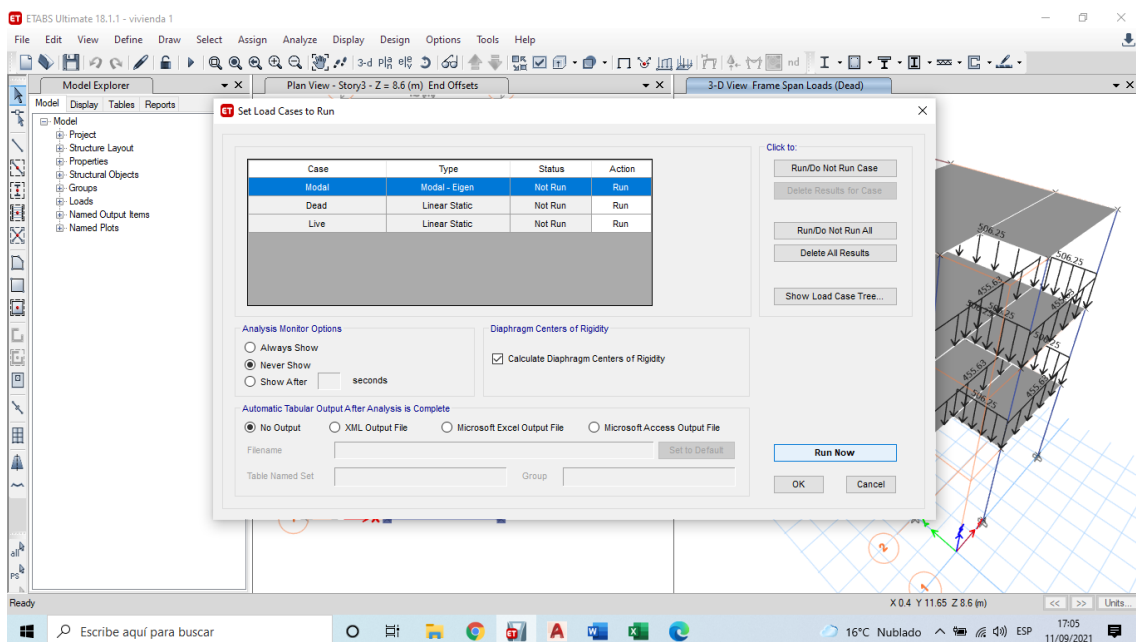
35. Siguiendo la ruta anterior, se selecciona la opción Full 3D, que permite el cálculo de traslaciones en X e Y, y la rotaciones en Z.



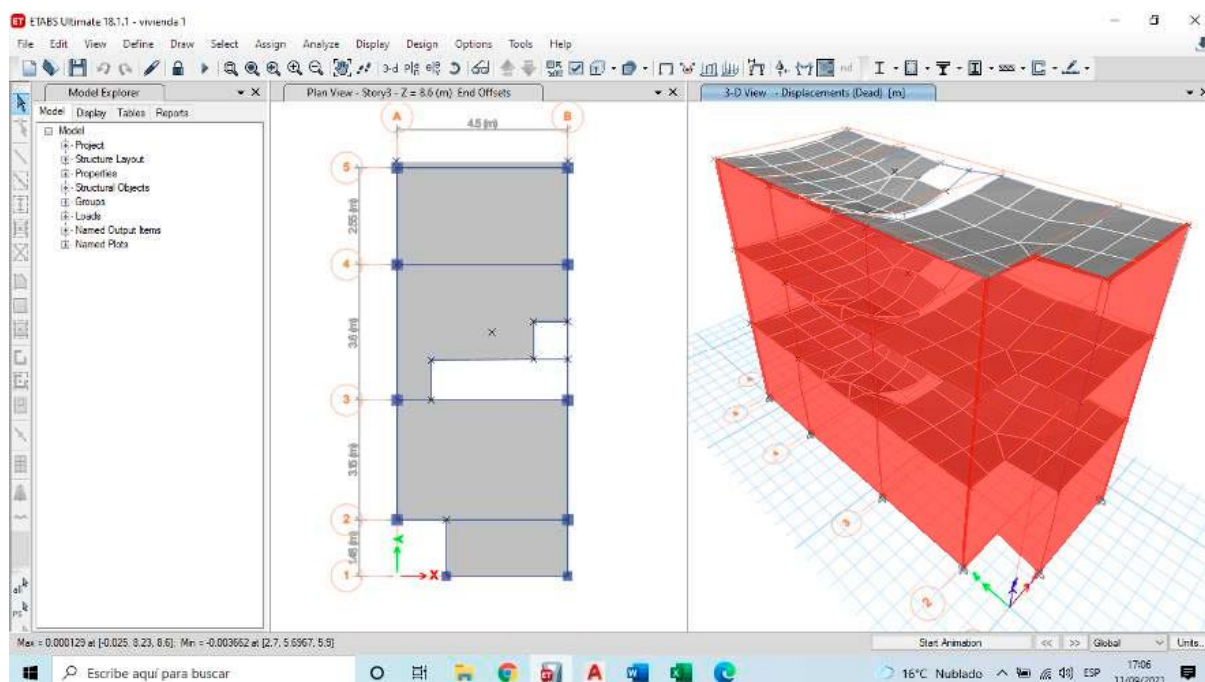
36. Con los pasos realizados, hasta este punto, se debe determinar los casos de carga (Load Cases) para hacer correr el analisis del programa Etabs.



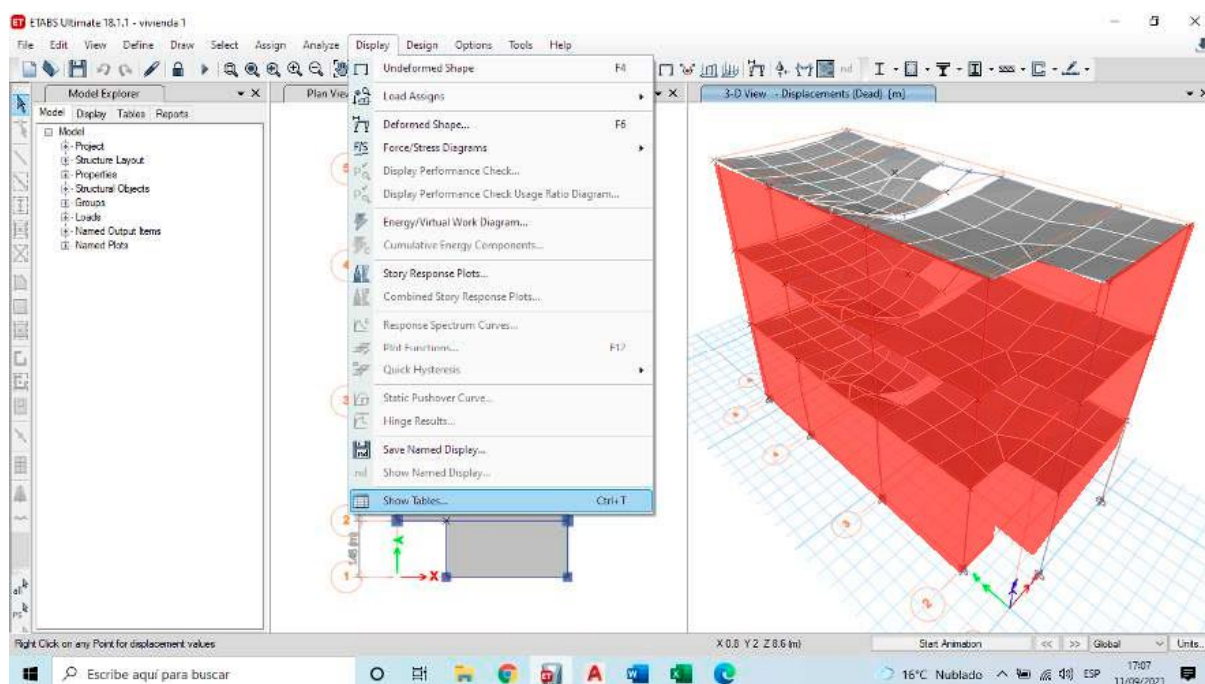
37. Verificamos que los casos se encuentren activos, asimismo seleccionamos la opcion de calculo del centro de rigidez de la estructura, e indicamos que realice el analisis mediante la opción RUN NOW.



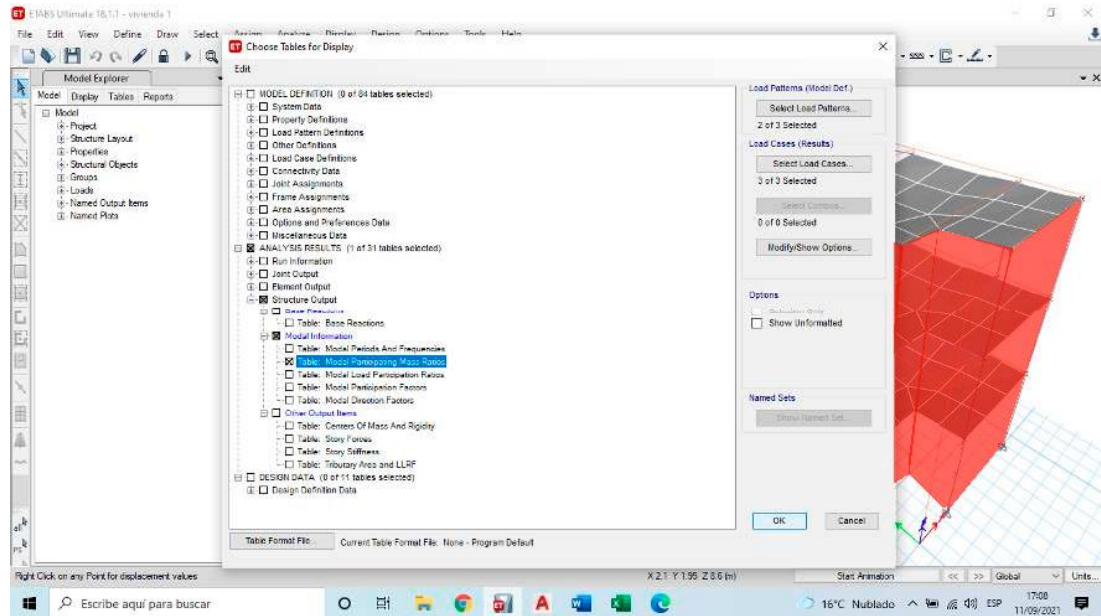
38. El análisis arroja como resultados deformaciones en los elementos estructurales dibujados, y posteriormente se podrán apreciar estos cálculos en las tablas que genera el Software, se deberá depurar los valores que no nos resulten útiles para los cálculos que requerimos.



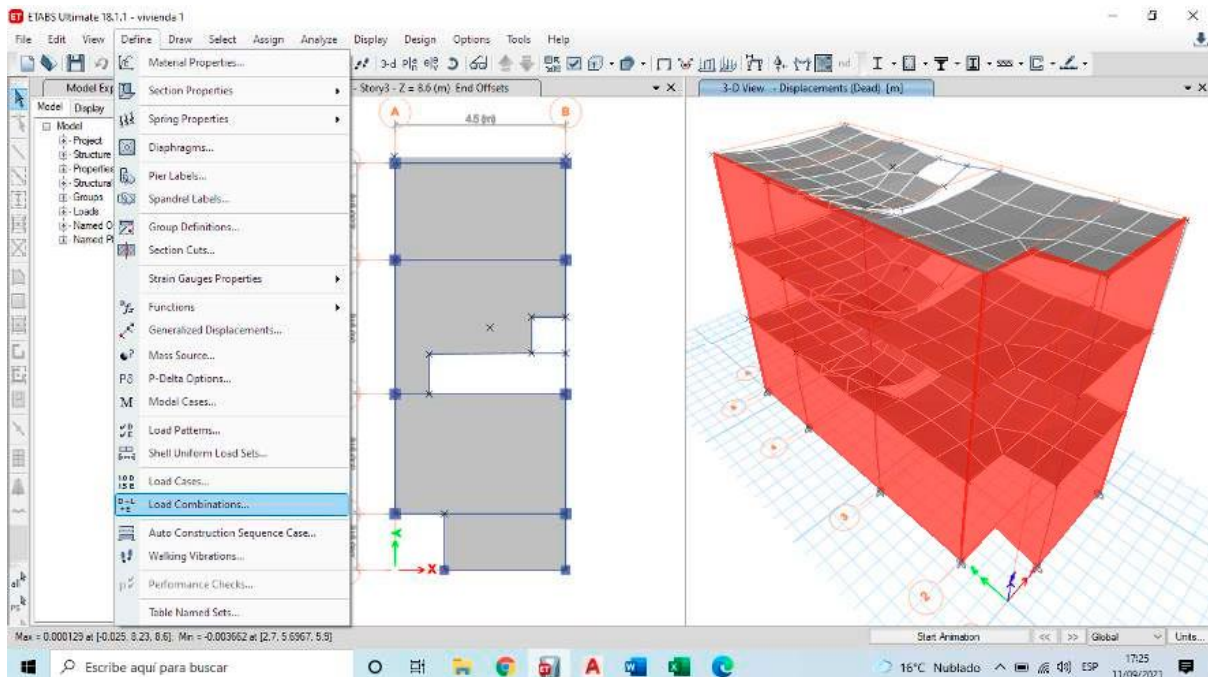
39. Para poder apreciar las tablas de análisis, se procede a seguir la ruta Display/Show tables.



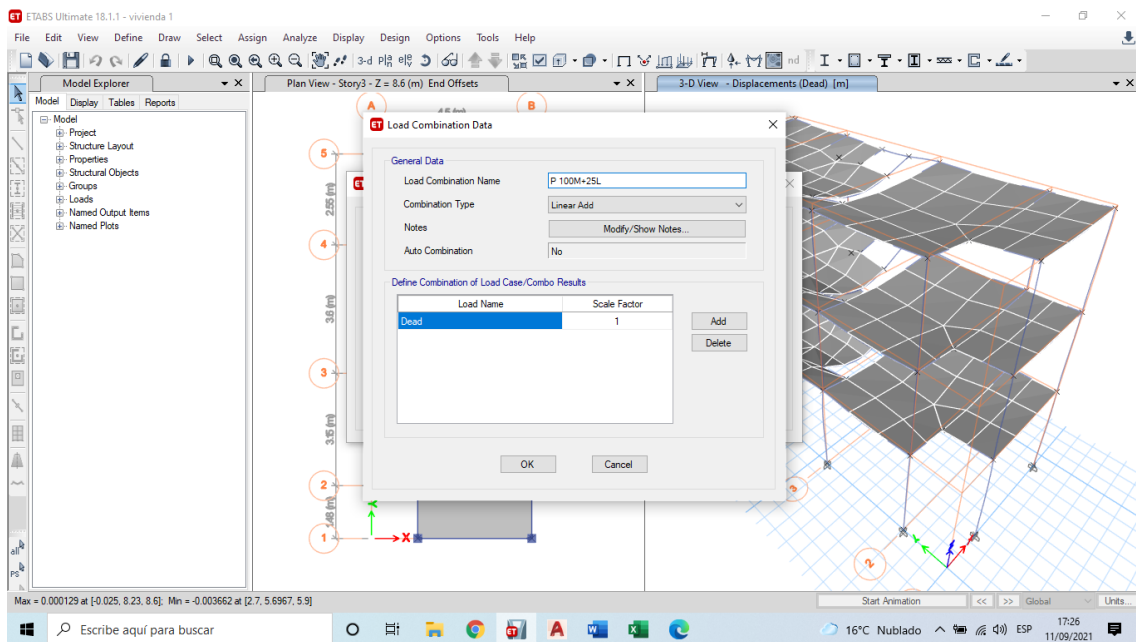
40. Dentro de la opción Choose Tables for Display, seleccionamos la tabla para conocer la masa participativa de la estructura.



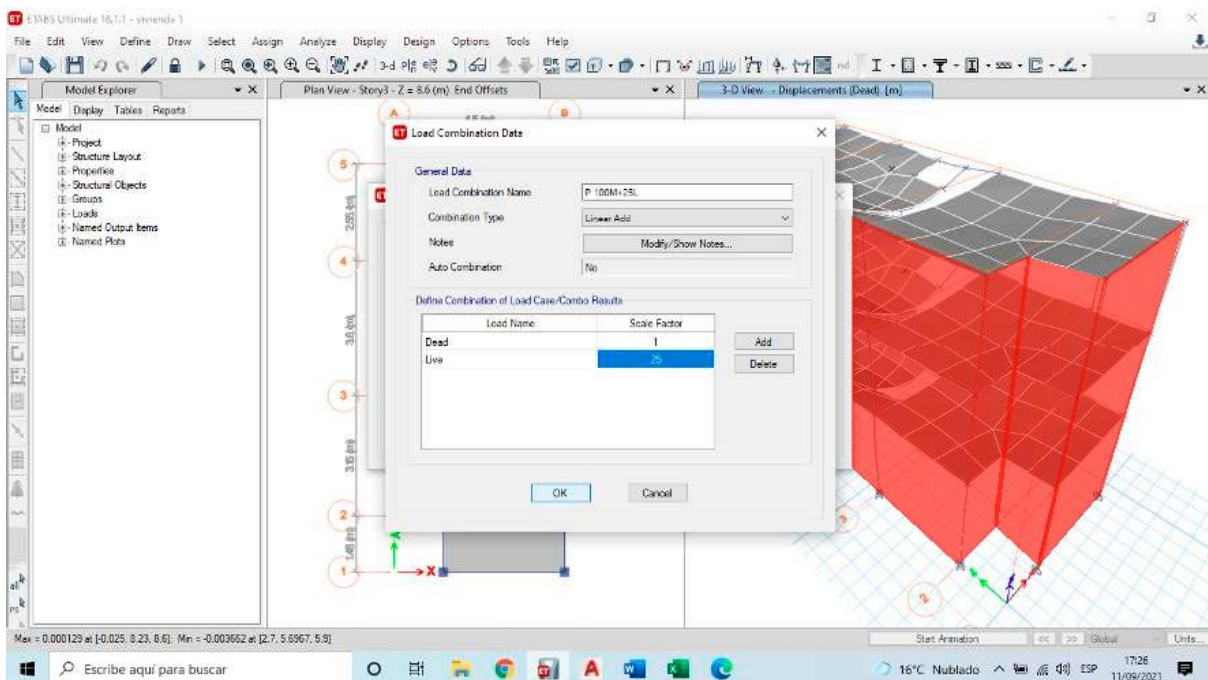
41. Para realizar el análisis sísmico se procederán a Definir las combinaciones de carga, mediante la ruta Define/Load Combinations.



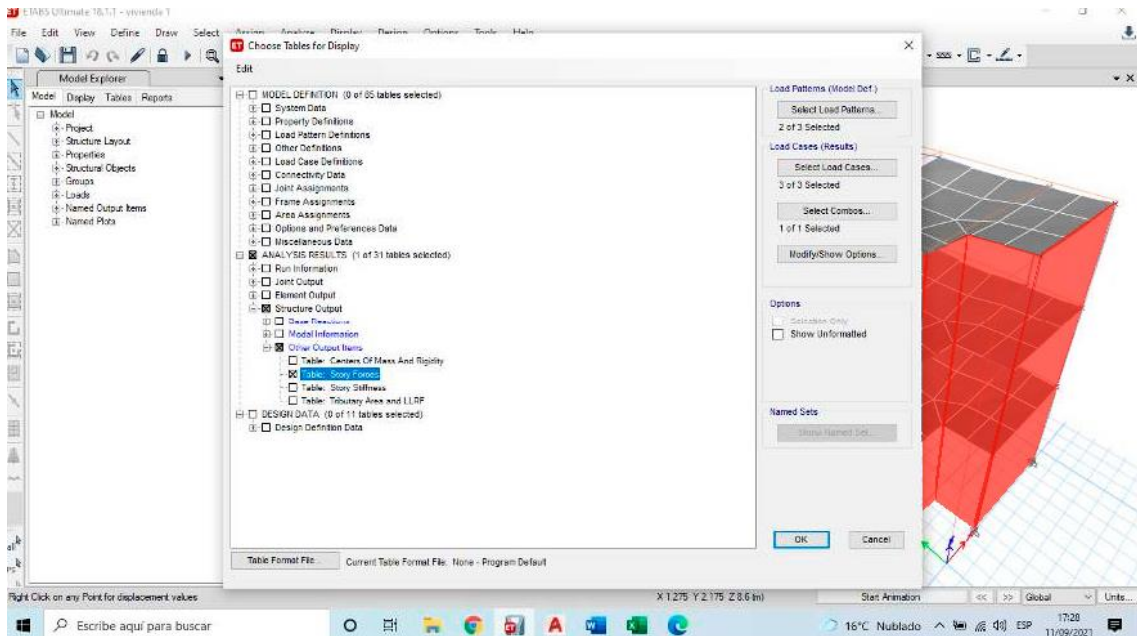
42. Se define la combinación de carga como el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.



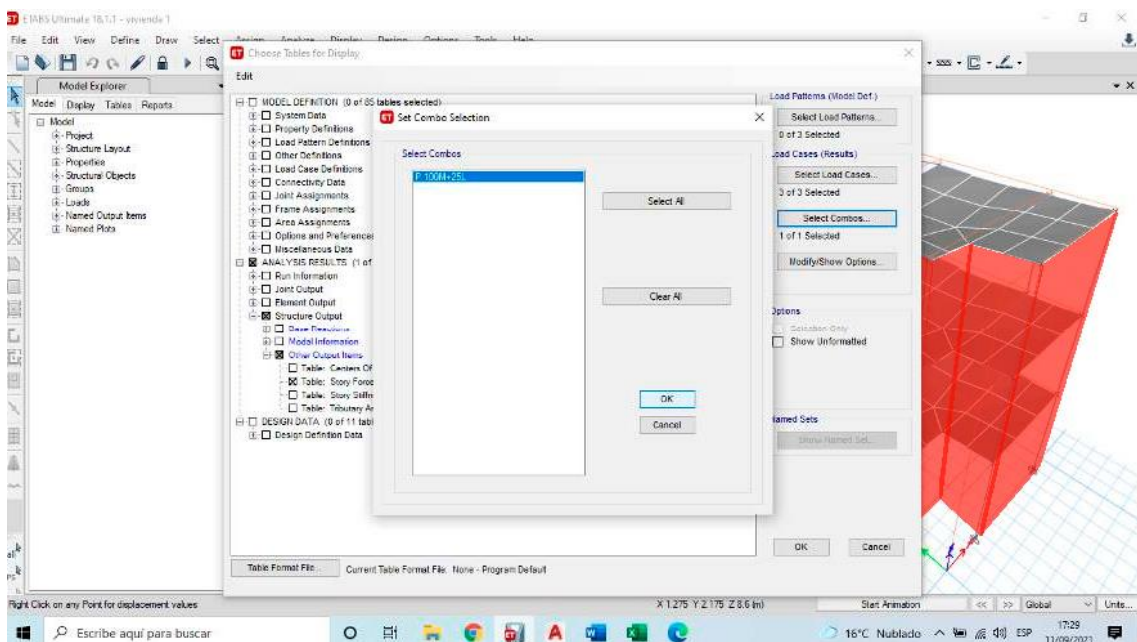
43. Para esta combinación de carga se deberán agregar y definir las combinaciones de carga la cual sera de tipo linear.



44. Mediante la Ruta Display/Show tables, se podrán ver los resultados de las fuerzas en cada entrepiso, con lo cual se podrá realizar el analisis estatico de la estructura.



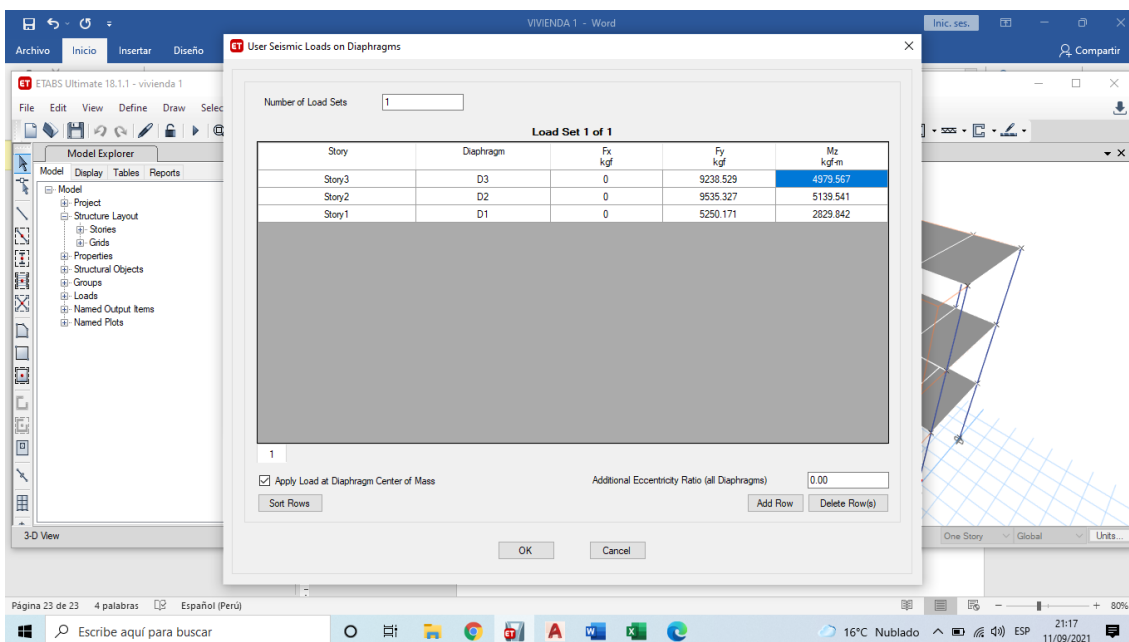
45. Para evitar el exceso de datos del programa, se debera deseleccionar las opciones de Patrones de Cargas, Casos de carga, y se debera seleccionar el Combo creado en el item anterior.



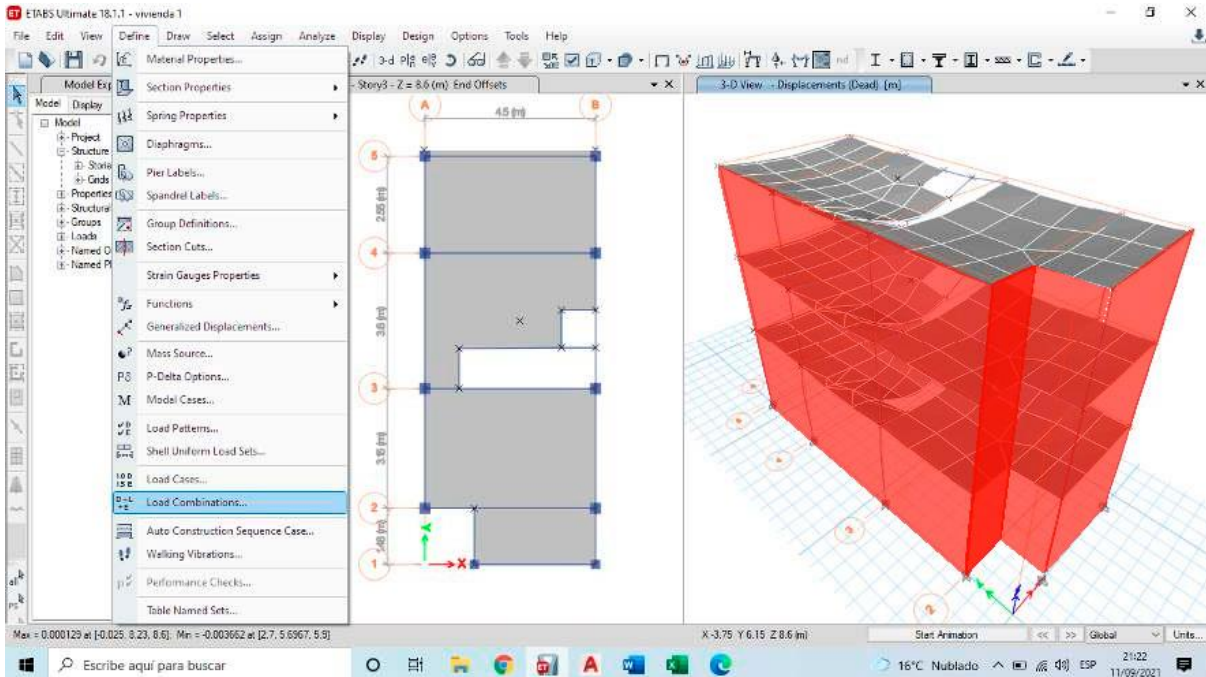
46. Una vez realizado el análisis Estático (para ello ver Anexo 05), se procederá a realizar el análisis dinámico mediante la afectación de sismo en ambas direcciones de la estructura.



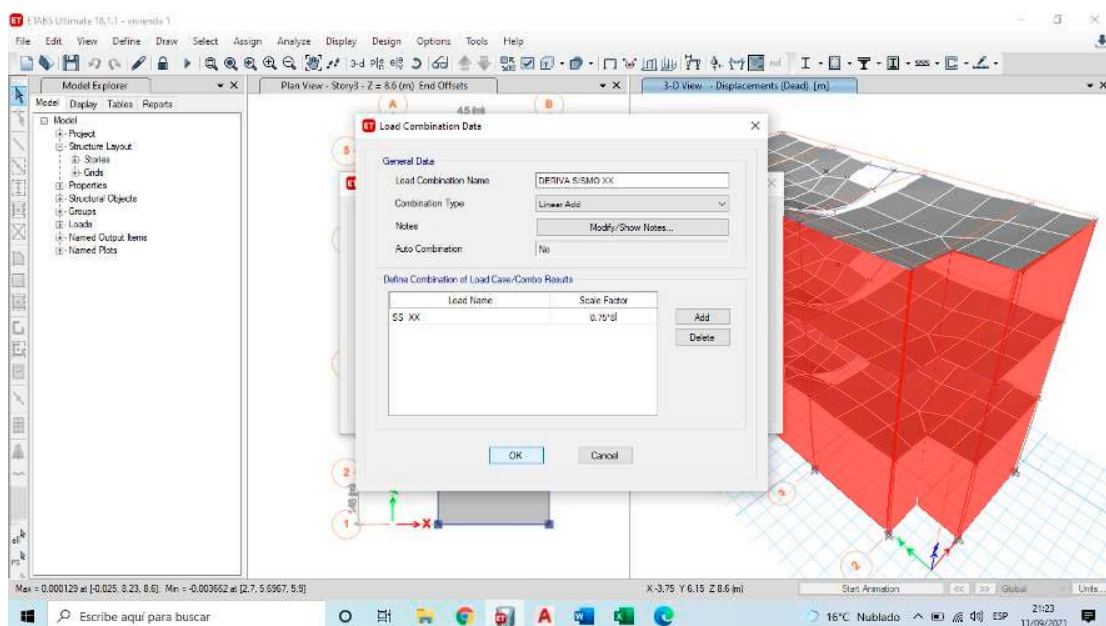
47. Para el analisis de la direccion en Y, que según el analisis estatico presenta periodos mas grandes, asignaremos el sentido de cargas de entre piso en ese eje, para ello copiaremos los valores del analisis estatico en los entrepisos y los momentos accidentales de la estructura.



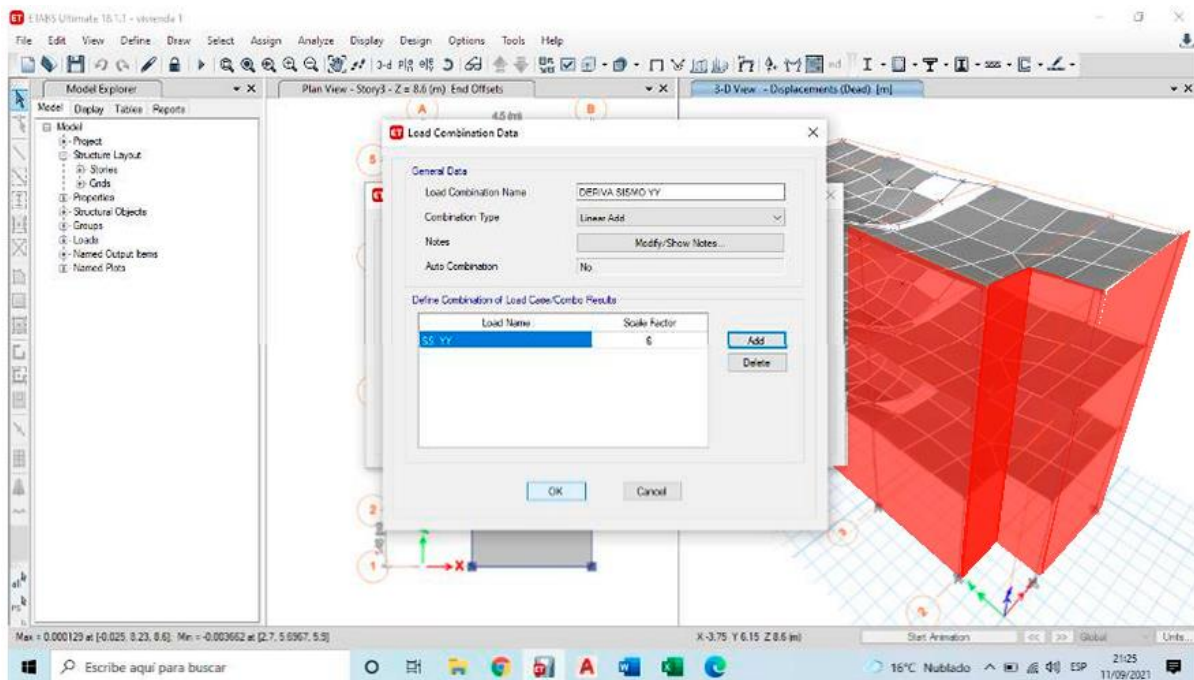
48. Asimismo, se selecciona la opción de aplicar un centro de masa y se actualizan los datos. Posteriormente, se definen las combinaciones de carga para sismo en X e Y.



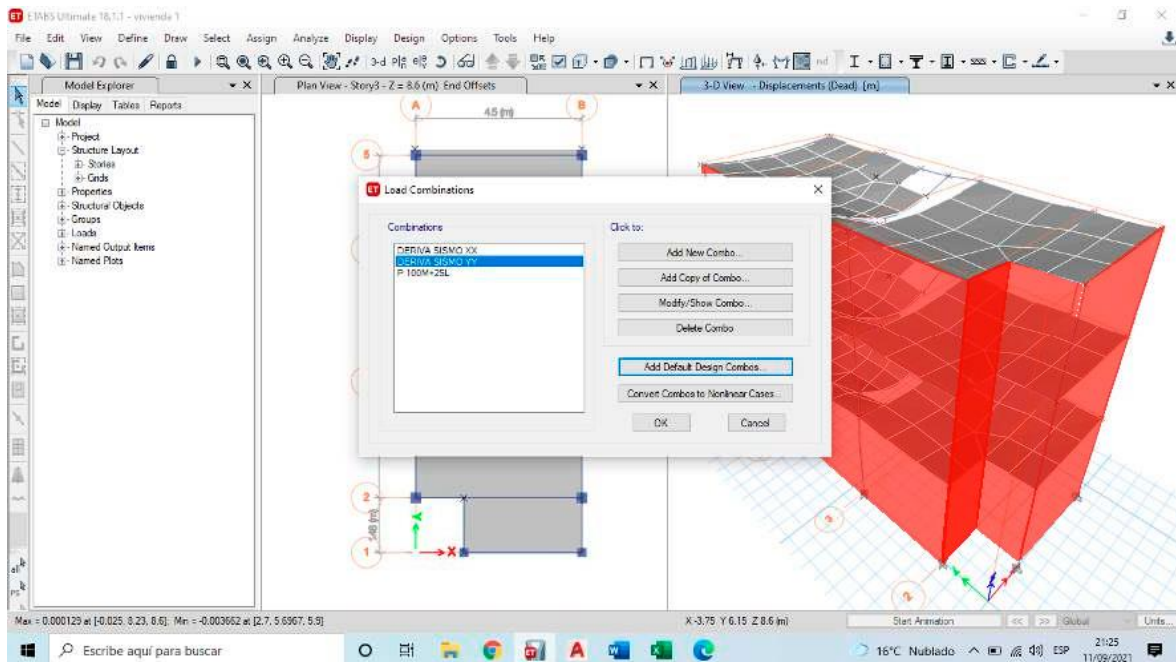
49. En los datos de combinaciones de carga se crea la combinación Deriva Sismo XX para carga lineal y se multiplica por factor de 0.75, como se indica en la norma E030 Diseño sismorresistente.



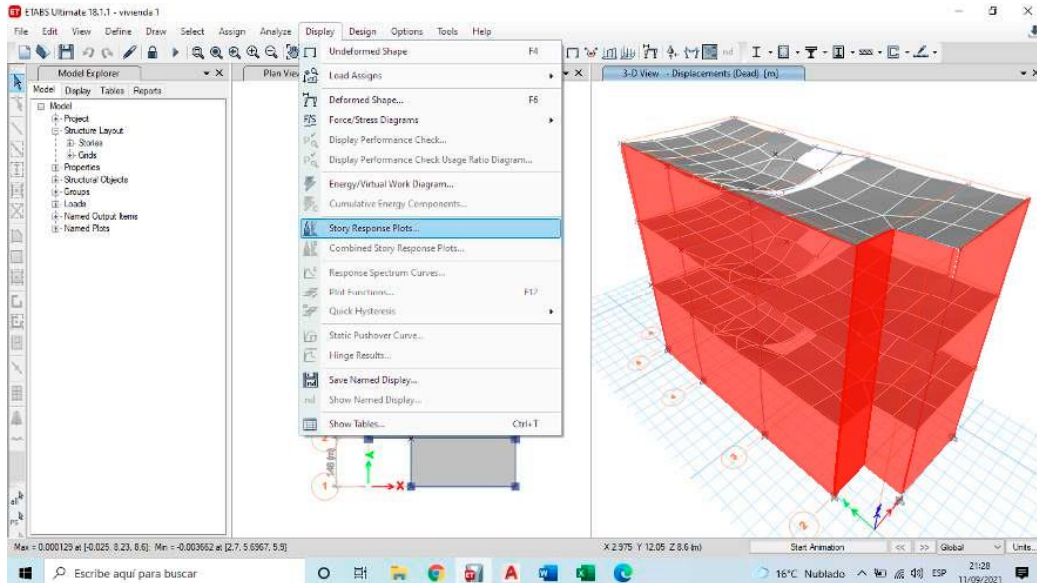
50. De igual forma se crea la combinación de carga para el sismo en YY, con el factor de reducción de 0.75 como indica la normativa E030.



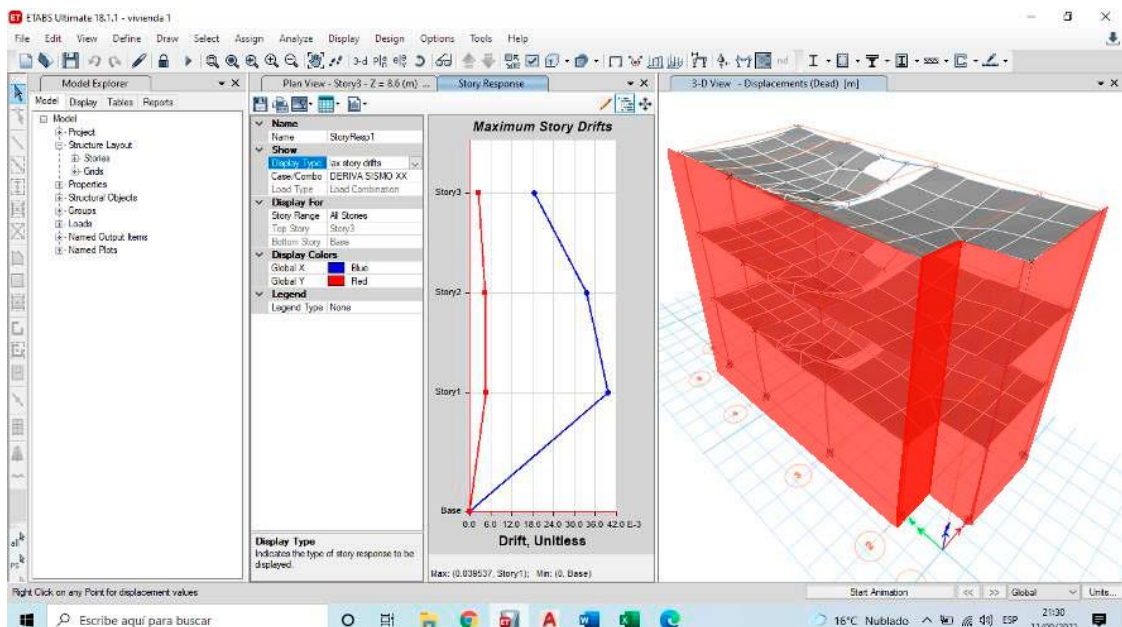
51. Una vez asignados las combinaciones de cargas, corremos el programa para que se actualicen las traslaciones y deformaciones de la estructura, y así poder generar los resultados del análisis dinámico.



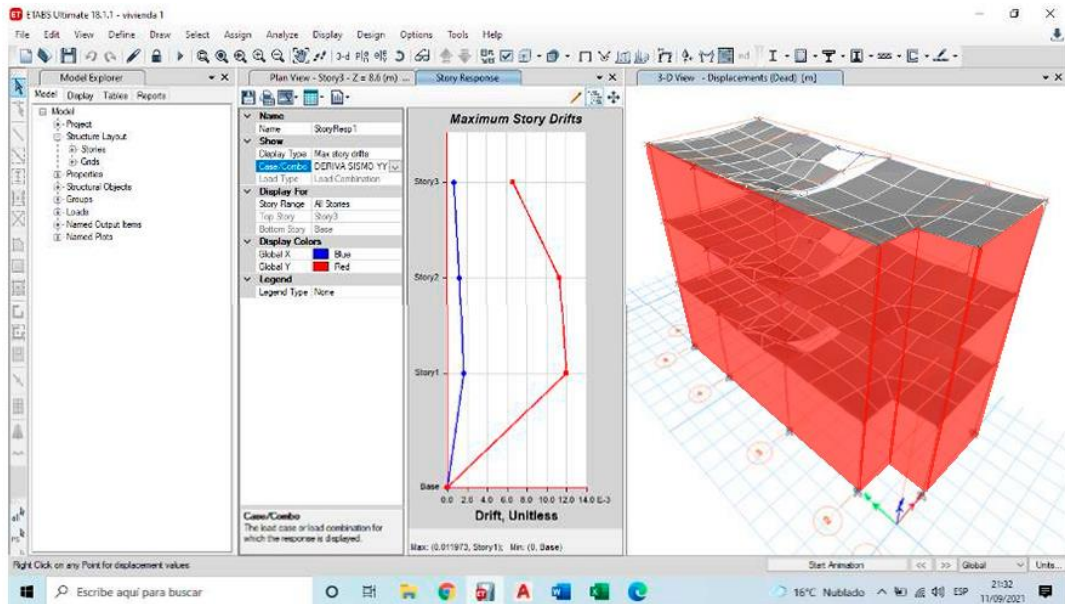
52. Después de procesar los datos, en el programa se pueden apreciar las derivas de entrepiso, mediante la Ruta Display/Show Response Plots, se pueden apreciar los graficas de respuesta en cada entrepiso.



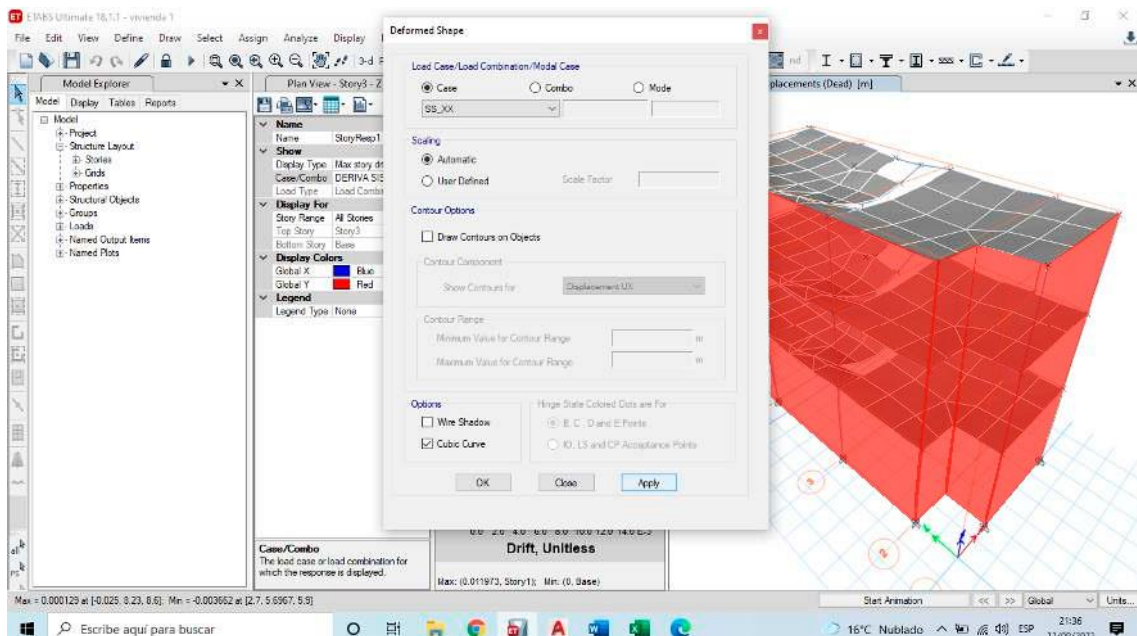
53. En la opción Lax Story Drifts, Seleccionando la combinación creada como Deriva Sismo XX, se puede apreciar la deriva en cada uno de los pisos, observandose una deriva de 0.039537, en el entrepiso 01.



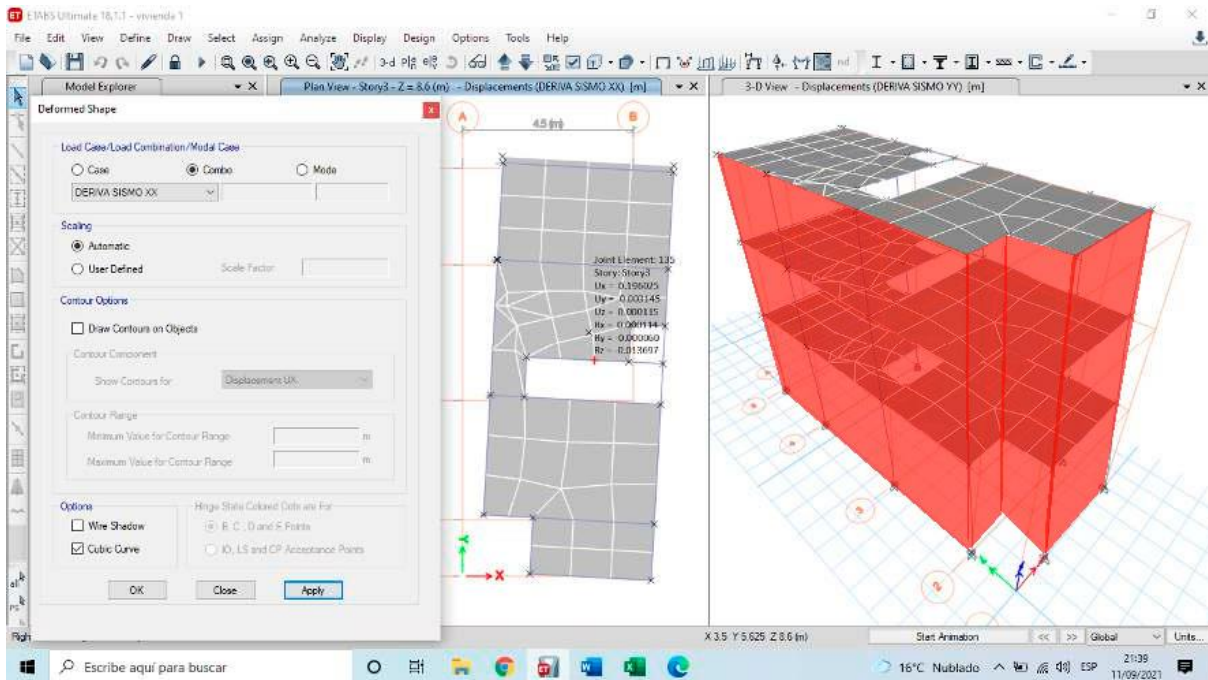
54. Del mismo modo se puede apreciar las derivas de entrepiso en el eje YY, donde se puede apreciar una deriva maxima de 0.011973 para el entrepiso 01.



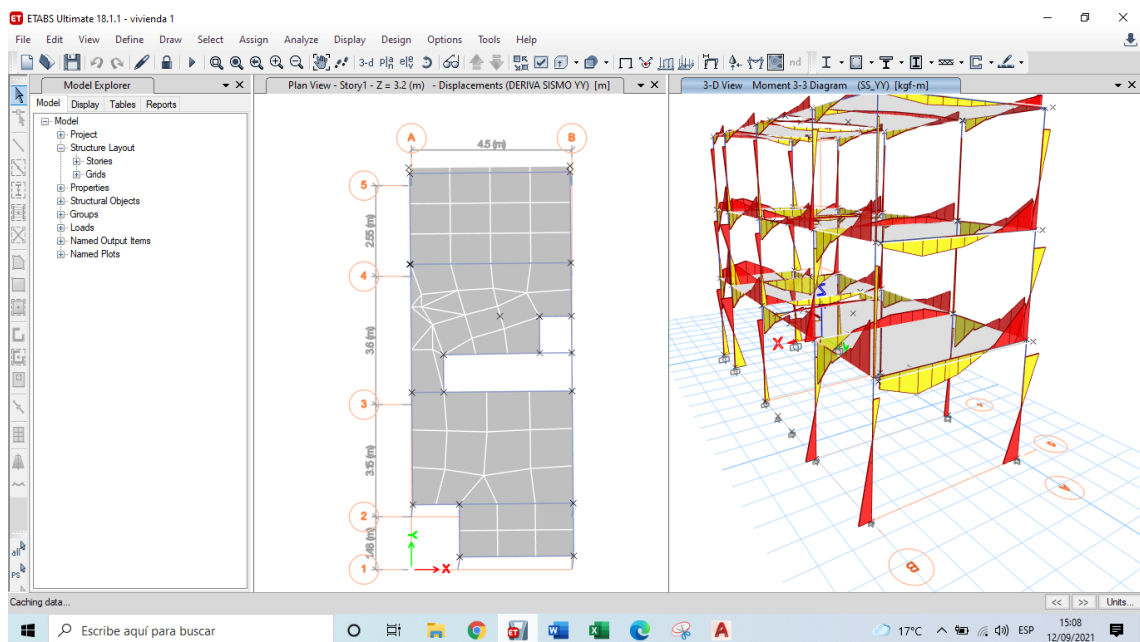
55. También, se puede conocer la deformada de cada piso de la edificación, donde se puede apreciar y conocer los valores de traslaciones y rotaciones en cada entrepiso, esta acción se realiza para cada eje, donde se asignaron las combinaciones de sismo.



56. Se puede apreciar la deformada en el entrepiso 03 de la estructura.



57. Asimismo, se pueden generar las graficas de momentos, cortantes o deformadas que se requieran para el analisis de la estructura, como se puede apreciar en la imagen.



ANEXO Nº05. ANALISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO DE LAS VIVIENDAS TIPO ENCONTRADAS.

PARA VIVIENDA 01, 04 Y 05

METRADO DE CARGAS

Según NTE E.020

1.- METRADO DE CARGAS WD, WL

$h_{Aligerada} =$ **0.20 m** LA_1D Losa aligerada en 1 Dirección

1.1 CARGA MUERTA (WD)

Peso Propio (La):	0 kg/m ²
Peso de Ladrillo:	90 kg/m ²
Piso Terminado:	100 kg/m ²
Tabiquería Movil	100 kg/m ²

WD = 0.19 Tn/m² 190 kg/m²

Azotea: 0.19 Tn/m² 190 kg/m²

1.2 CARGA VIVA (WL) - (LE, LA)

Ocupación o uso	VIVIENDA
Sobre Carga (S/C)	200 kg/m ²
Techo y azotea	100 kg/m ²

WL = 0.2 Tn/m² 200 kg/m²

0.1 Tn/m² 100 kg/m²

2.- METRADO MAMPOSTERIA

1.1 CARGA DISTRIBUIDA (WD)

Espesor: (12+1.5*2)	0.15 m
Altura efectiva:	2.25 m
Peso esp albañilería	1350 kg/m ³

WD = 0.456 Tn/mL 455.6 kg/mL



1.2 CARGA DISTRIBUIDA (WD)

Espesor:	0.15 m
Altura efectiva:	2.50 m
Peso esp albañilería	1350 kg/m ³

WD = 0.506 Tn/mL 506.3 kg/mL



1.2 CARGA DISTRIBUIDA (WD)

Espesor:	0.12 m
Altura efectiva:	2.50 m
Peso esp albañilería	1350 kg/m ³

WD = 0.405 Tn/mL 405 kg/mL



3.- TABIQUERIA MOVIL (WL)

Espesor:	0.12 m
Altura efectiva:	2.50 m
Peso esp albañilería	1350 kg/m ³

WD = 0.405 Tn/mL 405 kg/mL

NORMA: Lo considera como CV pero nosotros lo consideraremos como CM, Porque, cuando hagamos el analisis sismico (en la estimacion de peso) al considerar CV (0.25, 0.50) estamos reduciendo

4.- TANQUE ELEVADO (WD)

Altura	1.50 m
Peso esp. agua	1000 kg/m ³

WD = 1.5 Tn/m² 1500 kg/m²

Peso concreto ML (Placas f'c 280) + Techo f'c=175

ANALISIS ESTATICO Y DINÁMICO PARA VIVIENDA 01,04 Y 05

ANALISIS SISMICO ESTATIC, D_x

1.- RESTRICCIONES

2.- CONSIDERACIONES

Z=	0.45
S=	1.05
T _p =	0.60
T _L =	2.00
C=	2.5
U=	1.00
R _o =	8.00
I _A =	1.00
I _p =	1.00
R _i =	8.00

S2

VIVIENDA ©
PORTICOS
por Definir
por Definir

NO SE CUMPLEN
REQUISITOS ALB.
CONFINADA.

Coficiente Sismico (INGRESA A ETABS)

"T"	0.451	ETABS
"C"	0.15	ZUCS/R

Comprobación

"C/R"	0.31	>= 0.11
"R"	0.9755	(b)

h _i 1 ^o p =	3.20
h _i 2 ^o a +	2.70

3.- CORTANTE BASAL

V=	24024.03	ton
----	----------	-----

Dirección perpendicular a analisis

D_y = 4.5 m.
Exc y = 0.225 m.

4.- FUERZAS LATERALES EN CADA PISO

Piso	P (TN)	h _i	h _i ² k	P*h _i ² k	Alfa (α)	F _i (ton)	MT i acc (ton·m)
P10	0	27.5	-	-	-	-	-
P09	0	24.8	-	-	-	-	-
P08	0	22.1	-	-	-	-	-
P07	0	19.4	-	-	-	-	-
P06	0	16.7	-	-	-	-	-
P05	0	14	-	-	-	-	-
P04	0	11.3	-	-	-	-	-
P03	40303.46	8.6	8.158	328810.419	0.3709	8910.489	4802.754
P02	60691.89	5.90	5.926	359674.628	0.4057	9746.883	5253.570
P01	61707.05	3.2	3.209	198037.592	0.2234	5366.654	2892.627
SUMA	162702.40			886522.640			

		P10
		P9
		P8
		P7
		P6
		P5
		P4
		P3
		P2
		P1
8.910		
9.747		
5.367		

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO, Dy

1.- RESTRICCIONES

2.- CONSIDERACIONES

Z=	0.45
S=	1.05
T _p =	0.60
T _l =	2.00
C=	2.5
U=	1.00
R _d =	8.00
I _A =	1.00
I _p =	1.00
R _i =	8.00

S2

VIVIENDA ©
PORTICOS
por Definir
por Definir

NO SE CUMPLEN
REQUISITOS ALB.
CONTINADA.

Coefficiente Sísmico (INGRESA A ETABS)

"T"	0.505	ETABS
"C"	0.15	ZUCS/R

Comprobación

"C/R"	0.31	>= 0.11
"K"	1.0025	(b)

h _i 1 ^o p =	3.20
h _i 2 ^o a +	2.70

3.- CORTANTE BASAL

V=	24.02	ton
----	-------	-----

Dirección perpendicular a análisis

Dx=	10.78	m.
Exc X=	0.539	m.

4.- FUERZAS LATERALES EN CADA PISO

Piso	P (TN)	h _i	h _i ^k	P ^k h _i ^k	Alfa (α)	F _i (ton)	MT i acc (ton-m)
P10	0	27.5	-	-	-	-	-
P09	0	24.8	-	-	-	-	-
P08	0	22.1	-	-	-	-	-
P07	0	19.4	-	-	-	-	-
P06	0	16.7	-	-	-	-	-
P05	0	14	-	-	-	-	-
P04	0	11.3	-	-	-	-	-
P03	40.30	8.6	8.646	348.479	0.3846	9238.529	4979.567
P02	60.69	5.9	5.926	359.675	0.3969	9535.327	5139.541
P01	61.71	3.2	3.209	198.038	0.2185	5250.171	2829.842
SUMA	162.70			906.192			

		P10
		P9
		P8
		P7
		P6
		P5
		P4
		P3
9.239		P2
9.535		P1
5.250		

ASPECTOR NORMATIVOS DE LA EDDO DISEÑO SISMORRESISTENTE



Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

$$T < T_L \quad C = 2,5$$

$$T_L < T < T_U \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_U}{T}\right)$$

$$T > T_U \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_U - T_L}{T}\right)$$

Tabla N° 3
FACTOR DE SUELO "S"

ZONA	SUELO	Perfil de suelo			
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
Z ₁		0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₂		0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₃		0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₄		0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla N° 4
PERÍODOS "T_p" Y "T_v"

	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _v (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: k = 1,0.
b) Para T mayor que 0,5 segundos: k = (0,75 + 0,5 T) ≤ 2,0.

Tabla N° 5
CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. - Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. - Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. - Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hoteles, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. - Edificios que almacenan archivos e información esencial del Estado.	1,5
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonio valioso como museos y bibliotecas. También se consideran depósitos de granos y otros	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Tabla N° 7
SISTEMAS ESTRUCTURALES

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R _s (*)
Acero:	
Pórcos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórcos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórcos Ordinarios Resistentes a Momentos (DMF)	4
Pórcos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórcos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórcos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórcos	8
Columnas	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$M_{ci} = \pm F_i \cdot e_i$$

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^2}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^2}$$

28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

CALCULOS PARA VIVIENDA 02

ANALISIS SISMICO ESTADIC, Dy							
1.- RESTRICCIONES							
2.- CONSIDERACIONES							
	Z=	0.45		Coeficiente Sísmico (INGRESA A ETABS)			
	S=	1.05	S2				
	T _P =	0.60		"T"	0.456	ETABS	
	T _L =	2.00		"C"	0.15	ZUCS/R	
	C=	2.5					
	U=	1.00	VIVIENDA ©	Comprobación			
	R ₀ =	8.00	PORTICOS				
	I _A =	1.00	por Definir	NO SE CUMPLEN REQUISITOS ALB. CONFINADA.	"C/R"	0.31	>= 0.11
	I _P =	1.00	por Definir		"K"	0.9780	(b)
	R _f =	8.00					
3.- CORTANTE BASAL							
	V=	30.99	ton	<i>Dirección perpendicular a analisis</i>			
				Dx=	18.98	m.	
				Exc X=	0.949	m.	
4.- FUERZAS LATERALES EN CADA PISO							
Piso	P (TN)	h _i	h _i ^k	P*h _i ^k	Alfa (α)	F _i (ton)	MT i acc (ton-m)
P10	0	27.5	-	-	-	-	-
P09	0	24.8	-	-	-	-	-
P08	0	22.1	-	-	-	-	-
P07	0	19.4	-	-	-	-	-
P06	0	16.7	-	-	-	-	-
P05	0	14	-	-	-	-	-
P04	0	11.3	-	-	-	-	-
P03	-	8.6	-	-	-	-	-
P02	99.00	5.9	5.674	561.717	0.6189	19.181	18.202
P01	110.89	3.2	3.119	345.894	0.3811	11.811	11.209
SUMA	209.89			907.612			
			12.062			P4	
			7.079			P3	
						P2	
						P1	

CALCULO DE DERIVAS DE ENTREPISO, DATOS EXPORTADOS DE ETABS PARA VIVIENDA 02

TABLE: Story Response						
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	DERIVAS XX	DERIVAS YY
	m					
Story2	5.9	Top	0.052684	0.051983	0.00892949	0.00881068
Story1	3.2	Top	0.033654	0.028675	0.01051688	0.00896094
Base	0	Top	0	0		

CALCULO DE DERIVAS Y RATIO DE IRREGULARIDAD TORSIONAL

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X	Max Loc Y	Max Loc Z
								m	m	m
Segundo piso	DERIVA SS_XX	Combination	Diaph D2 X	0.007745	0.005168	1.5	14	4.5	11.95	5.9
Segundo piso	DERIVA SS_YY	Combination	Diaph D2 Y	0.006826	0.005848	1.167	14	4.5	11.95	5.9
Primer Piso	DERIVA SS_XX	Combination	Diaph D1 X	0.008926	0.005613	1.59	14	4.5	11.95	3.2
Primer Piso	DERIVA SS_YY	Combination	Diaph D1 Y	0.008136	0.006296	1.292	14	4.5	11.95	3.2

CALCULO DE MASA PARTICIPATIVA DE LA ESTRUCTURA VIVIENDA 02

MASA PARTICIPATIVA														
TABLE: MASA PARTICIPATIVA														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1 Ty	0.456	0.1228	0.7945	0	0.1228	0.7945	0	0.0896	0.0144	0.0515	0.0896	0.0144	0.0515
Modal	2 Tx	0.398	0.7845	0.1152	0	0.9073	0.9097	0	0.0158	0.0928	0.0095	0.1054	0.1072	0.061
Modal	3	0.341	0.04	0.0377	0	0.9473	0.9474	0	0.0046	0.0052	0.8505	0.11	0.1124	0.9115
Modal	4	0.122	0.0107	0.0356	0	0.958	0.983	0	0.6259	0.1618	0.0294	0.7359	0.2742	0.9409
Modal	5	0.116	0.0378	0.0133	0	0.9958	0.9963	0	0.2356	0.6764	0.003	0.9715	0.9506	0.9439
Modal	6	0.099	0.0042	0.0037	0	1	1	0	0.0285	0.0494	0.0561	1	1	1

CALCULOS PARA VIVIENDA 03

ANALISIS SISMICO ESTATIC, Dx							
1.- RESTRICCIONES							
2.- CONSIDERACIONES							
Z=	0.45						
S=	1.05	S2			Coeficiente Sísmico (INGRESA A ETABS)		
T _p =	0.60				"T"	0.361	ETABS
T _L =	2.00				"C"	0.15	ZUCS/R
C=	2.5						
U=	1.00	VIVIENDA ©			Comprobación		
R ₀ =	8.00	PORTICOS					
I _A =	1.00	por Definir	NO SE CUMPLEN REQUISITOS ALB. CONFINADA.		"C/R"	0.31	>= 0.11
I _P =	1.00	por Definir			"K"	0.9305	(b)
R _f =	8.00						
					hi 1ª p =	3.20	
3.- CORTANTE BASAL							
V=	19.14	ton			Dirección perpendicular a analisis		
					Dy=	4.5	m.
					Exc y=	0.225	m.
4.- FUERZAS LATERALES EN CADA PISO							
Piso	P (TN)	hi	hi ^k	P*hi ^k	Alfa (α)	Fi (ton)	MT i acc (ton-m)
P10	0	18.9	-	-	-	-	-
P09	0	16.2	-	-	-	-	-
P08	0	13.5	-	-	-	-	-
P07	0	10.8	-	-	-	-	-
P06	0	8.1	-	-	-	-	-
P05	0	5.4	-	-	-	-	-
P04	0	2.7	-	-	-	-	-
P03							
P02	63.56	5.90	5.215	331.469	0.6296	12.051	2.711
P01	66.07	3.2	2.951	195.013	0.3704	7.090	1.595
SUMA	129.63			526.482			
							P4
							P3
			12.051				P2
			7.090				P1

CALCULO DE DERIVAS DE ENTREPISO, DATOS EXPORTADOS DE ETABS PARA VIVIENDA 03

TABLE: Story Response						
Story	Elevation	Location	X-Dir	Y-Dir	Derivas x	Derivas y
	m					
Story2	5.9	Top	0.044373	0.042461	0.00752085	0.00719678
Story1	3.2	Top	0.027056	0.025386	0.008455	0.00793313
Base	0	Top	0	0		

CALCULO DE DERIVAS Y RATIO DE IRREGULARIDAD TORSIONAL PARA VIVIENDA 03

TABLE: Diaphragm Max Over Avg Drifts										
Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X	Max Loc Y	Max Loc Z
								m	m	m
Segundo piso	DERIVA SS_XX	Combination	Diaph D2 X	0.006414	0.005257	1.22	14	4.5	11.95	5.9
Segundo piso	DERIVA SS_YY	Combination	Diaph D2 Y	0.006324	0.005796	1.091	14	4.5	11.95	5.9
Primer Piso	DERIVA SS_XX	Combination	Diaph D1 X	0.008455	0.006813	1.241	14	4.5	11.95	3.2
Primer Piso	DERIVA SS_YY	Combination	Diaph D1 Y	0.007933	0.007291	1.088	14	4.5	11.95	3.2

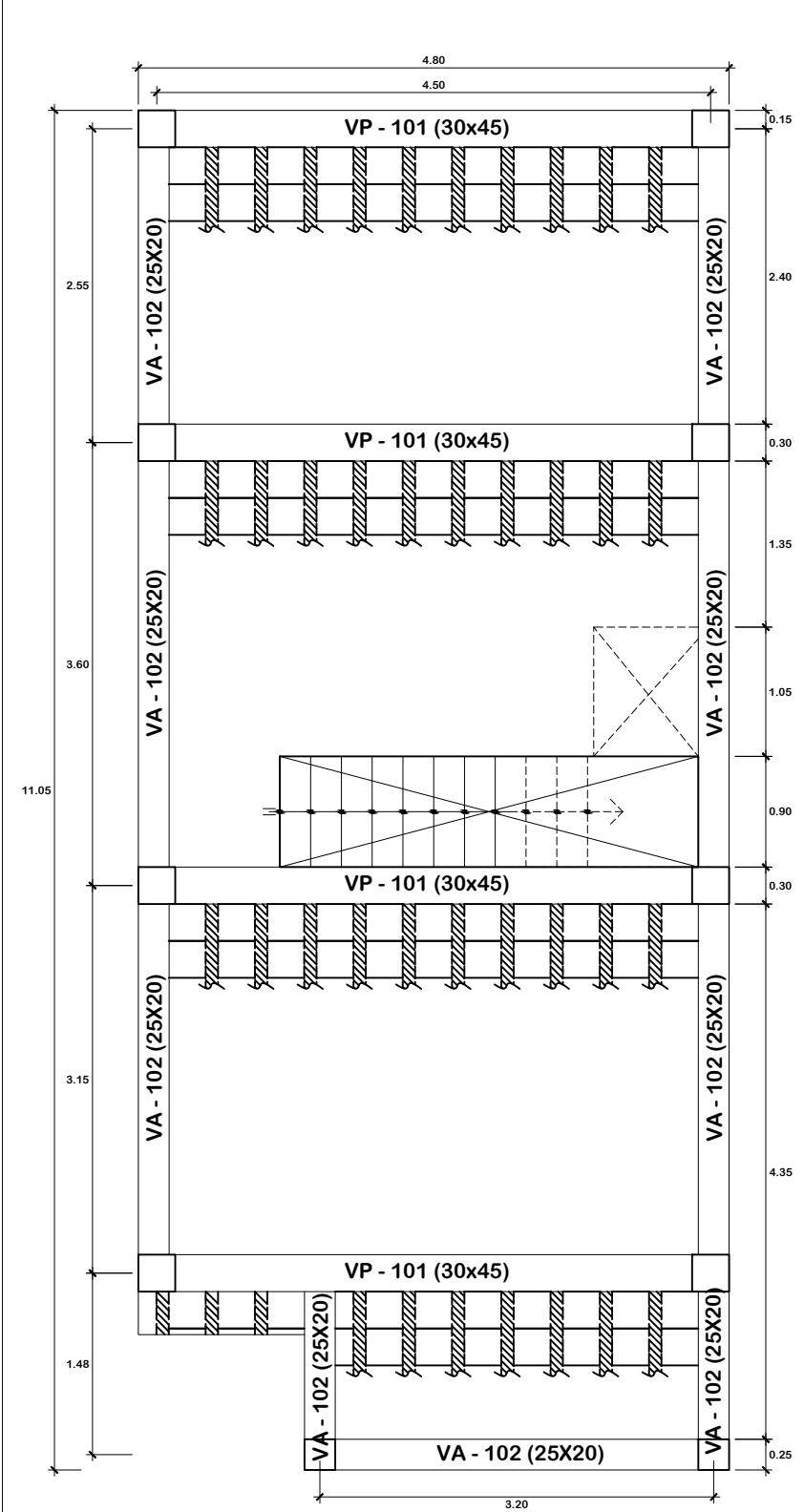
CALCULO DE MASA PARTICIPATIVA DE LA ESTRUCTURA VIVIENDA 03

MASA PARTICIPATIVA														
TABLE: MASA PARTICIPATIVA														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
		sec												
Modal	1 Ty	0.369	0.1145	0.769	0	0.1145	0.769	0	0.0936	0.0135	0.0597	0.0936	0.0135	0.0597
Modal	2 Tx	0.361	0.7989	0.1364	0	0.9134	0.9054	0	0.0164	0.0943	0.0091	0.11	0.1078	0.0688
Modal	3	0.321	0.03	0.0363	0	0.9434	0.9417	0	0.0042	0.0041	0.8733	0.1142	0.1118	0.9421
Modal	4	0.108	0.0113	0.0426	0	0.9548	0.9842	0	0.6415	0.1795	0.0043	0.7557	0.2913	0.9464
Modal	5	0.106	0.0423	0.0137	0	0.9971	0.998	0	0.2116	0.6683	0.0004	0.9673	0.9596	0.9468
Modal	6	0.094	0.0029	0.002	0	1	1	0	0.0327	0.0404	0.0532	1	1	1

CALCULO DEL PESO DE LA ESTRUCTURA VIVIENDA 03

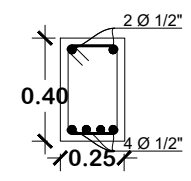
PESO DE LA ESTRUCTURA									
TABLE: Story Forces									
Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				kgf	kgf	kgf	kgf-m	kgf-m	kgf-m
Segundo piso	PESO 100%D	Combinator	Bottom	63557.21	0	0	0	391931.92	-138036.53
Primer Piso	PESO 100%D	Combinator	Bottom	129629.74	0	0	0	799402.64	-281538.24

ANEXO N°06. PLANOS ESTRUCTURALES DE LAS VIVIENDAS.

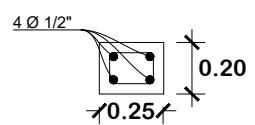


PLANTA TÍPICA VIVIENDA 01-04

DETALLE DE VIGAS

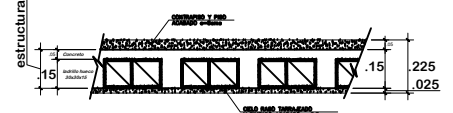


\square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 3 @ 0.10
 3 @ 0.15
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo



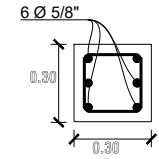
\square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 \square 2 @ 0.10
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo

DETALLE LOSA ALIGERADA

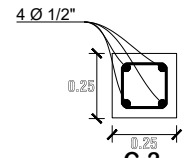


DETALLE LOSA ALIGERADA e=15 cms
 terminada de 22.5 cms

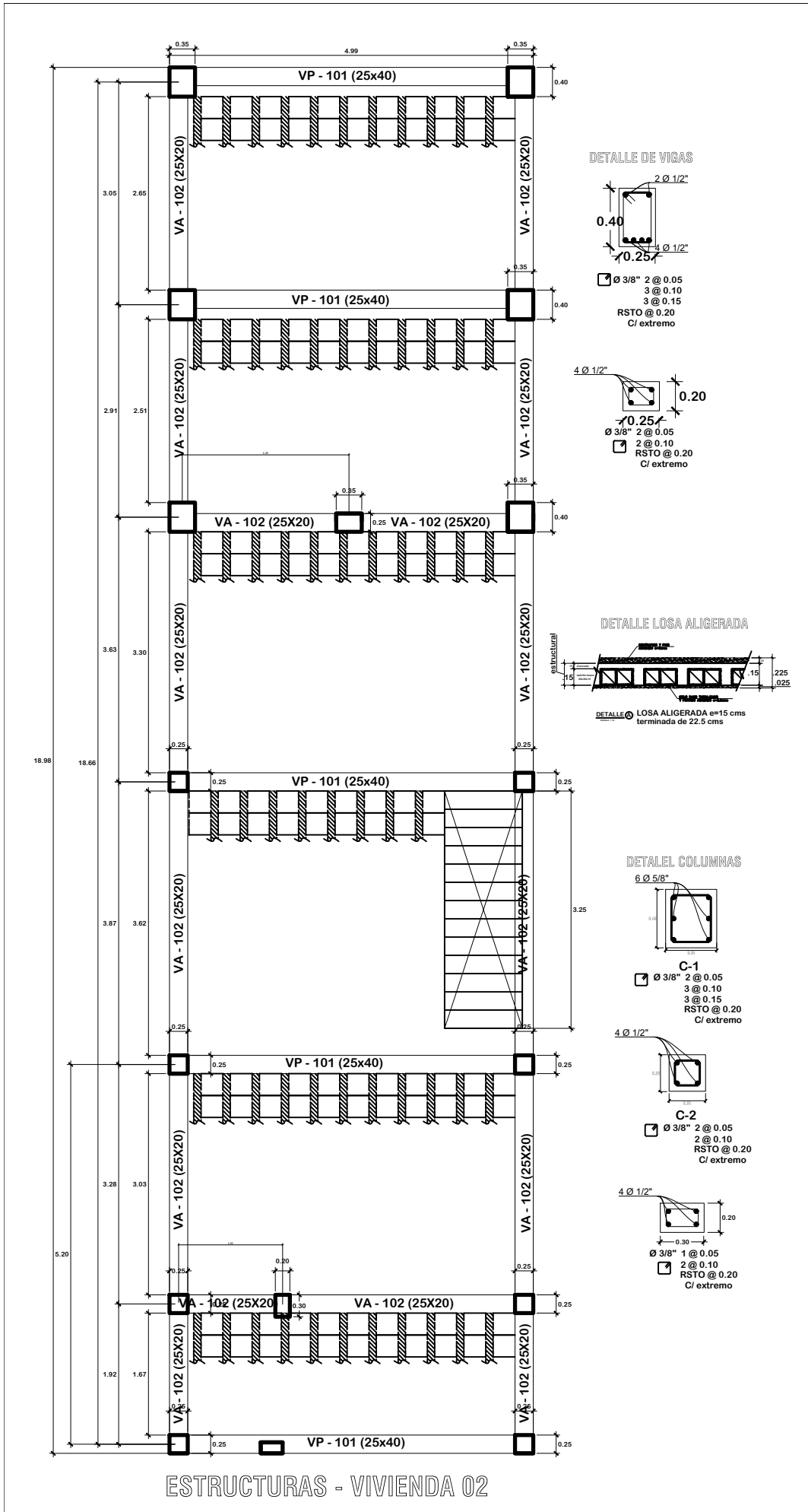
DETALEL COLUMNAS

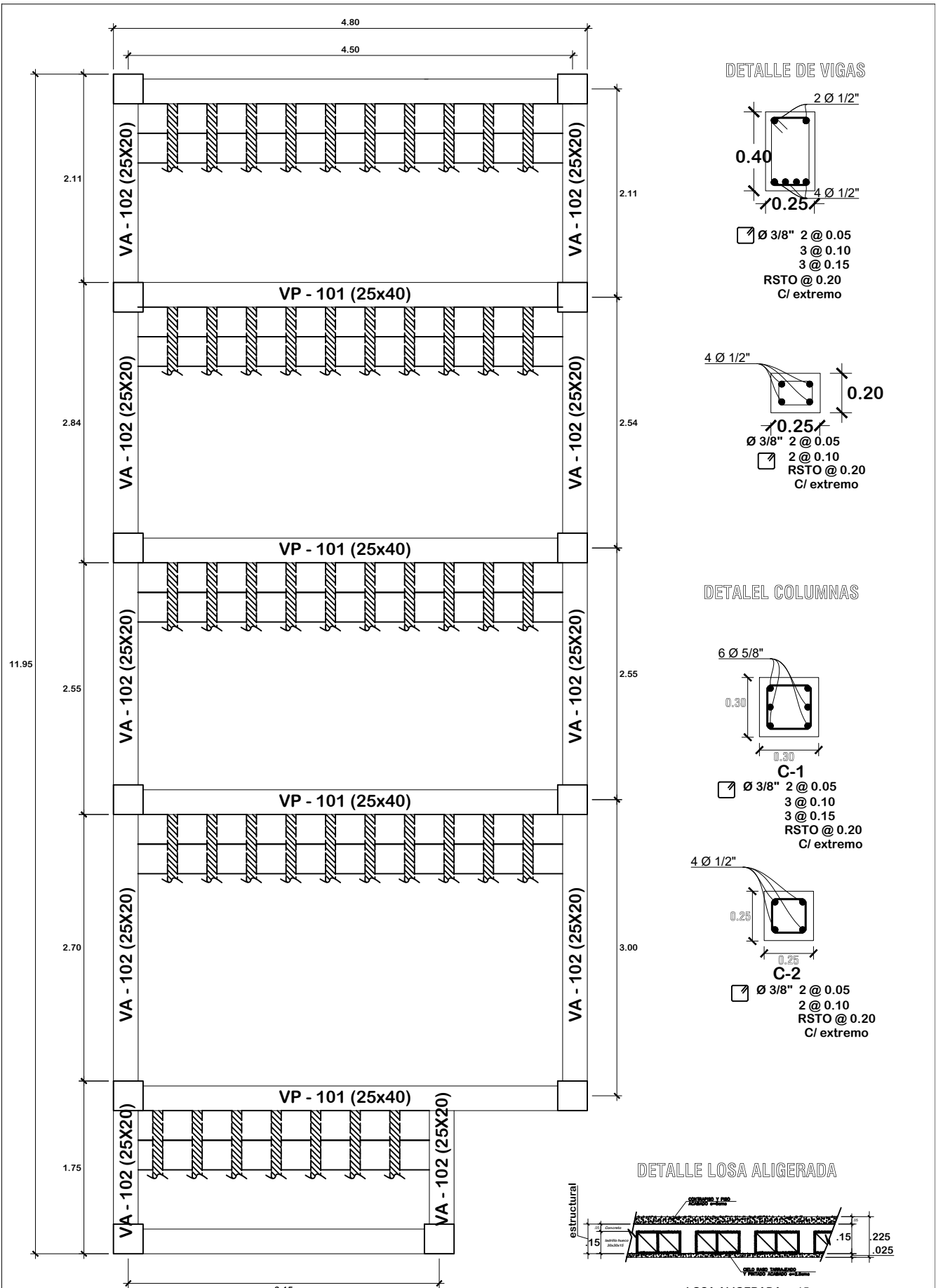


C-1
 \square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 3 @ 0.10
 3 @ 0.15
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo

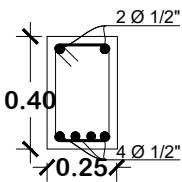


C-2
 \square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 2 @ 0.10
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo

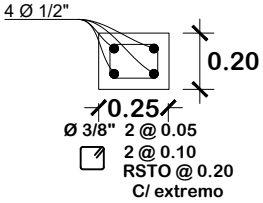




DETALLE DE VIGAS

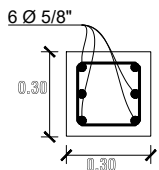


\square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 3 @ 0.10
 3 @ 0.15
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo

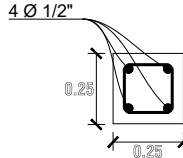


\square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 2 @ 0.10
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo

DETALLE COLUMNAS

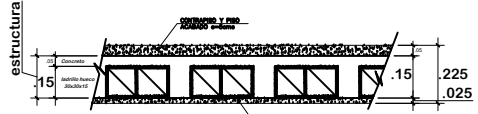


C-1
 \square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 3 @ 0.10
 3 @ 0.15
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo



C-2
 \square \varnothing 3/8" 2 @ 0.05
 2 @ 0.10
 RSTO @ 0.20
 C/ extremo

DETALLE LOSA ALIGERADA



DETALLE LOSA ALIGERADA e=15 cms
 terminada de 22.5 cms

PLANTA TIPICA

VIVIENDA 03-05