

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL
EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA
DEL CENTRO POBLADO BLANCA VARELA**

PRESENTADO POR:

Bach. HORNA VARGAS, ROSA MARÍA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Dra. EDITH MERYLUZ CLAROS GUERRERO

HUACHO – 2022

**RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO
ARTESANAL EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE
UNA VIVIENDA DEL CENTRO POBLADO BLANCA VARELA**

Bach. HORNA VARGAS, ROSA MARÍA

TESIS

Dra. EDITH MERYLUZ CLAROS GUERRERO

UNIVERSIDAD NACIONAL

JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

HUACHO

2022

PRESIDENTE

Mg. MENDOZA FLORES CRISTIAN MILTON

SECRETARIO

Mg. SALCEDO RODRIGUEZ MEDALIT NIEVES

VOCAL

Mg. DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO

ASESOR

Dra. EDITH MERYLUZ CLAROS GUERRERO

DEDICATORIA

A mi madre y padre, que siempre me han brindado todo su apoyo en mi vida y que continuarán haciéndolo por todo el amor que me tienen; a mi hermano por estar acompañándome en mis noches de estudio; y a mi abuela y tía que me cuidaron desde soy pequeña, se los dedico con todo mi aprecio.

La autora

AGRADECIMIENTO

A mi asesora que siempre estuvo aconsejándome para poder formar bien mis ideas y lograr este proyecto con los resultados deseados. Y a mi madre por sobre todo que es lo más importante en mi vida.

La autora

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Descripción de la realidad problemática	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general.	3
1.2.2. Problemas específicos.	3
1.3. Objetivos de la Investigación	4
1.3.1. Objetivo general:	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Justificación de la investigación	4
1.5. Delimitación del estudio:	6
1.6. Viabilidad del estudio	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.1.1. Investigaciones internacionales	7
2.1.2. Investigaciones nacionales	9
2.2. Bases teóricas	12
2.3. Bases filosóficas	35
2.4. Definición de términos básicos:	37
2.5. Hipótesis de investigación	38
2.5.1. Hipótesis general	38
2.5.2. Hipótesis específicas.	38

2.6. Operacionalización de las variables	39
CAPÍTULO III	40
METODOLOGÍA	40
3.1. Diseño metodológico	40
3.1.1. Tipo De Investigación	40
3.1.2. Diseño de Investigación	40
3.1.3. Nivel de Investigación	41
3.1.4. Enfoque de la Investigación	41
3.2. Población y muestra	41
3.2.1. Población	41
3.2.2. Muestra	42
3.3. Técnicas de recolección de datos:	42
3.3.1. Técnicas a emplear:	42
3.4. Técnicas para el procesamiento de información:	42
CAPÍTULO IV	43
RESULTADOS	43
4.1. Análisis de resultados	43
4.1.1. Aspectos Generales	43
4.1.2. Descripción del proyecto	43
4.1.3. Descripción arquitectónica	44
4.1.4. Descripción estructural	45
4.1.5. Resistencia del ladrillo artesanal	46
4.1.6. Modelamiento de la estructura en Etab's	48
4.1.7. Resultados	60
4.2. Contrastación de hipótesis	78
CAPÍTULO V	81
DISCUSIÓN	81
5.1. Discusión de resultados	81
CAPÍTULO VI	84
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84

6.1. Conclusiones	84
6.2. Recomendaciones:	85
REFERENCIAS	86
7.1. Fuentes bibliográficas	86
7.2. Fuentes bibliográficas	86
7.3. Fuentes hemerográficas	87
7.4. Fuentes electrónicas	87
ANEXOS	89
ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	90
ANEXO 2: RESULTADOS ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	91
ANEXO 3: VIVIENDA MODELADA	92
ANEXO 4: CENTRO POBLADO BLANCA VARELA	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Característica de la resistencia en albañilería	15
Tabla 2. Número de sismos reportados entre 2018 - 2022	21
Tabla 3. Sismos ocurridos en el 2019 y 2022 cercanos a Puerto Supe	22
Tabla 4. Resultados de ensayo de la resistencia del material de albañilería	46
Tabla 5. Características del ladrillo artesanal según norma	47
Tabla 6. Desviación estándar de las resistencias de los ladrillos artesanales Yoshi	47
Tabla 7. Casos modales de la vivienda con albañilería 24.61 kg/cm ²	55
Tabla 8. Parámetros sísmicos de la estructura	55
Tabla 9. Espectro de diseño de la vivienda	57
Tabla 10. Comparación de la cortante dinámica realizada con ambos tipos de ladrillo	62
Tabla 11. Desplazamientos en los puntos extremos de la vivienda con ladrillo de ensayo	66
Tabla 12. Desplazamientos en los puntos extremos de la vivienda con ladrillo normativo	67
Tabla 13. Derivas en la vivienda con ladrillo de ensayo	69
Tabla 14. Derivas en la vivienda con ladrillo normativo	70
Tabla 15. Comparación de derivas de acuerdo al tipo de ladrillo	72
Tabla 16. Comparación de los periodos utilizando ladrillo de ensayo y el ladrillo normativo	74
Tabla 17. Peso de la edificación de acuerdo al tipo de ladrillo	75
Tabla 18. Comparación de rigideces de acuerdo a la cortante dinámica X	76
Tabla 19. Comparación de rigideces de acuerdo a la cortante dinámica Y	77

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ladrillera Cherlod ubicada en Supe</i>	12
<i>Figura 2. Ladrillera Micky ubicada en Supe</i>	13
<i>Figura 3. Horno de la ladrillera Kibi ubicada en Supe</i>	13
<i>Figura 4. Modelo de pilas de albañilería</i>	16
<i>Figura 5. Mapa sísmico del Perú 1960 – 2019</i>	20
<i>Figura 6. Sismos ocurridos en el 2020 cercanos a Puerto Supe</i>	23
<i>Figura 7. Clasificación de peligros sísmicos por provincia</i>	24
<i>Figura 8. Rigidez de una estructura</i>	25
<i>Figura 9. Curva de capacidad de la estructura</i>	25
<i>Figura 10. Relación entre desplazamiento, velocidad y aceleración de un sistema</i>	27
<i>Figura 11. Modales de un sistema</i>	27
<i>Figura 12. Vibración libre de un sistema</i>	28
<i>Figura 13. Zonas Sísmicas del Perú</i>	29
<i>Figura 14. Relación carga - deformación de una estructura</i>	33
<i>Figura 15. Espectro de aceleraciones</i>	33
<i>Figura 16. Zonificación especificada en Centro Poblado Blanca Varela</i>	34
<i>Figura 17. Vista satelital del Centro Poblado Blanca Varela</i>	34
<i>Figura 18. Viviendas de los habitantes del Centro Poblado Blanca Varela</i>	35
<i>Figura 19. Línea del Tiempo sobre la Filosofía de la Ingeniería</i>	35
<i>Figura 20. Plano arquitectónico del proyecto</i>	44
<i>Figura 21. Plano estructural del proyecto</i>	45
<i>Figura 22. Resistencia a la compresión f_m (kg/cm²)</i>	46
<i>Figura 23. Niveles de la estructura</i>	48
<i>Figura 24. Definición del material de albañilería $f'_m=22.61$ kg/cm²</i>	48
<i>Figura 25. Definición del material de concreto $f'_c=210$ kg/cm²</i>	49
<i>Figura 26. Definición de columnas y vigas en la estructura</i>	50
<i>Figura 27. Definición de la losa aligerada</i>	50
<i>Figura 28. Definición de los muros de albañilería</i>	51
<i>Figura 29. Visión tridimensional de la vivienda de dos pisos</i>	51

<i>Figura 30. Asignación de las cargas en las losas</i>	52
<i>Figura 31. Colocación de los tipos de cargas</i>	52
<i>Figura 32. Definición de la masa sísmica de la estructura</i>	53
<i>Figura 33. Definición de casos modales</i>	53
<i>Figura 34. Caso modal 1 de la estructura</i>	54
<i>Figura 35. Caso modal 2 de la estructura</i>	54
<i>Figura 36. Caso modal 3 de la estructura</i>	55
<i>Figura 37. Definición de patrones de cargas sísmicas</i>	56
<i>Figura 38. Sismo estático en X</i>	56
<i>Figura 39. Sismo estático en Y</i>	56
<i>Figura 40. Representación gráfica del espectro de respuesta</i>	57
<i>Figura 41. Sismo dinámico en X</i>	58
<i>Figura 42. Sismo dinámico en Y</i>	58
<i>Figura 43. Derivas en dirección X</i>	59
<i>Figura 44. Derivas en dirección Y</i>	59
<i>Figura 45. Comparación de las resistencias del ladrillo artesanal</i>	60
<i>Figura 46. Cálculo del peso sísmico de la edificación</i>	61
<i>Figura 47. Fuerza cortante de la base en la edificación</i>	62
<i>Figura 48. Cortante dinámica en dirección X de la vivienda con ladrillo de ensayo</i>	63
<i>Figura 49. Cortante dinámica en dirección Y de la vivienda con ladrillo de ensayo</i>	63
<i>Figura 50. Cortante dinámica en dirección X de la vivienda con ladrillo normativo</i>	64
<i>Figura 51. Cortante dinámica en dirección Y de la vivienda con ladrillo normativo</i>	64
<i>Figura 52. Comportamiento Sísmico Dinámico de la edificación</i>	65
<i>Figura 53. Desplazamiento de los puntos extremos de la edificación</i>	66
<i>Figura 54. Comparación de los desplazamientos del punto A en ambas direcciones de acuerdo al tipo de ladrillo</i>	67
<i>Figura 55. Comparación de los desplazamientos del punto B en ambas direcciones de acuerdo al tipo de ladrillo</i>	68
<i>Figura 56. Gráfico de desplazamientos máximos en la vivienda con ladrillo de ensayo</i>	69
<i>Figura 57. Gráfica de derivas en la vivienda con ladrillo de ensayo</i>	70
<i>Figura 58. Gráfico de desplazamientos máximos en la vivienda con ladrillo normativo</i>	71
<i>Figura 59. Gráfica de derivas en la vivienda con ladrillo normativo</i>	71

<i>Figura 60. Comparación de desplazamientos máximos de acuerdo al tipo de ladrillo</i>	72
<i>Figura 61. Comparación de derivas de acuerdo al tipo de ladrillo</i>	73
<i>Figura 62. Comparación de los periodos utilizando ladrillo artesanal de 22.61 kg/cm² y 35 kg/cm²</i>	74
<i>Figura 63. Variación de los primeros tres modos de la edificación</i>	75
<i>Figura 64. Rigidez de la vivienda con ladrillo de ensayo dirección X</i>	76
<i>Figura 65. Elaboración de la vivienda con ladrillo normativo dirección X</i>	76
<i>Figura 66. Rigidez de la vivienda con ladrillo de ensayo dirección Y</i>	77
<i>Figura 67. Elaboración de la vivienda con ladrillo normativo dirección Y</i>	77
<i>Figura 68. Comparación de las rigideces de la vivienda de acuerdo al tipo de resistencia del ladrillo</i>	78

RESUMEN

La investigación tuvo como finalidad evaluar la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela, analizando su rigidez, periodos, cortes estáticos, dinámicos, desplazamientos y derivas con respecto a la normativa peruana. La metodología fue de tipo aplicado, de diseño no experimental con un nivel explicativo y de enfoque cuantitativo; además, se utilizó la técnica de observación en el cual se utilizó como instrumento la ficha de observación. Los resultados evidenciaron una resistencia deficiente del ladrillo artesanal en 22.61 kg/cm^2 , siendo 35.4% menor que lo permitido por la normativa E.070 Albañilería; por lo tanto, el ladrillo de ensayo influyó en 1.07% más en su corte dinámico, su desplazamiento máximo aumentó en 34.95%, la deriva se elevó en 36% y la rigidez del primer piso disminuyó en un 38.65% al ser comparada con un ladrillo de valor estándar de 35 kg/cm^2 . Se concluyó que la vivienda analizada cumplió con la normativa E0.30 Diseño Sismorresistente; sin embargo, el ladrillo artesanal no cumplió con los parámetros exigidos de la normativa E0.70 Albañilería, y que, por consiguiente, influyó en el comportamiento estructural de la vivienda, siendo la rigidez la más importante.

Palabras clave: Resistencia, albañilería, ladrillo artesanal, comportamiento estructural

ABSTRACT

The purpose of the research was to evaluate the compressive strength of handmade bricks in the structural behavior of a house in Blanca Varela town center, analyzing its stiffness, periods, static and dynamic shear, displacements and drifts with respect to Peruvian standards. The methodology was of the applied type, a non-experimental design and of explanatory level and quantitative approach; in addition, the observation technique was used in which the observation sheet was used as an instrument. The results evidenced a deficient resistance of the handmade brick in 22.61 kg/cm², being 35.4% lower than what is allowed by the E.070 Masonry standard; therefore, the test brick influenced in 1.07% more in its dynamic shear, its maximum displacement increased in 34.95%, the drift increased in 36% and the stiffness of the second floor decreased in 38.65% when compared with a brick of standard value of 35 kg/cm². It was concluded that the analyzed house complied with the E0.30 Seismic Resistant Design standard; however, the handmade brick did not comply with the required parameters of the E0.70 Masonry standard, and therefore, influenced the structural behavior of the house, being the stiffness the most important one.

Keywords : Strength, masonry, handmade brick, structural behavior

INTRODUCCIÓN

La cantidad de viviendas construidas con ladrillo artesanal aumenta cada año en nuestro país, esto es por consecuencia de ser uno de los materiales más económicos para su elaboración, por otro lado, la producción de estas unidades que aumentan de acuerdo a la demanda es realizada con un ausente control de calidad en el material, en el cual muchas de ellas no alcanzan la resistencia permitida en el reglamento. La normativa peruana nos muestra las características física y mecánicas de unos materiales basados en una buena calidad, pero la realidad con las que se presenta es otra; la realización de una estructura es analizada con programas que simulan la realidad, una realidad perfecta donde los materiales con los que son edificados no tienen deficiencia alguna, pero entonces cabe preguntarse qué tan cerca o lejana se asemeja a la realidad del comportamiento de la estructura. La mayoría de las viviendas construidas en la zona de estudio estudiada son de albañilería, el cual se considera al ladrillo el elemento más importante en su construcción, por ellos es que se utiliza en su elaboración y que la mayoría suelen ser artesanales.

Esta investigación se centró en el análisis de una vivienda que fue construida con un tipo de ladrillo artesanal proveniente de una de las ladrilleras tradicionales del distrito; para obtener los verdaderos valores de su resistencia fueron llevados a un ensayo de compresión axial para luego ser comparados con la resistencia estándar de la normativa E0.70 Albañilería; asimismo fue llevado a un programa de simulación de comportamiento estructural el cual fue analizado con los parámetros de la normativa E0.30 Diseño Sismorresistente. La investigación determinó la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La construcción de una vivienda es una de las primeras acciones que realizó el hombre cuando dejó de ser nómada. El crecimiento rápido de la población y la necesidad de volverse sedentarios encamina al hombre a tomar decisiones rápidas, lo cual muchas veces origina que la instalación de su vivienda sea construida en lugares inadecuados, con materiales de baja calidad y sin supervisión profesional para una ventaja económica, mostrando resultados de deficiencia en su estructura. Asimismo, en la antigüedad, los primeros sistemas para las construcciones de viviendas se realizaron con piedras ubicadas unas sobre otras, usualmente adheridas con barro.

Uno de los sistemas de construcción más usados en la construcción de viviendas en Perú es la albañilería. De acuerdo a la investigaciones de San Bartolomé (1994), luego del terremoto ocurrido en Perú en el año de 1940, ingresa por primera vez las construcciones de albañilería confinada; aun así, no se realizaron ensayos sobre la calidad de los materiales hasta la década de los 70' para la elaboración de un reglamento que permita las correctas construcciones de viviendas realizadas con estos materiales. De acuerdo al INEI (2018), en un informe realizado en el censo del año 2017, explica que el crecimiento acelerado de la construcciones de viviendas en un transcurso de 10 años es de un aumento del dos millones

536 mil 707 viviendas, que representa un 33.5% más que el censo anterior del 2018; el material de construcción más abundante es de ladrillo o bloques de cemento representando el 55.8% y que en comparación del censo indica un aumento del 43.7%, es decir un millón trescientos seis mil seiscientos cuarenta y siete viviendas más con este material; sin embargo, el incremento de las viviendas de albañilería durante cada año y la existencia de normas que permiten la calidad y permanencia de su estructura, crecen directamente proporcional a la construcciones de viviendas informales, donde aquellas son construidas a criterio propio y con un personal no capacitado, dando como consecuencia viviendas con estructuras deficientes y simples.

Destacamos entonces que el ladrillo es la unidad más importante para lograr este sistema de construcción, siendo el más comercializado en viviendas multifamiliares: el ladrillo artesanal. Entre la característica de este material destaca su resistencia a la compresión ($f'm$), según el reglamento de construcción peruano, este debería tener un valor aproximado de 35 kg/cm^2 , pero investigaciones realizadas en diversos lugares del Perú se encuentra que los resultados están por debajo del valor mínimo de la resistencia. Asimismo, es necesario destacar que el Perú es un país con una tasa grande de sismos el cual afecta directamente en su comportamiento estructural y por el cual todos los ciudadanos deberíamos tomar conciencia y realizar construcciones de viviendas que puedan prever un elevado riesgo sísmico en ellas. Una edificación mal construida en un ambiente altamente sísmico es vulnerable a desastres; las viviendas de albañilería construidas con materiales de mala calidad, especialmente los ladrillos utilizados, podrían disminuir su capacidad de resistencia a sismos y afectar su diseño sismorresistente.

El distrito de Puerto Supe es una ciudad pequeña, la mayoría de sus casas son de ladrillos artesanales y otras de material adobe. Tal vez, el problema de sus edificaciones es que son irregulares y de poco tacto constructivo. La zona de Puerto Supe en los últimos años

ha tenido sismos un poco más a 4 grados de magnitud donde los epicentros se han encontrado muy cerca de las playas; si bien es cierto la mayoría de las casas no han sufrido daños excesivos, aun así, un incorrecto comportamiento estructural podría contribuir a elevados riesgos sísmicos en ellas. Muy poco se habla de la influencia del ladrillo artesanal en la estructura sísmica de las viviendas, incluso sabiendo que este es un factor importante como elemento estructural que da la rigidez necesaria frente a un sismo.

La zona estudiada es un centro poblado llamado Blanca Varela que se encuentra en una de las zonas más altas de los cerros de Puerto Supe. Las casas construidas presentan en su mayoría ladrillo artesanal y podemos encontrarlas hasta de 3 pisos como máximo. Así como cualquier poblador, construyen con los materiales artesanales producidos por la misma ciudad, pero poco se sabe sobre la verdadera resistencia del ladrillo y si esta cumple con la normativa adecuada para el correcto funcionamiento de la estructura.

Debido a esto, es que se realizó una investigación sobre la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general.

¿La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela cumple con la normativa E.030 Diseño sismorresistente?

1.2.2. Problemas específicos.

¿La evaluación de la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela cumple con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería?

¿Cómo influye la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela?

¿La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso está relacionada en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general:

Evaluar la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela de acuerdo a la normativa E.030 Diseño sismorresistente

1.3.2. Objetivos específicos

Evaluar la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela de acuerdo con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería

Determinar la influencia de la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela

Determinar la relación de la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela

1.4. Justificación de la investigación

Uno de los sistemas de construcción más usados para la elaboración de las viviendas peruanas es la albañilería (Abanto, 2014). Según fuente oficiales se evidencia que en el censo del año 2017 las construcciones de viviendas aumentaron

un 33.5% a comparación del censo del 2016 (INEI, 2018), siendo el ladrillo el material más utilizado para este tipo de construcciones. En la ciudad de Supe se encuentra una de las ladrilleras más grandes de la provincia del lugar estudiado, las viviendas de la zona prefieren utilizar el ladrillo artesanal de su localidad porque es un material económico y sobre todo accesible para ellos; aun así, a pesar de la existencia de muchas empresas ladrilleras, estas no llevan un control de calidad. Se sabe que el material más importante para las viviendas con sistema de albañilería es el ladrillo, puesto que es el encargado principal de darle la rigidez a la estructura.

El análisis del comportamiento estructural de una vivienda con este sistema se da con materiales estándares determinados por la normativa peruana, es decir una resistencia de 35 kg/cm² en ladrillos artesanales, pero pocos son los estudios donde se analiza una edificación con valores acercados a su realidad.

De acuerdo a la normativa E070 Albañilería se indica en el artículo 5.1.1 que los valores de resistencia a compresión axial y corte deberán tomarse con los valores estándares establecidos, asimismo se pide que para zonas de tipo 3 y 2 en viviendas de dos pisos es necesario realizar ensayos de tres pilas; esta exigencia parte de una verificación de que los ladrillos logren cumplir con la resistencia mínima requerida en sus tablas.

La falta de ensayos de la resistencia de los ladrillos por los altos costos de los mismos, ha hecho que con el paso del tiempo se pierda la supervisión de la calidad de los materiales y por consecuente la verdadera forma de influir en el comportamiento de una estructura regidos por la normativa E030 Diseño Sismorresistente; es por ello que esta investigación se centra en resaltar la importancia de la influencia de la resistencia del ladrillo artesanal en el

comportamiento estructural de una vivienda de Blanca Varela con la resistencia verdadera de su material principal.

1.5. Delimitación del estudio:

El estudio se realizó en la zona de Puerto Supe, Centro Poblado Blanca Varela, 2022. La vivienda tiene características similares a otras viviendas de la zona de estudio presentando una estructura regular y de dos pisos. Asimismo, el ladrillo con el que fue construido pertenece a una de las ladrilleras de la zona de estudio.

1.6. Viabilidad del estudio

La investigación tuvo una viabilidad económica, debido a que se cubrió con los gastos en la realización de los traslados de los ladrillos artesanales para sus respectivos ensayos, así como también el acceso libre al centro poblado Blanca Varela; además la modelación de la vivienda fue realizado gracias a la colaboración de los dueños de la misma, el cual se logró realizar los planos para su respectivo análisis en el software Etab's. Asimismo, el estudio permitió mostrar el verdadero comportamiento de la estructura cuando se analiza con un ladrillo de resistencia verdadera al ser comparada con uno de resistencia normativa, dando un aporte en la albañilería sobre la importancia de que un ladrillo cumpla con los requisitos mínimos establecidos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Martinez (2018), en su trabajo de titulación para Ingeniero Civil “*Influencia del empleo de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañilería confinada de mediana altura*” en la Universidad de Guayaquil, tiene como uno de sus objetivos es ensayar los ladrillos artesanales para conseguir sus comportamientos reales para luego proyectar una edificación de albañilería confinada y comprender su comportamiento sísmico. Llegó a la conclusión que, al calcular los datos reales, los ensayos a compresión en pilas para el cálculo de su resistencia muestran datos por debajo de un estándar comparado al reglamento peruano. En cuanto a su análisis sísmico, concluyo que, el modo de vibrar de la vivienda, influye directamente en las magnitudes de sus esfuerzos y momento flector.

Quintero et al. (2018), en el artículo de investigación “*Análisis de la variabilidad del peso de los ladrillos y la importancia de estos parámetros para la producción en la ladrillera Las Casitas, Valledupar-Cesar*”, expresa la falta de

claridad de las características de las unidades de ladrillos de la ladrillera Las Casitas y, por ende, su influencia en la calidad de sus viviendas. El estudio se basa en la creación de un horno con características personalizadas, para luego poder definir al peso de los ladrillos como uno de los factores importantes en su correcta creación; por otro lado, explica que su resistencia a compresión no supera los 5 Mpa, que es el estándar que debe alcanzar de acuerdo a la norma técnica de Colombia, dejando en evidencia que esta no cumple con el requisito mínimo. Entre sus resultados, se destaca que el peso de los ladrillos en los diferentes hornos difiere aproximadamente en 2 kg, pero que, aunque existen una gran variación entre uno y otro, este no cambia en su resistencia, es decir, el peso de los ladrillos no influye directamente en su resistencia.

Afanador et al. (2014), en el artículo *“Propiedades Físicas Y Mecánicas De Ladrillos Macizos Cerámicos Para Mampostería”*, publicado para obtener las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de la mampostería, el autor expresa en sus conclusiones que los ladrillos producidos en la ciudad no cumplen con las resistencias establecidas en la normativa colombiana, puesto que la resistencia nominal de los ladrillos macizos se encuentran entre 0.8 y 2.4 Mpa, lo cual en promedio resulta 1.44 Mpa, siendo un valor bajo con respecto al estándar 14 Mpa; el autor pone de importancia el cálculo correcto del diseño de mezclas de arcilla en un ladrillo, pues permitiría un mejoramiento de las propiedades mecánicas.

Rolando (2006), en el artículo de investigación *“Resistencia característica a compresión de una fábrica de ladrillo en función de la resistencia de sus componentes”*, el autor cálculo la resistencia de albañilería de acuerdo a la normativa española UNE- EN 772-1, en lo cual los valores estándares están dentro del rango de 15 a 20 N/mm²; los resultados de sus estudios expresan la fiabilidad de los resultados

calculados basándose en la norma; asimismo, el autor explica la importancia de realizar ensayos para la ejecución de los muretes de ladrillo y mortero

2.1.2. Investigaciones nacionales

Valdivia (2021), en sus tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil “*Comparación de la resistencia a la compresión (f_m) de pilas de ladrillo artesanal elaboradas con mortero tradicional y mortero no tradicional (massa dundun) - Cajamarca – 2021*” en la Universidad Privada del Norte, planteó como objetivo determinar la variación de la resistencia en la compresión de ladrillos artesanales aplicando mortero no tradicional y tradicional considerando la normativa peruana. La investigación es aplicada, experimental. En su investigación concluyó que la resistencia de las pilas con un material tradicional de mortero era de 25.14 kg/cm^2 , a comparación con su mortero no tradicional que fue de 16.31 kg/cm^2 . Los valores no cumplen con los valores estándares del reglamento E.070. El ensayo realizado con mortero tradicional, obtiene una disminución de 28.17% en relación con el 35 kg/cm^2 que la norma específica.

Díaz (2019), en la tesis para poder obtener el título de ingeniero Civil “*Evaluación De Propiedades Físicas Mecánicas Del Ladrillo Artesanal Solido, Fabricados En Cuatro Distritos De La Región Lambayeque, 2018*” realizado en la Universidad Cesar Vallejo, tiene el objetivo investigar las características mecánicas de sus ladrillos artesanales estudiados en los cuatro distritos de Lambayeque. Entre sus características estudiadas, tenemos los ensayos de la resistencia a compresión, alabeo y variaciones dimensionales. La investigación es de tipo descriptiva no experimental. En su investigación, ninguno de los resultados cumplió los estándares establecidos en la norma, mostrándolos como materiales no adecuados para fines

estructurales. Concluyó que las propiedades de resistencia del ladrillo artesanal realizados en diversos distritos, no cumplen los parámetros para ser utilizados en fines estructurales en cuestiones de resistencia y estabilidad volumétrica. Asimismo, expresa los resultados de la resistencia de los ladrillos: 24.61 kg/cm^2 ; 24.78 kg/cm^2 ; 22.99 kg/cm^2 ; 21.75 kg/cm^2 y 13.20 kg/cm^2 ; resultados de ensayos que están muy lejos a lo que el reglamento determina como válido. Podemos destacar que la resistencia más baja difiere en un 29.20% en cuanto a la establecida por la norma de 35 kg/cm^2 .

Ccama (2021), en la tesis para poder obtener el título de ingeniero Civil *“Evaluación Y Comparación De La Resistencia Y Características Del Ladrillo Artesanal, Semimecanizado Y Mecanizado Para Muros Y Techos En La Ciudad De Puno” en la Universidad Nacional del Altiplano*”, tiene el objetivo de Evaluar y comparar la resistencia y características del ladrillo en sus diversos tipos. La investigación es de tipo descriptiva, no experimental. Llegó a la conclusión que, de acuerdo a los resultados de las propiedades mecánicas y físicos, ninguna de los ladrillos estudios logró alcanzar la mínima resistencia que se exige en la norma, lo cual indica una baja calidad de los valores obtenido para un fin estructural.

Gaytán (2017), en la tesis para poder obtener el título de ingeniero Civil *“Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017”* en la Universidad Cesar Vallejo, donde tiene el objetivo determinar el tipo ladrillo en el cual la estructura tiene la mejor respuesta sísmica en una edificación. La investigación es de tipo aplicada, nivel explicativo, diseño no experimental. En la investigación, la respuesta sísmica determinada por ensayos y el programa Etab's depende de la calidad de las unidades de albañilería, el hecho de que el ladrillo de arcilla King Kong tenga un mejor o peor

comportamiento sísmico frente a otros ladrillos dependerá de las características mecánicas y físicas del ladrillo presentado, asimismo, los desplazamientos laterales son inferiores a los límites de la normativa E.070, la cortante basal dinámica varía en $\pm 3\%$ y la cortante estática $\pm 1\%$.

Pacco (2019), en la investigación para optar el grado de Ingeniero Civil: *“Evaluación del comportamiento mecánico de unidades de albañilería de arcilla en muros portantes utilizados en la ciudad de Juliaca, 2018”* en la Universidad Peruana Unión, uno de los objetivos es determinar la resistencia de su compresión y evaluando el comportamiento estructural de una vivienda modelada por las propias unidades de ladrillo de acuerdo a la ciudad de Juliaca. La investigación es de tipo explicativa, cuasiexperimental. El resultado de la resistencia de los ladrillos artesanales analizados fue de 28.84 kg/cm^2 , con un promedio de datos que están por debajo de los estándares que el reglamento E.070 indica; pero a la vez precisa que tanto las unidades de albañilería artesanal e industrial no logran cumplir con la resistencia a corte y compresión mínima de la albañilería exigida. La modelación de la vivienda construida para la evaluación de su comportamiento concluye que aquellas construidas con ladrillos artesanales producen una reducción de la capacidad estructural en un 11% en sus desplazamientos relativos de entrepiso, respecto a una vivienda que debería construirse con los parámetros de la norma E.070 haciendo que esta sea solo viable si se logra mejorar la calidad de sus materiales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1 Viviendas edificadas con ladrillo artesanal

Mayormente se utilizan ladrillos artesanales cocidas siendo estos desproporcionados en sus medidas y agregado pobre que será utilizado en otros elementos estructurales para la construcción de viviendas.

En Puerto Supe, como en muchas ciudades, existen edificaciones construidas con ladrillo artesanal, este material es uno de los más económicos de la ciudad puesto que en su ciudad más cercana: Supe, es una ciudad con más producción de ladrillo artesanal, su traslado es cercano y su producción es continua y abundante. La deficiencia de la producción de ladrillos artesanales es que muchas de ellas no cumplen con los requisitos básicos que indica la norma como la resistencia de 35 kg/cm^2 para ladrillos artesanales, unido a una deficiente en el proceso constructivo de una vivienda, podría no ser beneficioso a esta. La cantidad de viviendas autoconstruidas aumento en años últimos, la mayoría edificados de albañilería confinada que se realizan sin control ni supervisión profesional tanto en el proceso constructivo como en la calidad de materiales. Es importante el control técnico en la realización de los materiales para obtener unas buenas características suyas.



Figura 1. Ladrillera Cherlod ubicada en Supe



Figura 2. Ladrillera Micky ubicada en Supe



Figura 3. Horno de la ladrillera Kibi ubicada en Supe

Las unidades de albañilería es uno de los componentes más usado en el uso de la construcción y el de uso más práctico puesto que no se realiza un seguimiento técnico con mano de obra poco calificada.

Está compuesto con una mezcla básico de cemento, nos permitirá unir las unidades de albañilería, corriendo algunos errores geométricos como sellar correctamente las juntas frente a la introducción de la humedad. Entre las

propiedades que podemos describir para las unidades de albañilería serían:

Resistencia a la tracción y compresión, buena compresión, densidad, alabeo y succión.

Las resistencias son resultados de muchos ensayos realizados por ingenieros especializados en el tema, un estudio de muchos años y por ende los ensayos son muy costosos como para ser realizados por cada tipo de ladrillo, por eso se crearon unos datos estándar que se asemejan a las características de todos los ladrillos peruanos. La deficiencia de lo que se coloca en la norma es que se engloba la resistencia del ladrillo para todo el país, sin observar los factores que presentan cada empresa encargada de ello, puesto que no pasan por ningún tipo de control que garantice su venta.

2.2.2 Albañilería

2.2.2.1 Normativa E.070 Albañilería

Resistencia a compresión axial y corte

Existen diferentes tipos de resistencia en los ladrillos a la cual fueron evaluados mediante ensayos: compresión, tracción y corte. Como lo explica Gallegos y Casabonne (2005): “El comportamiento de estos especímenes, cuando se someten a ensayo, es el producto de la acción heterogénea de los componentes de albañilería”. Por ende, muchos ensayos siempre darán resultados que difieren entre sí, aunque se sometan a cargas de iguales magnitudes, pero de alguna manera los resultados no se alejaran demasiado entre ellos, por el cual se pueden asumir valores estables considerándolos estándares.

Por ello, los ensayos de compresión del ladrillo artesanal muestran una gran importancia en la aplicación del control de calidad de las obras, que, a diferencia de los otros ensayos, este sirve como uso de investigación.

La normativa peruana indica que la resistencia de la albañilería a compresión axial ($f'm$) y corte ($V'm$) se utilizará de dos formas: por normativa o por resultado de un ensayo de prismas. La primera es exclusiva cuando se construyen conjunto de edificios, el cual se tomarán 3 pilas de muestras por cada 500 m²

De acuerdo a la norma E. 070 Albañilería, nos indica los siguientes criterios a mantener que deben obtener los ladrillos artesanales:

Tabla 1

Característica de la resistencia en albañilería

Tipo	Denominación	fb	fm	Vm
Arcilla	King Kong Artesanal	55 kg/cm ²	35 kg/cm ²	5.1 kg/cm ²

Nota: Características establecidas por la normativa E.070 Albañilería

Módulo de elasticidad y módulo de corte

En la normativa se expresa al E_m y G_m con fórmulas determinadas:

$$E_m = 500 \times f'm$$

Observamos que el módulo de elasticidad está determinado por la resistencia a compresión axial, el cual puede ser determinado por la norma o por un ensayo de pilas.

$$G_m = 0.4 \times E_m$$

Por último, la normativa nos indica que el módulo de corte está relacionado con su módulo de elasticidad, siendo está una parte de ello. Estos datos serán indispensables para ser reemplazadas en el programa Etab's que nos permitirá realizar el análisis del comportamiento estructural de la vivienda de acuerdo al tipo de resistencia añadida en el ladrillo.

Ensayo de resistencia a compresión axial

Realizar el análisis de una vivienda añadiendo la correcta resistencia de la albañilería con la que se construirá implica realizar un ensayo de pilas. Para este ensayo se utilizan un prisma de unidades de albañilería sentadas unas sobre otras el cual se pondrá con juntas con un valor mínimo de 10 mm y un valor máximo de 15 mm de espesor; posteriormente se aplicará una presión mediante una máquina especializada hasta el momento de su rotura.

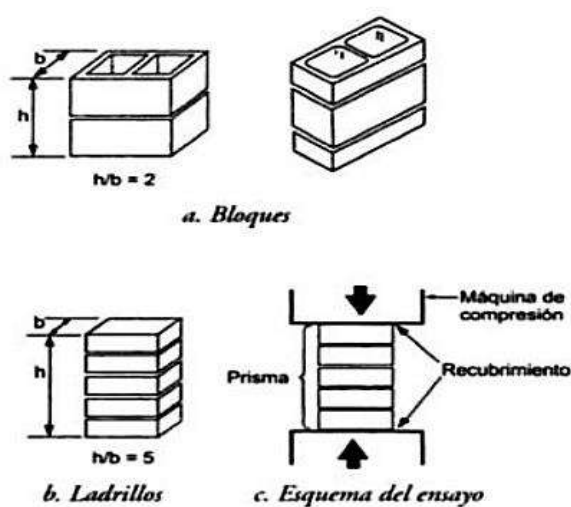


Figura 4. Modelo de pilas de albañilería (Tomado de Valdivia, 2021)

2.2.2.2 Criterios Estructurales

La cantidad de viviendas autoconstruidas aumento en años últimos, la mayoría edificados de albañilería confinada que se realizan sin control ni supervisión profesional tanto en el proceso constructivo como en la calidad de materiales.

La norma E.070 y E.030 del RNE nos indica ciertos criterios que deben cumplir para definir en el momento de utilizar el proceso constructivo de Albañilería Confinada. Entre las características que debe cumplir una edificación de este sistema es: rigidez, resistencia y ductilidad. De manera estructural la norma nos indica:

Simetría

En la realización de edificaciones es recomendable que se mantenga una simetría, puesto que mejorara el comportamiento de la vivienda frente a un sismo. Edificaciones que tienen los pisos similares actúan mejor sísmicamente. Un edificio no simétrico producirá una excentricidad entre su masa y rigidez. El no ser asimétrico provoca que solo algunas áreas se concentren mayor cantidad de cargas y al ocurrir un sismo este provocaría una torsión en su estructura.

Rigidez

Debe conocerse como la capacidad del edificio de oponerse a la deformación dada frente a una aceleración como un sismo. Entre más desplazamiento tenga la estructura de una edificación, mayor será el daño

Altura

Se pide no construir más de 3 pisos, puesto que si se realizara sería necesario un estudio de suelo, y de acuerdo a este dependerá si es posible construir más de 2 pisos en el lugar. En cuanto a la utilización del ladrillo artesanal según norma se pide construir un máximo de dos pisos.

Largo y ancho de la vivienda.

Según la norma peruana, una edificación no puede tener de largo, el cuádruple del ancho, esta frente a un terremoto traería deformaciones en su estructura

Distribución del centro de masa

Cuando una edificación no se encuentra centrada en su masa, es muy posible que solo ciertos lugares acumulen una carga superior, que frente a movimientos sísmicos puedan desestabilizar la estructura y provocar problemas de torsión.

2.2.3.2 Problemas estructurales y fallas

Torsión

Cuando las cargas de una vivienda no se encuentran correctamente distribuidas y por ende se presenta una mayor carga en uno de los lados de la edificación en proporción excesiva, es posible que el centro de masa de la edificación se encuentre lejos de su diafragma rígido; frente a la presencia de la aceleración de un sismo la vivienda se mantendría más rígida en cierto punto dándose una torsión.

Excesiva rigidez estructural

La realización de una edificación con exceso de rigidez mediante la creación de elementos estructurales de gran dimensión con la creencia de presentar una mejora en la estructura por completo, puede causar una estructura nada flexible; frente a un sismo la edificación no tendría una forma de disipar la energía presentada y por ende una falla que podría llegar al colapso de la misma.

Fallas en columnas

Frente a un sismo lo que usualmente ocurre en columnas es la falla por comprensión; el concreto no es resistente a la resistencia por ende se le añade el acero para que aumente su resistencia, pero siempre tendrá a fallar por el exceso de las cargas en edificaciones asimétricas. Otro tipo de fallos es por la mala colocación de los estribos en su estructura o un mal confinamiento.

Fallas en vigas

La ocurrencia de fallas en vigas es por un mal análisis en el momento flector, creándose luces muy extensas y fuera de norma creando como consecuencia un pandeo, y la ocurrencia de tensión diagonal.

2.2.3 Historia Sísmica

La tierra se encuentra en constante movimiento y cambio, los seres humanos no somos ajenos a esto, puesto que, así como ellos, nosotros hemos crecido en conocimiento y tecnología para adecuarnos a los eventos que se nos han presentado; es difícil controlar la fuerza de la naturaleza como los desastres naturales, pero es posible prevenir y controlar nuestras acciones, lo que realiza la tierra es liberar aquella energía acumulada y se manifiesta en ondas unas tras otras.

En la corteza de la tierra pueden ocurrir vibraciones en el suelo, esto es ocasionado por múltiples razones, pero el más identificado por los investigadores en sismología hace referencia al movimiento de las famosas placas tectónicas, dando como resultado energía liberada en forma de ondas de vibración que se desplazan desde el interior de la tierra a través de las rocas del subsuelo y llegando al suelo en forma de sismos. (Bazán y Meli, 2002)

La zona que podría ser más afectada en nuestro país es la costa, puesto que la placa de Nazca se encuentra próxima a la zona, mientras que el efecto del sismo irá disminuyendo en camino a la selva peruana hasta dejar de ser notorio.

2.2.3.1 Datos sísmicos ocurridos en Perú

En el Perú se hace seguimiento de los eventos sísmicos desde 1960, puesto que podemos encontrar una base de datos con los sismos ocurridos en esa fecha, esto sirve de guía para los próximos estudios de eventos sísmicos en nuestro país, así como los posibles efectos que tendrían en la población. También podemos encontrar en la base de datos del Instituto Geofísico del Perú en detalle los sismos ocurridos durante el 2020, así como la magnitud alcanzada y las ciudades que pudieron sentir su intensidad.

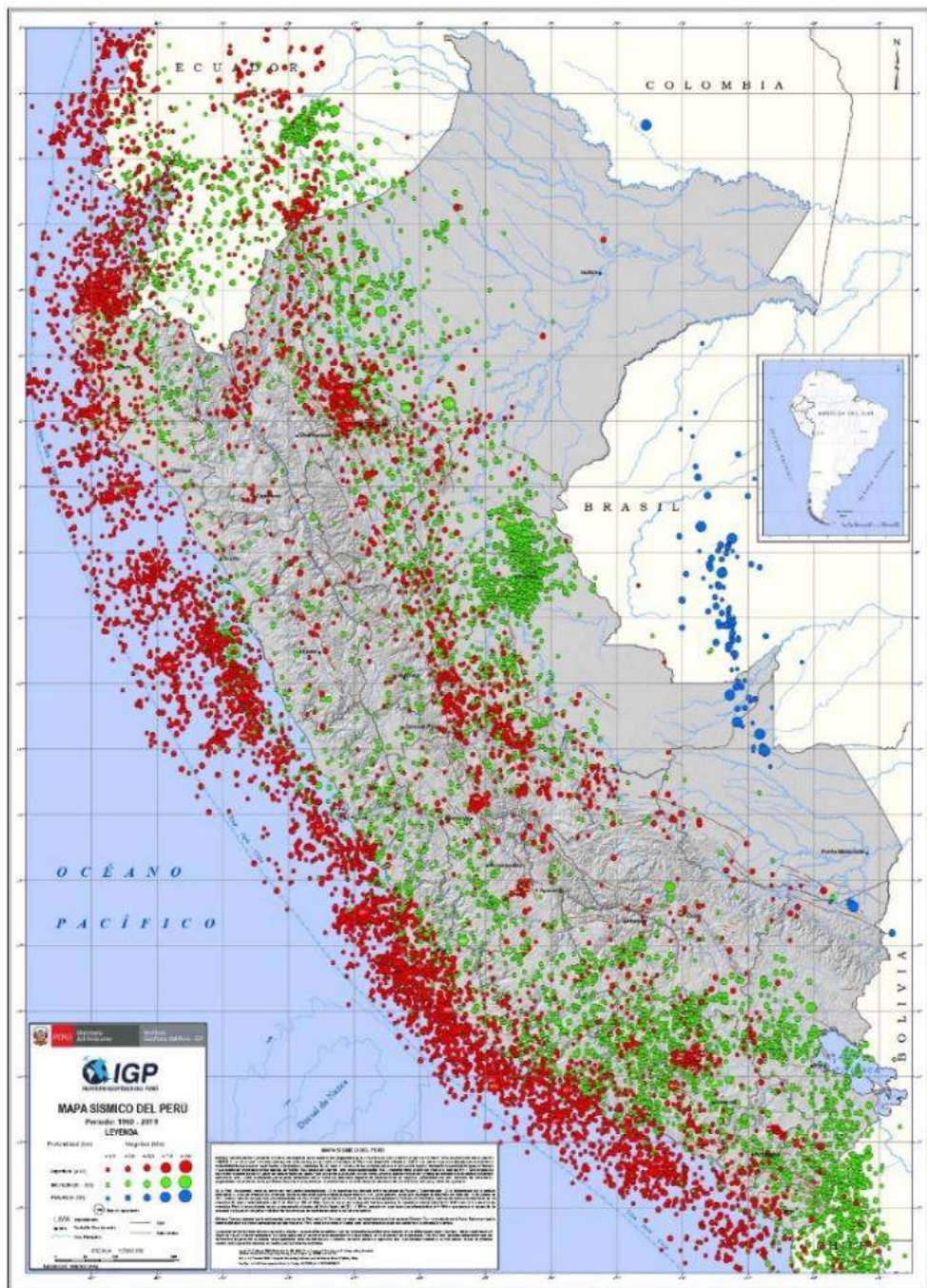


Figura 5. Mapa sísmico del Perú 1960 – 2019

Tomado del Sistema de Información para la gestión de Riesgo de Desastres

Nuestro país suele presentar sismos diarios que en su mayoría no logran sentirse por consecuencia de una baja intensidad, pero no por ello el Perú deja de ser visto como un país de alto riesgo sísmico. Es posible que dentro de unos años nos enfrentemos a uno de los sismos más fuertes que atravesará el país. Se habla mucho

del sismo ocurrió cada 500 años en promedio, el sismo de diseño, el último presentado en 1746. Los registros de eventos sísmicos nos ayudan a entender un poco más del comportamiento de estos y son expresadas en un buen diseño sísmico de viviendas.

Para entender el silencio sísmico hay que interpretar que, si en ciertas áreas o lugares han ocurrido sismo, es muy posible que nuevamente vuelva a ocurrir, especialmente a aquellas cercanas a la costa que son las de posible mayor peligro (Tavera, 2001).

Aunque Perú haya tenido pocos terremotos a lo largo del tiempo, muchas veces los sismos han dejado pérdidas económicas e incluso pérdidas humanas. Uno de los terremotos más importantes ocurridos en nuestro país es el de Pisco, que obtuvo una magnitud de 7.9; en Arequipa con 8.4 de magnitud, en Ica una fuerza de magnitud de 7.4 y Nazca con 7.4 de magnitud. En los últimos 5 años se puede observar un crecimiento en cuanto la cantidad de sismos:

Tabla 2

Número de sismos reportados entre 2018 - 2022

AÑO	2018	2019	2020	2021	2022
Cantidad total de sismos reportados	543	565	811	834	128 (hasta 04 de marzo)

Nota: Datos obtenidos del Instituto Geofísico del Perú en los últimos cinco años

Los terremotos ocurridos en una magnitud mayor a 8° en la escala de Richter trajo consecuencias enormes llevándose consigo cientos de vidas humanas, además de muchas viviendas colapsadas. En aquel entonces las edificaciones eran construidas con adobes y otras con quincha, muchas quedaron escombros. La zona

costera de Perú es una zona altamente sísmica y por tanto se producen mayores peligros sísmicos.

2.2.3.2 Datos sísmicos ocurridos cerca de Puerto Supe

La ocurrencia de los sismos en Perú es consecuencia de la posición geográfica en la que está, resultando ser común. El hecho de tener información pasada de los sismos ocurridos nos permite concientizar a los pobladores y realizar una planificación para a disminución de la vulnerabilidad en nuestras viviendas y disminuir el número de personas afectadas. En Puerto Supe existen zonas muy altas que podrían presentar un mayor movimiento de sus edificaciones frente a un sismo. Podemos encontrar viviendas construidas de ladrillo, adobe o material prefabricada; cada una actuaría de manera distinta frente a un mismo sismo.

Tabla 3

Sismos ocurridos en el 2019 y 2022 cercanos a Puerto Supe

FECHA	HORA	PROFUNDIDAD	MAGNITUD	REFERENCIA	INTENSIDAD
20-01-19	12:10:55	31	4.0	81 km al Oeste de Barranca, Barranca, Lima	-
29-01-19	20:45:23	40	4.0	79 km al Oeste de Barranca, Barranca, Lima	-
07-02-19	16:56:33	46	4.8	92 km Sur de Huarmey, Huarmey, Ancash	Barranca, Huaura, Puerto Supe
04-07-19	01:41:29	33	4.2	18 km Oeste – SO Huacho Huaura, Lima	II Huacho, Barranca, Puerto Supe
16-01-20	18:45:27	81	4.4	3 km Nor-Este de Supe Puerto, Barranca - Lima	III Supe Puerto, Barranca

18-02-20	14:59:05	36	3.9	61 km al Sur - Oeste de Supe Puerto, Barranca - Lima	
02-09-20	20:27:54	39	4.2	49 km al SO de Puerto Supe, Barranca - Lima	III-IV Supe Puerto
05-02-21	18:55:15	36	4.8	62 km al Oeste SO de Supe Puerto, Barranca - Lima	IV Supe Puerto
29-09-21	17:40:41	29	3.6	47 km al Sur-Oeste de Supe Puerto, Barranca - Lima	III Supe Puerto
05-02-22	05:04:38	51	4.3	11 km al SO de Supe Puerto, Barranca - Lima	

Nota: Datos obtenidos del Instituto Geofísico del Perú

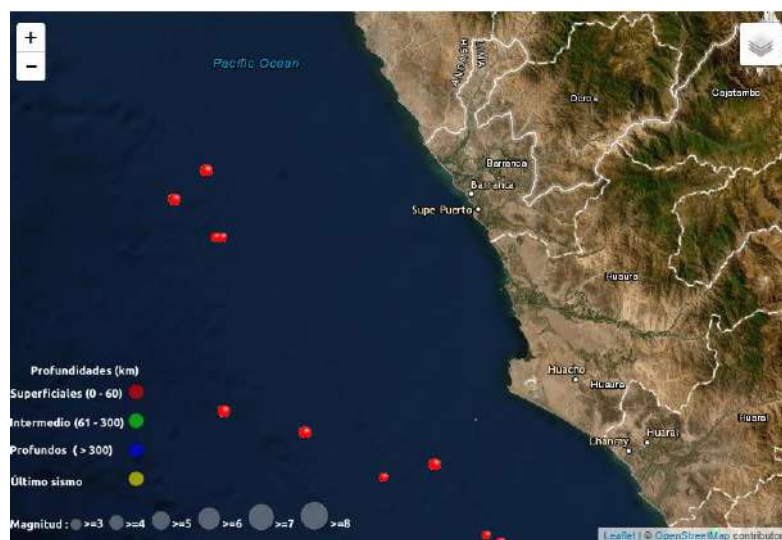
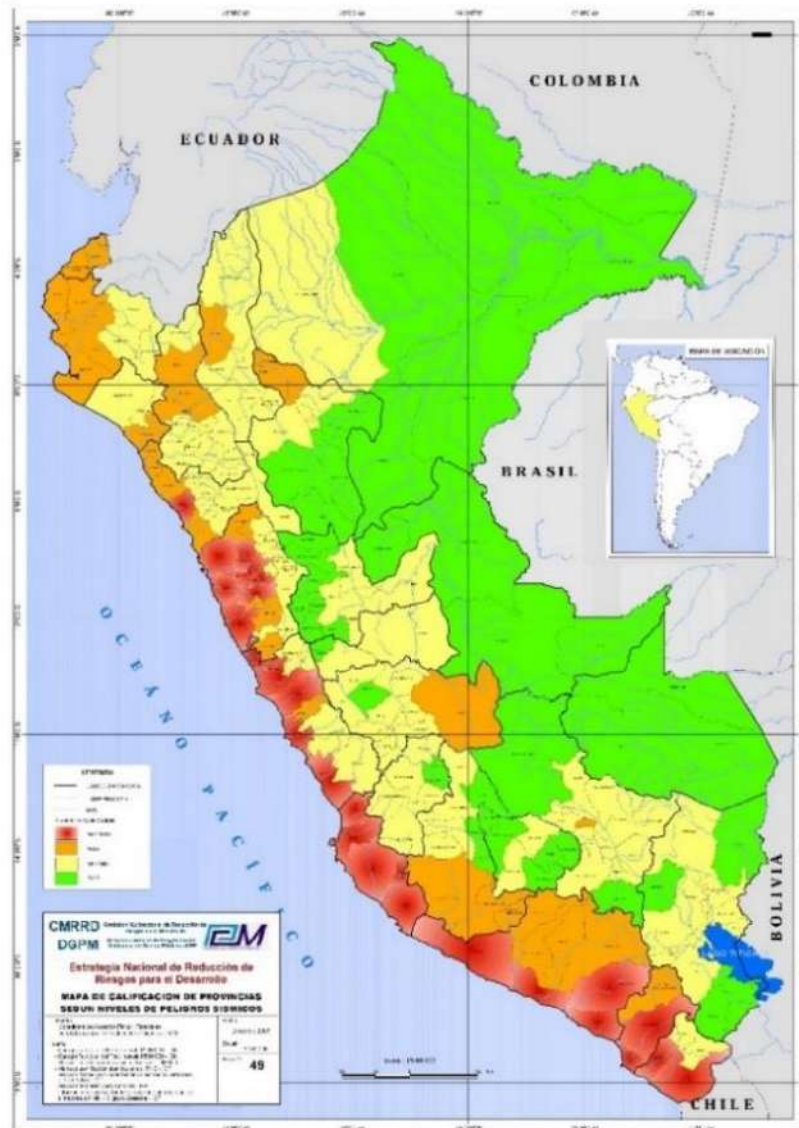


Figura 6. Sismos ocurridos en el 2020 cercanos a Puerto Supe
Tomado de Instituto Geofísico del Perú

2.2.3.3 Peligro sísmico

La realización de una obra es calcular el posible daño que ocasionaría el sismo sobre ellas, así como estimar el nivel de daño y prevenir futuros desastres. Los niveles de daño que pueden ser ocasionados por un fenómeno hacen referencia a la vulnerabilidad del objeto, esta consistirá de diversos factores, se le considera diversos criterios de vulnerabilidad.

El riesgo sísmico se encuentre en todo tipo de estructura, es por eso que es necesario realizar un estudio de las viviendas para disminuir su vulnerabilidad en ellas y así prevenir el grado de riesgo sísmico. (González, 2018)



*Figura 7. Clasificación de peligros sísmicos por provincia
Tomado de CMRRD*

Entre algunos criterios de vulnerabilidad en las edificaciones podremos determinar: mala calidad de los materiales, poco mantenimiento en las viviendas, proceso constructivo deficiente, ubicación incorrecta de la edificación, ninguna supervisión técnica por profesionales

2.2.4 Comportamiento estructural

La obtención de un correcto comportamiento estructural está determinada por la rigidez, ductilidad y resistencia.

Rigidez estructural

Es la capacidad del edificio de oponerse a la deformación

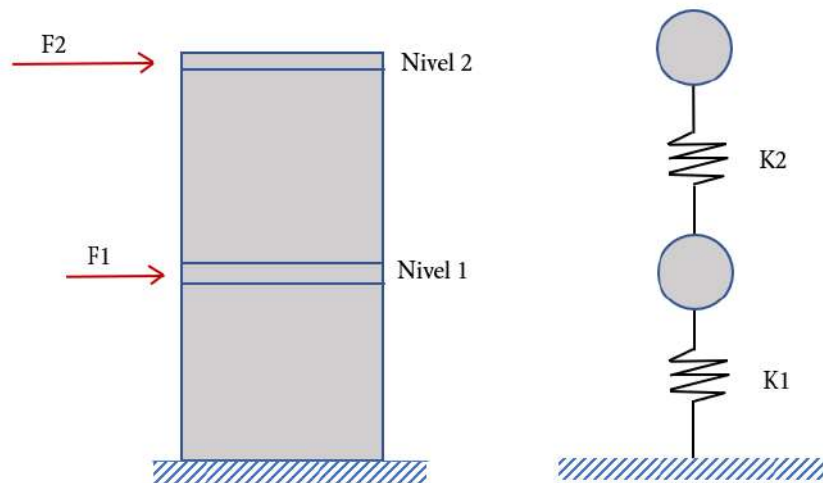


Figura 8. Rigidez de una estructura

Resistencia de una estructura

La fuerza máxima que soporta el edificio en el rango inelástico es la resistencia de la estructura.

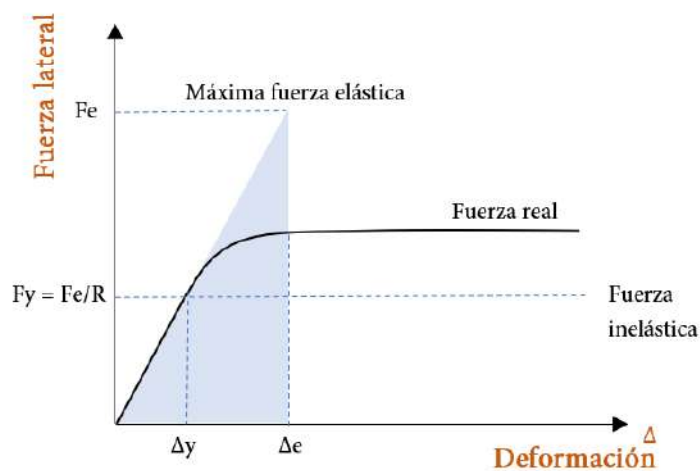


Figura 9. Curva de capacidad de la estructura

Ductilidad

Se señala que un edificio no colapsa cuando el sismo supera la resistencia, sino cuando la ductilidad estructural de la estructura es superada por la ductilidad demandada

2.2.4.1 Normativa E.030 Diseño Sismorresistente

Ecuación dinámica de movimiento.

Esto se puede idealizar como un edificio de un solo piso, que, por consecuencia de una fuerza del movimiento del terreno creado por un sismo, se ha inclinado a un lado creando un desplazamiento notorio de manera horizontal, entonces podemos determinar el desplazamiento total de la siguiente manera:

Muchas otras fuerzas estarán involucradas en la estructura, tendremos aquellas que se oponen al movimiento y otras aquellas que se oponen a la misma. Entre las que se oponen al movimiento son: Fuerzas de inercia puesto que la masa cambia de posición (F_i), Fuerzas de amortiguación, donde esta fuerza se opone por velocidad (F_c) y fuerzas elásticas por la misma estructura que se verá afectado por la su rigidez y desplazamiento (F_k).

$$F_i + F_c + F_k = F_{externa}$$

$$m\ddot{\Delta} + c\dot{\Delta} + k\Delta = F_{externa}$$

Sin olvidar mencionar la fuerza que ocurre en el movimiento del suelo, obtenemos:

$$m\ddot{\Delta} + c\dot{\Delta} + k\Delta = -m\ddot{\Delta}_s$$

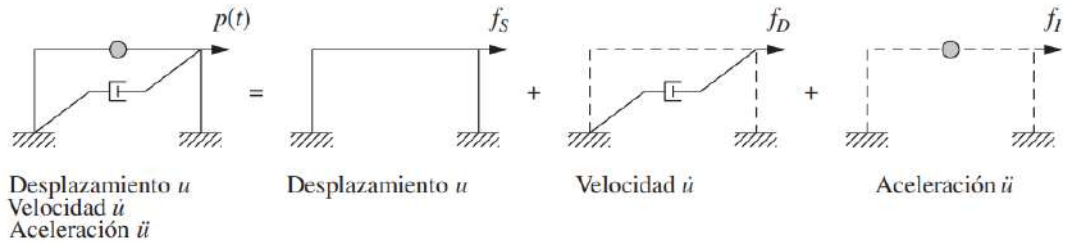


Figura 10. Relación entre desplazamiento, velocidad y aceleración de un sistema
Tomado de Chopra, 2014

Según Chopra, (2014): “Cada elemento estructural de la estructura contribuye a las propiedades inerciales, elásticas y de disipación de energía”, asimismo Bazán y Meli (2002) señala a la mampostería como un material de pobre reputación al ser utilizado como un material importante frente a la resistencia a sismos.

Toda edificación sufre por consecuencia del sismo un desplazamiento, la edificación no vuelve a su estado inicial luego de este suceso, pero de acuerdo a la norma E030 para un sistema de Albañilería confinada que el desplazamiento no debe pasar el 0.005

Periodo

Para poder desarrollar el análisis, es necesario hallar mi Periodo Fundamental, esta será base para hallar el proceso del análisis del comportamiento de la edificación.

El periodo es el punto de partida para poder realizar el análisis sísmico; es el tiempo que tarda, demora, una estructura en cumplir un ciclo completo. Es decir, del punto donde comienza es el punto donde terminará.

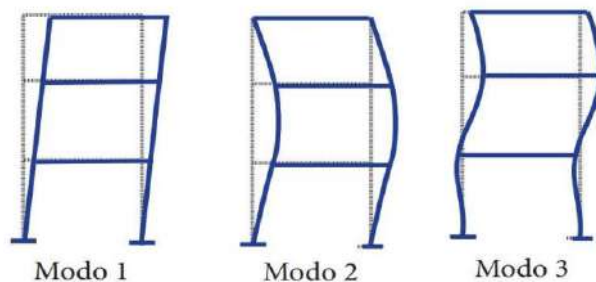


Figura 11. Modales de un sistema

Cuando se presenta una vibración libre es porque la posición que se encontraba en reposo y equilibrio ha sido sacada de su estado estático y luego se dejará vibrar si ningún factor dinámico exterior.

El periodo depende únicamente de la masa y rigidez. Cuando se habla de periodo se refiere a un movimiento libre, es decir sin amortiguamiento:

$$m\ddot{\Delta} + k\Delta = 0$$

$$\frac{m\ddot{\Delta}}{m} + \frac{k\Delta}{m} = \frac{0}{m}$$

$$\ddot{\Delta} + \frac{k\Delta}{m} = 0$$

Recordando que:

$$\frac{k}{m} = \omega^2$$

$$\sqrt{\frac{k}{m}} = \omega$$

Periodo:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

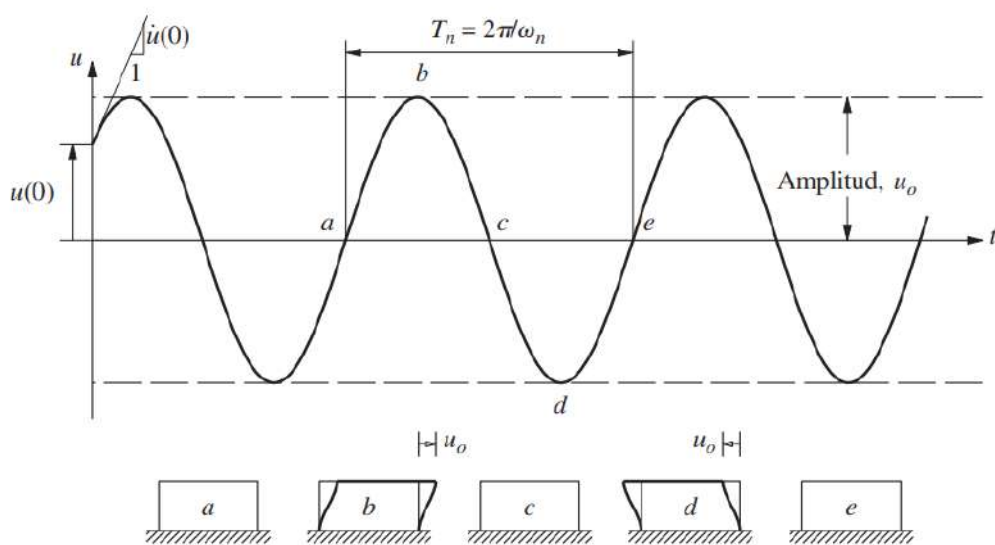


Figura 12. Vibración libre de un sistema

Tomado de Chopra, 2014

Para calcular un análisis no se basa en magnitudes, sino en aceleraciones. De acuerdo a la norma E030 de Diseño Sismorresistente, existen 4 tipos de zonas que con características que difieren entre sí en un sismo. Mediante el factor sísmico se determina el nivel de peligro sísmico del área donde se construya.



Figura 13. Zonas Sísmicas del Perú
Tomado de la norma E.030 Diseño Sismorresistente

Lo que se busca para el análisis es la aceleración sísmica que presentará.

$$a_{s\acute{m}ica} = C \cdot Z \cdot S \cdot U$$

Donde:

Coefficiente sísmico (C)

El coeficiente del factor de vibración, calculado del análisis modal, será determinado por la siguiente formula:

$$C = \frac{0.8}{(T/T_s) + 1}$$

Donde los valores indicados son:

T = El periodo calculado de la edificación

T_s = Periodo ocurrido en el suelo

Factor de Suelo (S)

Este factor será calculado con los parámetros de nuestra norma, donde determina el factor en nuestro de acuerdo al suelo. En este caso los factores serán de 1.0, 1.2 y 1.4 en la clasificación de Suelo I, Suelo II y Suelo III respectivamente (E030 Diseño Sismorresistente)

Factor determinante de la importancia (U)

Dependiendo de la construcción que se desea realizar, estas se encuentran en categorías distintas grupadas por características similares y serán determinadas por un Factor de uso. En esta tesis se realizará el estudio de las edificaciones comunes, obteniendo un factor de 1.0. (E030 Diseño Sismorresistente)

Determinamos la fuerza sísmica como:

$$F_{sismica} = C.Z.S.U.P_e$$

Donde:

Peso (P_e)

Esto está referido con el peso obtenido de la estructura. Una vez obtenido mi fuerza sísmica, es necesario utilizar solo un porcentaje de aquello, puesto que si todas las edificaciones se realizaran con esta fuerza tendríamos construcciones de grandes

dimensiones para poder resistir este sismo, el sismo raro. Es por ello que se ha creado la fuerza de diseño:

$$F_{diseño} = \frac{C.Z.S.U.P_e}{R}$$

Siendo:

Coefficiente de reducción (R).

Este factor determina el comportamiento de la deformación de la rotura con el límite elástico, dependerá del tipo de sistema utilizado en la estructura. Puede verse afectado por ciertos factores de Irregularidad.

Comportamiento sísmico

En un evento sísmico el suelo tiende a manifestar en movimientos en forma de ondas desplazadas en ambas direcciones, por ende, las edificaciones que están sobre el suelo serán afectadas por este movimiento, el cual por obligación tenderá a realizar lo mismo, pero la edificación por su manera estructural querrá oponerse a este movimiento, la forma en que se comporte dependerá del tipo de edificación, suelo en el que se encuentra, la zona ubicada y tipo de estructura. El cambio brusco que ocasiona el sismo en las edificaciones, es por consecuencia de las fuerzas de inercia.

El edificio en su base no querrá ser desplazada y seguir el movimiento de su base. Se presentarán las fuerzas de inercia y estas fuerzas por consecuencia de las vibraciones donde se encuentra la masa del edificio se transmitirá a través de toda la estructura. (Bazán y Meli, 2002)

Sistema de un grado de libertad. Para analizar el comportamiento sísmico de una completa edificación de varios pisos, debemos tomarlo como un todo, es por eso que se tomará como un solo grado de libertad, idealizaremos nuestra estructura el cual será constituido por una masa concentrada final y un elemento de cierto grado

de rigidez. El sistema idealizado, se presenta por medio de tres componentes principales; la masa, la rigidez y el amortiguamiento. Integrarnos en este sistema, implica conocer la forma básica en la dinámica estructural.

2.2.4.2 Análisis sísmico estático

Para poder analizar mi estructura en un nivel estático, es necesario calcular la Cortante Basal Estática (E.030 Diseño Sismorresistente, 2018)

$$V_e = \frac{C.Z.S.U}{R} \cdot P_e$$

Considerando:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Según la norma, refiere que, para hallar la fuerza lateral en cada piso, es necesario aplicar ciertas fórmulas:

$$F_i = \sigma \cdot V_e$$

Donde:

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

Una vez hallado, se calculan ciertas fuerzas laterales incluidas en cada piso de la edificación. Lo importante es hallar el peso correspondido en el centro de cada piso del edificio

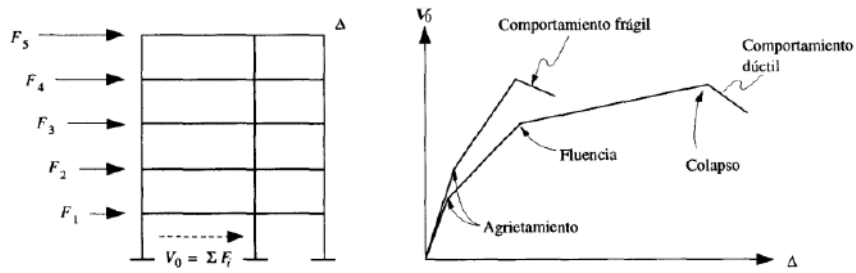


Figura 14. Relación carga - deformación de una estructura

Tomado de Bazán y Meli, 2002

2.2.4.3 Análisis Sísmico Dinámico

En todos estos años el hombre ha estudiado el comportamiento de distintas edificaciones frente a los sismos, puestos que no todos se comportarán de la misma manera. Todas estas señales sísmicas han sido diseñadas por consecuencia de sismos pasados en nuestro Perú para crear nuestro diseño de espectros.

Espectro de aceleración.

Se trabaja la respuesta en su aceleración – tiempo. Por medios de estudios de la norma nos indicó que se puede amplificar la aceleración hasta un 2.5

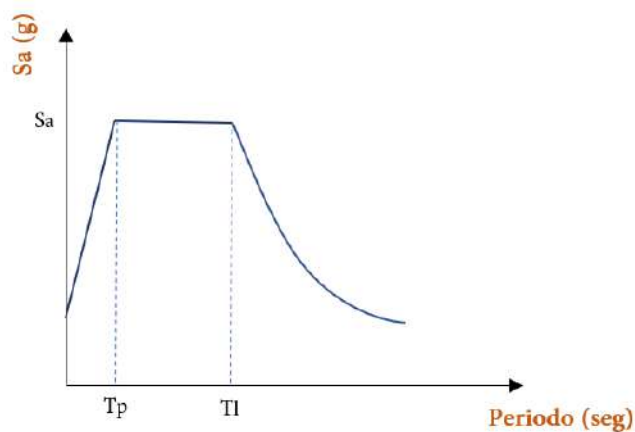


Figura 15. Espectro de aceleraciones

Según (E.030 Diseño Sismorresistente, 2018), nos indica que la Aceleración espectral será:

$$S_a = \frac{C.Z.S.U}{R} \cdot g$$

Para representar este análisis se deben realiza con tres tipos de grados de libertad para determinar su rigidez lateral.

2.2.5 Centro Poblado Blanca Varela

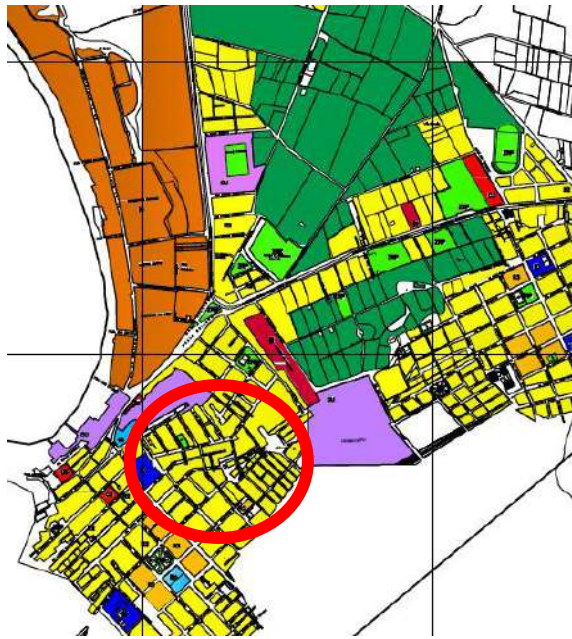


Figura 16. Zonificación especificada en Centro Poblado Blanca Varela
Tomado de la Municipalidad Distrital de Puerto Supe

Es uno de los Centros Poblados de Puerto Supe, Barranca, Lima



Figura 17. Vista satelital del Centro Poblado Blanca Varela
Tomado de Google Maps 2022



Figura 18. Viviendas de los habitantes del Centro Poblado Blanca Varela

2.3. Bases filosóficas

2.3.1 Filosofía de la ingeniería

Las carreras de ingeniería forman profesionales encargados de poder encontrar soluciones a problemas, diseñar estrategias y fomentar el desarrollo; la carrera de ingeniería, al igual que otras carreras, fueron impulsadas por un origen, basado en las ideas filosóficas de la ciencia y tecnología. De acuerdo a Jaramillo (2014) “The Empirical Turn in the Philosophy of Technology” es una de las primeras investigaciones relacionadas a la filosofía de la tecnología, del cual sería un punto de partida en la filosofía de la ingeniería; a partir de ello, se escribe Engineering Philosophy, el cual está basado en la filosofía de la ingeniería.

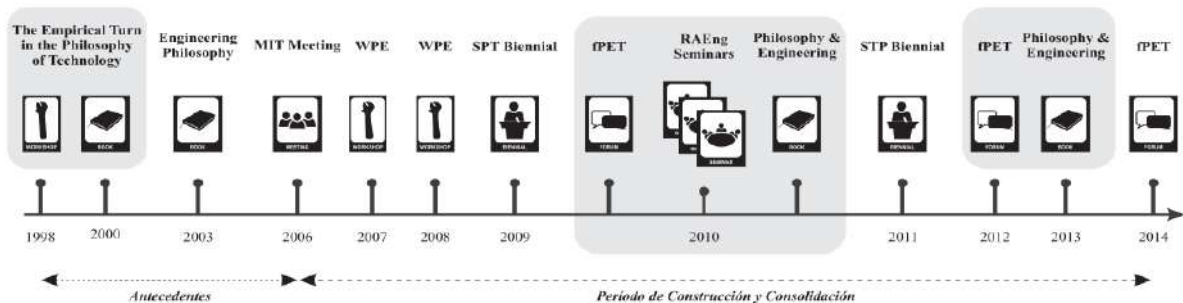


Figura 19. Línea del Tiempo sobre la Filosofía de la Ingeniería

(Tomado de Jaramillo, 2014)

De esta manera, los artículos o libros publicados dieron como consecuencia la continuación nuevas investigaciones y taller relativos a la filosofía.

2.3.1.1 Filosofía de la ingeniería estructural

El desarrollo de un cálculo estructural requiere de un pensamiento crítico y reflexivo utilizando los conocimientos esenciales, principios, fundamentos y leyes.

Se considera importante el cálculo de las estructuras, la comprensión de sus mecanismos resistentes, sus funciones, principios, los fenómenos inherentes, la reflexión (filosofía) sobre los éxitos y fracasos, relacionados con la seguridad de las estructuras, métodos de cálculo y sistemas constructivos (Benítez, 2020, p. 2)

De acuerdo a Benítez, (2020), la ingeniería estructural se basa en principios que forman parte de la dialéctica de la ingeniería; destacando los más importante, estos principios se basan en un análisis teórico, empírico y filosófico:

Las funciones principales de la ingeniería y profesión de Ingeniero Estructural.

- El proceso de diseño estructural: proceso dialéctico de aproximaciones sucesivas
- Los códigos de un ingeniero: equilibrio entre la experiencia práctica y teórica.
- El diseño de modelos físicos: abstracción y concreción
- La estructura como un sistema conjunto y por partes
- La seguridad y el riesgo en la Ingeniería Estructural

“El ingeniero debe dominar la esencia, los principios científicos y filosóficos de las estructuras, para luego calcularlas, diseñarlas y construirlas” (Benítez, 2020).

Tal como lo mencionan los autores, un ingeniero debe ser un ser ético, con principios, guiados por la metodología científicas y capaz de ser un ente que quiere el desarrollo de la sociedad donde se encuentra.

2.4. Definición de términos básicos:

2.4.1 Albañilería: Es uno de los métodos más usados para la realización de estructuras con la utilización del ladrillo.

2.4.2 Ladrillo artesanal: Son unidades de albañilería creados de manera no industrial, construidas en hornos tradicionales. Referidas a bloques que, en su mayoría, son sólidas y que su dimensión permite manipularlo con una sola mano.

2.4.3 Sistema Constructivo: Son tipos de pautas, normas, técnicas para la realización de obras.

2.4.4. Viviendas: Edificaciones construidas por un grupo de personas para formar un lugar de subsistencia y protección.

2.4.5 Comportamiento estructural: Es la forma que una estructura responde de manera sísmica encontrando sus características o cualidades mediante resultados

2.4.6 Resistencia: La capacidad que tiene un objeto para poder soportar ciertos esfuerzos en su estructura, sin llegar a quebrarse o romperse.

2.4.7 Rigidez: Es la capacidad del edificio de oponerse a la deformación

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general

La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela cumple con la normativa E.030 Diseño sismorresistente

2.5.2. Hipótesis específicas.

La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela cumple con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería de 35 kg/cm^2

La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal influye en la rigidez del comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela

La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso está relacionada en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela.

2.6. Operacionalización de las variables

Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL LADRILLO ARTESANAL	La resistencia a la compresión del ladrillo artesanal es la evaluación del objeto sometido a fuerzas determinadas, específicamente: un fuerza sobre el ladrillo; la resistencia del ladrillo conforma la resistencia de los muros en su conjunto (Abanto, 2014)	La resistencia a la compresión del ladrillo artesanal se determina mediante el resultado de ensayos que puedan indicar si se encuentran dentro de los parámetros estándar de la normativa peruana	Resistencia a la compresión axial	Ensayo de resistencia a la compresión en Pilas de Unidades de Albañilería (f ^m) - NTP 399.605:2018

Variable Dependiente

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL UNA VIVIENDA	El comportamiento estructural de una vivienda es la composición de estructuras conectadas entre sí, el comportamiento que expresa se detona en el movimiento de la conexión de los muros con el diafragma, la distribución proporcional de la fuerza cortante de su base a los pisos (Abanto, 2014)	El comportamiento estructural de una vivienda es el resultado final de cálculos estructurales en coordinación con la normativa peruana, donde sus resultados deban cumplir con los resultados estándar.	Comportamiento Estructural	Derivas Desplazamientos Periodos Rigidez
			Aplicación del NTP E.030 Diseño Sismorresistente	Viviendas de categoría C Sistema de Albañilería Zona 4

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo De Investigación

Cuando el objeto de estudio se encarga de enviar lo teórico a lo práctico, nos referimos a un estudio de tipo aplicado, enfocado en el planteamiento de problemas que requieran soluciones inmediatas mostrándonos resultados específicos (Baena, 2017).

Por ello, el tipo de estudio para esta investigación es de tipo aplicado.

3.1.2. Diseño de Investigación

La investigación es de diseño no experimental, puesto que nuestras variables no son manipuladas de forma intencional. Cuando el investigador decide realizar un experimento, premedita la exposición de las variables para la evaluación de sus efectos, pero en cambio, una investigación no experimental no premedita la situación, solo se encarga de observar y analizar los resultados obtenidos (Hernández et al., 2014).

3.1.3. Nivel de Investigación

De acuerdo a Hernández et al., según las investigaciones explicativas: “Están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (2014, p. 95). Por ende, están centrados en explicar los hechos y las condiciones en la que se desenvuelven o el porqué de las relaciones entre las dos variables

El nivel utilizado en esta investigación es explicativo

3.1.4. Enfoque de la Investigación

Estudiar un problema teniendo como objetivos la evaluación de su variación, descripción de sus patrones, identificación de diferencias y calculación de resultados nos hace enfocarnos en una investigación cuantitativa (Hernández et al., 2014). Asimismo, Baena (2017) explica que los objetos de estudios son de forma subjetiva con el objetivo de realizar teorías basadas en hechos estudiadas anteriormente, con la finalidad de explicar la causa de fenómenos.

Por ellos, el enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo, puesto que se determinará y analizará datos de resultados.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Para este trabajo de investigación la población está determinada por el conjunto de viviendas del centro poblado Blanca Varela, Puerto Supe, Barranca, Lima.

3.2.2. Muestra

Para este trabajo de investigación la muestra está conformada por una vivienda de dos pisos edificada de un sistema constructivo de albañilería con ladrillos artesanales del centro poblado Blanca Varela, Puerto Supe, Barranca, Lima.

3.3. Técnicas de recolección de datos:

3.3.1. Técnicas a empleadas:

La técnica utilizada fue la observación, asimismo obtuvimos datos a partir de ensayos realizados en la investigación.

Análisis documental, evaluación y procesamiento

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Observación	Ficha de Observación bibliográfica
	Ficha de observación de campo
Ensayo de resistencia a la compresión en Pilas de Unidades de Albañilería (f ^o m)	Máquina de ensayo de resistencia a compresión

3.4. Técnicas para el procesamiento de información:

Evaluación y procesamiento de datos. Desarrollo de los cálculos en softwares a modo de prueba o versión de prueba.

- Microsoft Excel
- Etab's 2016
- AutoCAD 2018

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Aspectos Generales

4.1.2. Descripción del proyecto

La investigación se centró en la recopilación de la información de una vivienda ubicada en el centro Poblado Blanca Varela, distrito de Puerto Supe, provincia de Barranca, Departamento de Lima.

Para la proximidad de los resultados en el estudio del comportamiento estructural del proyecto, se determinó la resistencia real del ladrillo con el cual se edificó la vivienda, luego se analizó con un sistema de albañilería siguiendo los parámetros que la normativa permitía. Una vez obtenido los resultados, se registró los datos en el programa Etab's que se encargó de hacer el análisis de sus principales indicadores. Los valores obtenidos de los ensayos fueron analizados con los valores estándares mínimos que la normativa peruana establece, el cual se determinó una comparación entre los resultados arrojados por el análisis estructural en el programa. Se determinó en valores de porcentajes las variaciones entre los datos arrojados por el programa Etab's, como así también la variación de la resistencia del ladrillo artesanal con la normativa E070 Albañilería.

4.1.3. Descripción arquitectónica

La vivienda es de un terreno rectangular de 13.79 m y 7.67 m, con un área de 105.8 m². La altura del proyecto desde el piso hasta el techo es de 2.70 m.

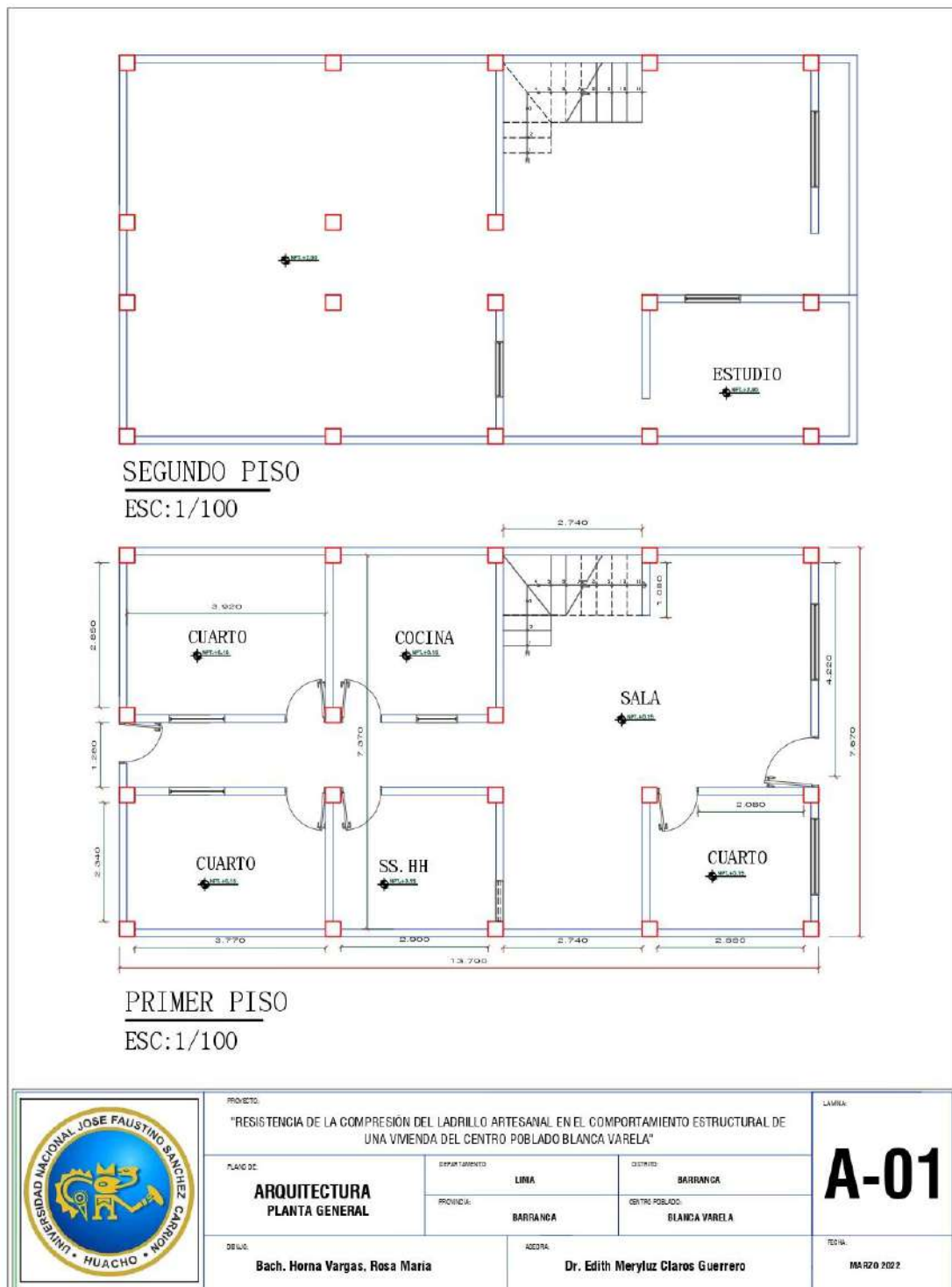


Figura 20. Plano arquitectónico del proyecto

4.1.4. Descripción estructural

De acuerdo a las mediciones de la vivienda, se consideraron dos tipos de columnas a los cuales nombramos C1(0.30m x 0.30m) y C2(0.30m x 0.15m). También se determinó tipos de vigas: V1(0.25m x 0.60m), V2(0.25m x 0.30m), V3(0.25m x 0.20m), VS(0.20m x 0.20m) y la dirección de losa de acuerdo al plano:

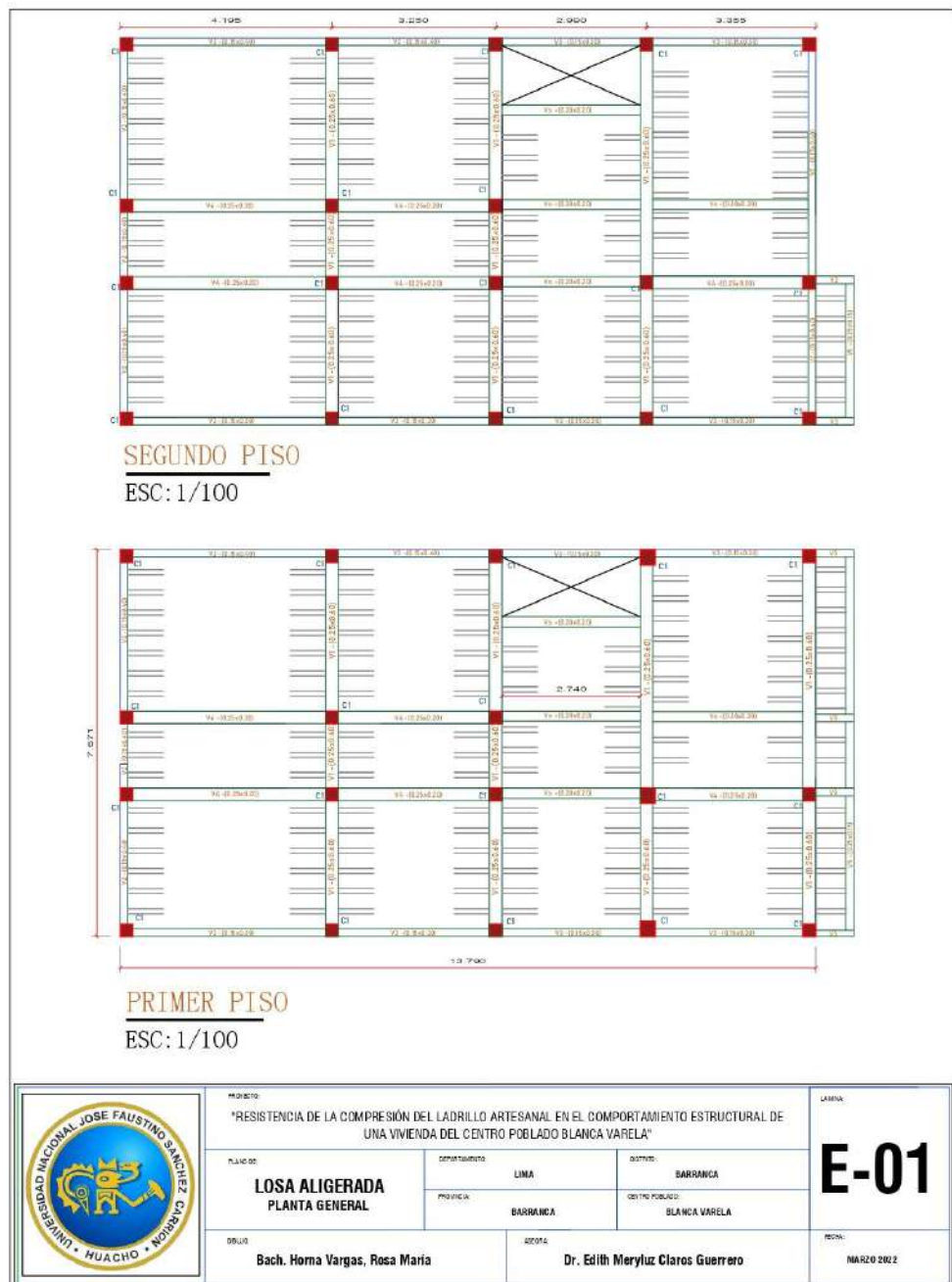


Figura 21. Plano estructural del proyecto

4.1.5. Resistencia del ladrillo artesanal

Los materiales utilizados fueron los ladrillos artesanales fabricados en la zona, el cual se analizaron mediante un ensayo de resistencia a compresión axial. Los siguientes resultados:

Tabla 4

Resultados de ensayo de la resistencia del material de albañilería

CARACTERÍSTICAS	M – 1	M – 2	M – 3
Ancho (cm)	11.4	11.3	11.3
Largo (cm)	21.0	21.2	21.1
Altura (cm)	42.1	42.1	42.1
Resistencia a la compresión (kg/cm^2)	22.7	24.2	26.2

Nota: Resultados del ensayo propio de los ladrillos Yoshi

De acuerdo a la tabla 4, se observó que los resultados de la resistencia compresión en tres muestras con los valores de 22.7 kg/cm^2 ; 24.2 kg/cm^2 y 26.2 kg/cm^2 no se aproximan a una resistencia de 35 kg/cm^2 , el cual es el que la normativa E0.70 Albañilería establece como valor mínimo estándar.

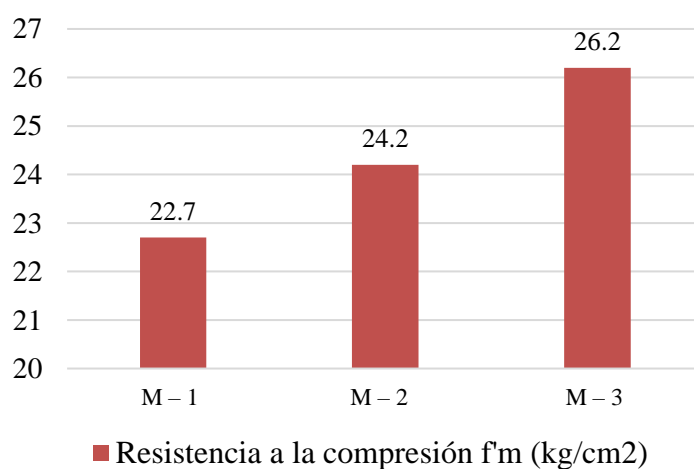


Figura 22. Resistencia a la compresión f'm (kg/cm^2)

Tabla 5*Características del ladrillo artesanal según norma*

Tipo	Denominación	f_b	f_m	V_m
Arcilla	King Kong Artesanal	55 kg/cm^2	35 kg/cm^2	5.1 kg/cm^2

Nota: Datos obtenidos de la norma E.070 Albañilería

Las muestras obtuvieron tres resultados distintos y alejados a los valores estándares de la norma E.070 Albañilería. Para la realización de la modelación del Etab's se calculó un valor único de los resultados de las muestras.

Tabla 6*Desviación estándar de las resistencias de los ladrillos artesanales Yoshi*

MUESTRA	Largo (cm)	Altura (cm)	Espesor (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (KN)	Resistencia
M1	21	11.4	42.1	239.4	48	22.7
M2	21.2	11.3	42.1	239.6	51	24.2
M3	21.1	11.3	42.1	238.4	55	26.2
Promedio						24.37
Desviación Estándar						1.756
Coefficiente de variación (%)						7.206
f'm (kg/cm²)						22.61

Nota: Cálculo de la resistencia general de los resultados del ensayo propio de los ladrillos

Según los resultados de la muestra, la desviación estándar nos mostró un valor de 22.61 kg/cm^2 de las resistencias de las muestras, el cual se utilizó para compararse con la normativa E.070 Albañilería.

4.1.6. Modelamiento de la estructura en Etab's

De acuerdo a las medidas recolectadas de la vivienda estudiada, se procedió a modelar la vivienda en el programa Etab's, tratando de hacer las medidas tanto de las columnas, vigas u otros de la manera más fiel a su estructura.

Niveles:

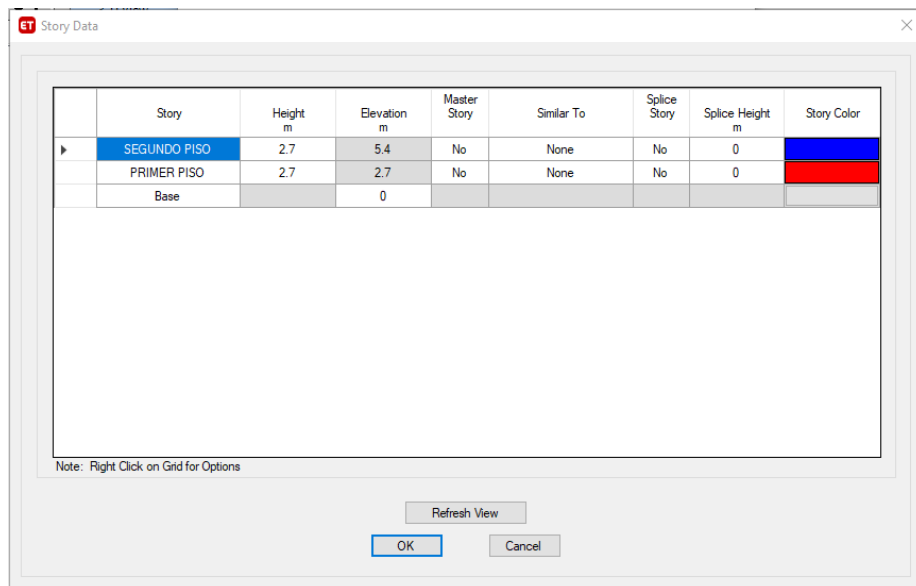


Figura 23. Niveles de la estructura

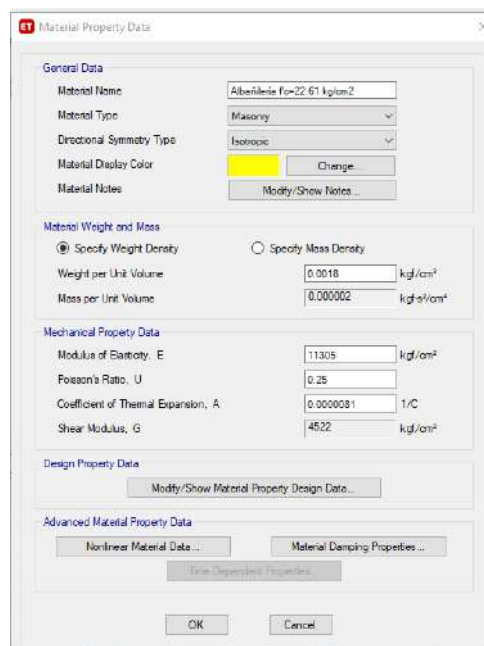


Figura 24. Definición del material de albañilería f'm=22.61 kg/cm²

Para el cálculo del módulo de elasticidad (E_m) y el módulo de Corte (G_m), se utilizó lo indicado por la normativa E 0.70 Albañilería:

Módulo de elasticidad:

$$E_m = 500 \times f'm$$

$$E_m = 500 \times 22.61$$

$$E_m = 11305 \text{ kg/cm}^2$$

Módulo de corte:

$$G_m = 0.4 \times f'm$$

$$G_m = 0.4 \times 22.61$$

$$G_m = 0.4 \times 11305$$

$$G_m = 4522 \text{ kg/cm}^2$$

- Concreto

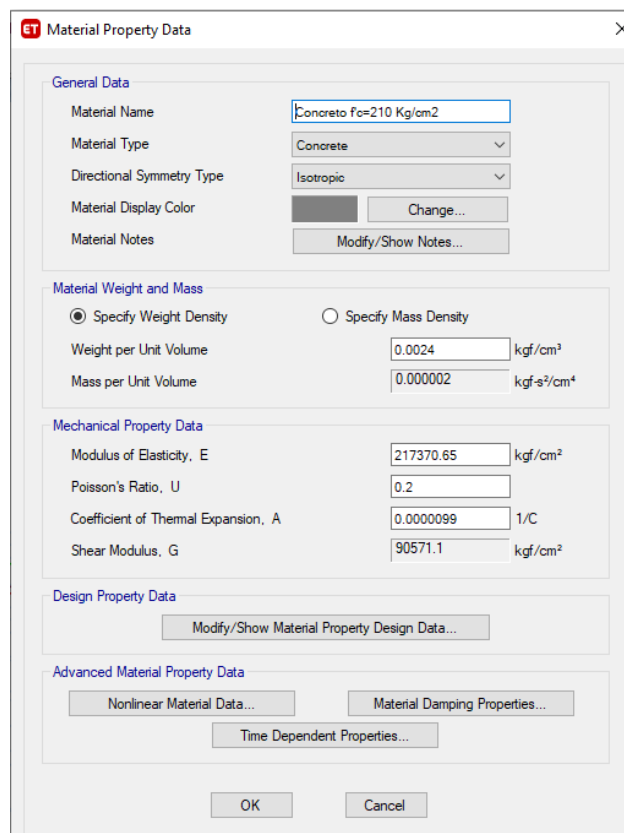


Figura 25. Definición del material de concreto f'c=210 kg/cm2

Definición de elementos estructurales

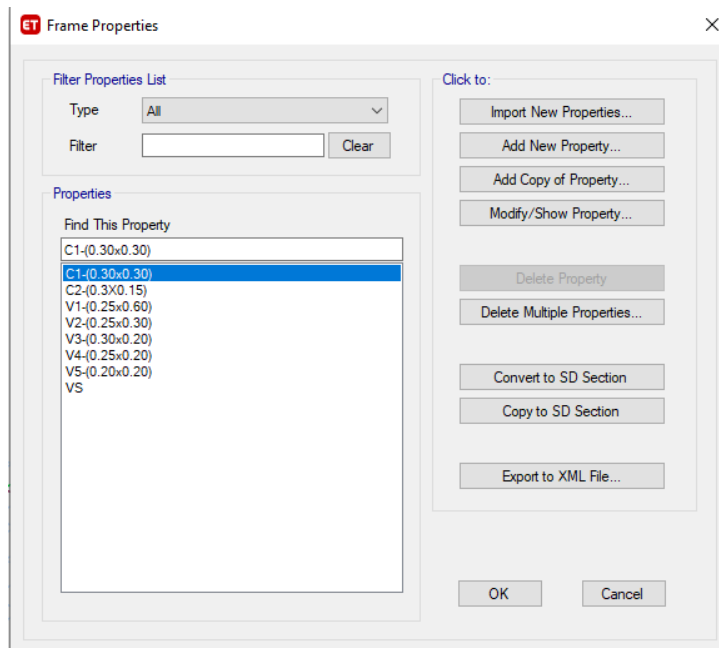


Figura 26. Definición de columnas y vigas en la estructura

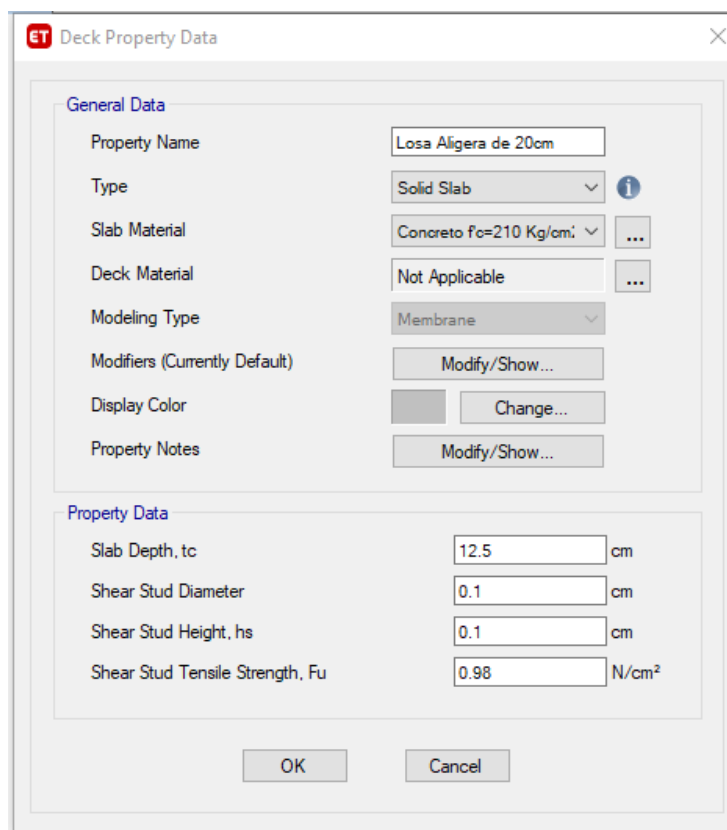


Figura 27. Definición de la losa aligerada

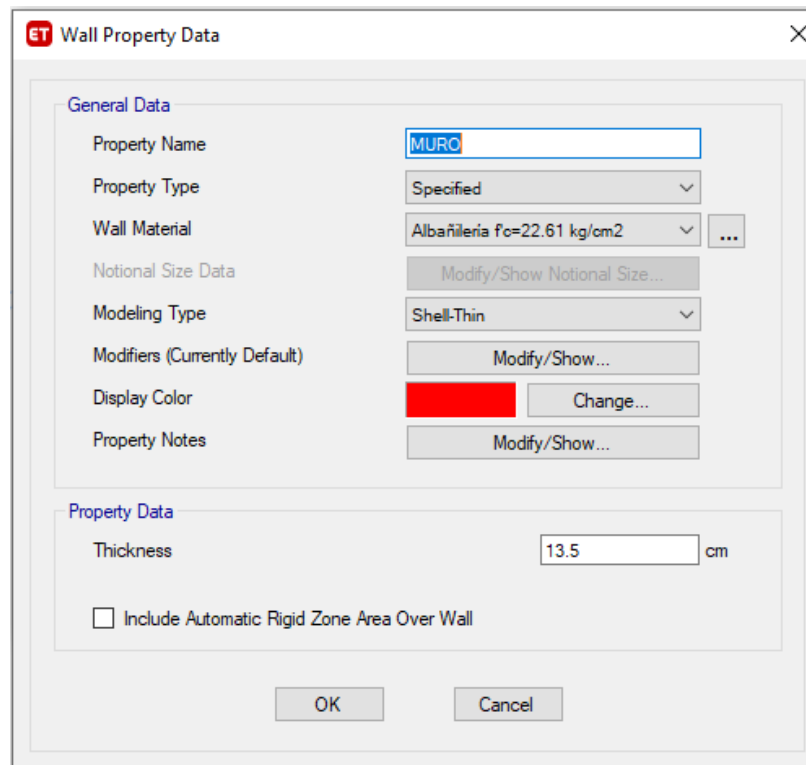


Figura 28. Definición de los muros de albañilería

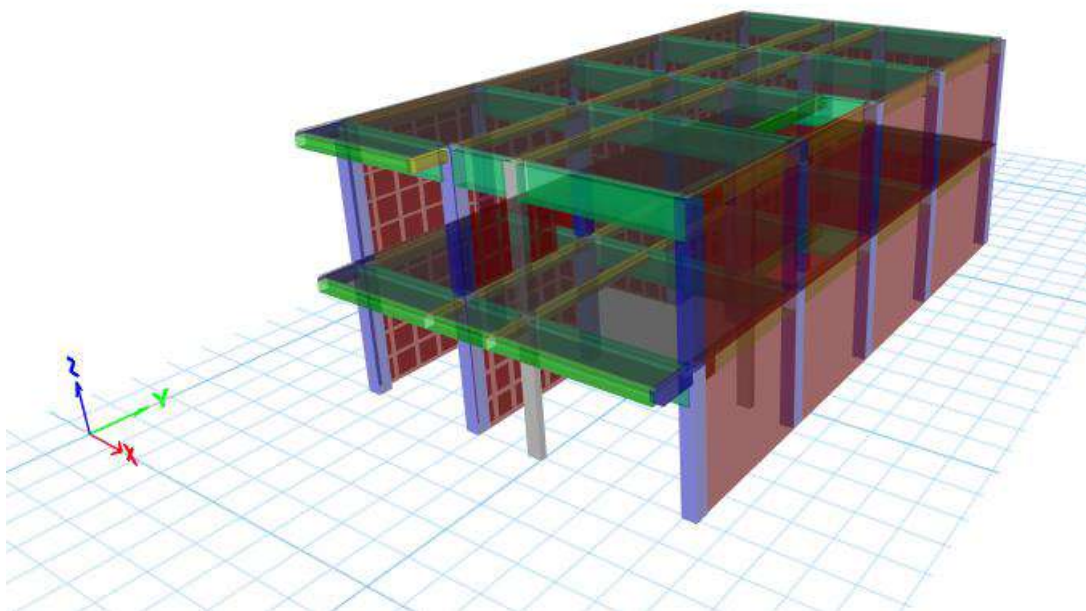


Figura 29. Visión tridimensional de la vivienda de dos pisos

Asignación de cargas

- Concreto 2400 kg/m³
- Piso acabado 100 kg/m²
- S/c sobre techos 200 kg/m²
- S/c sobre azoteas 100 kg/m²

La asignación de las cargas está apoyada de la normativa tomando en cuenta una carga viva de 200 kg/cm² y una carga muerta de 200kg/cm²; así también las cargas que se colocarán en el análisis de nuestra estructura en el aspecto sísmico.

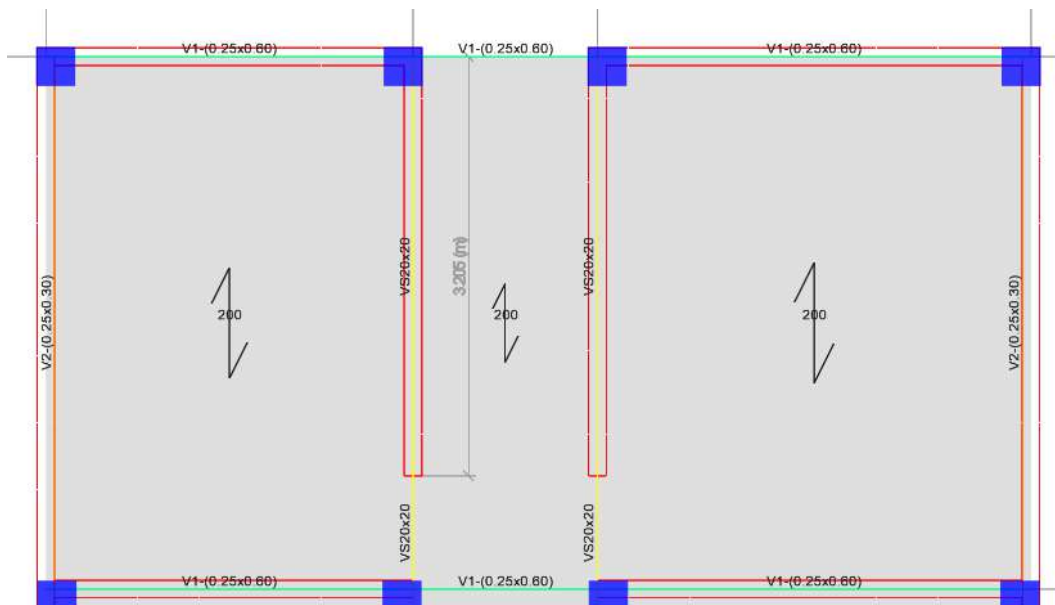


Figura 30. Asignación de las cargas en las losas

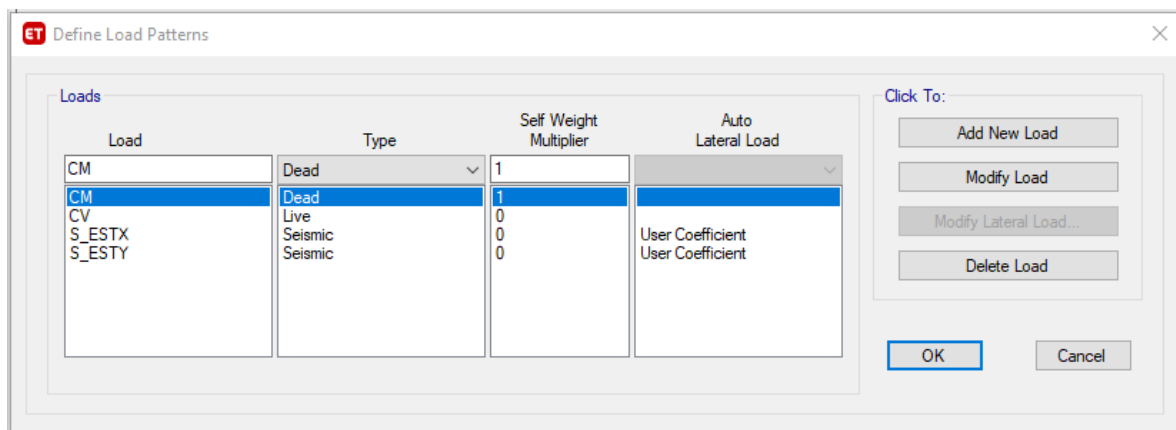


Figura 31. Colocación de los tipos de cargas

Desarrollo de la masa sísmica

Para la realización del análisis de la estructura, se consideró en la masa sísmica el 100% de la carga muerta y solo el 25% de la carga viva, expresado en la norma E 0.30 Diseño Sismorresistente.

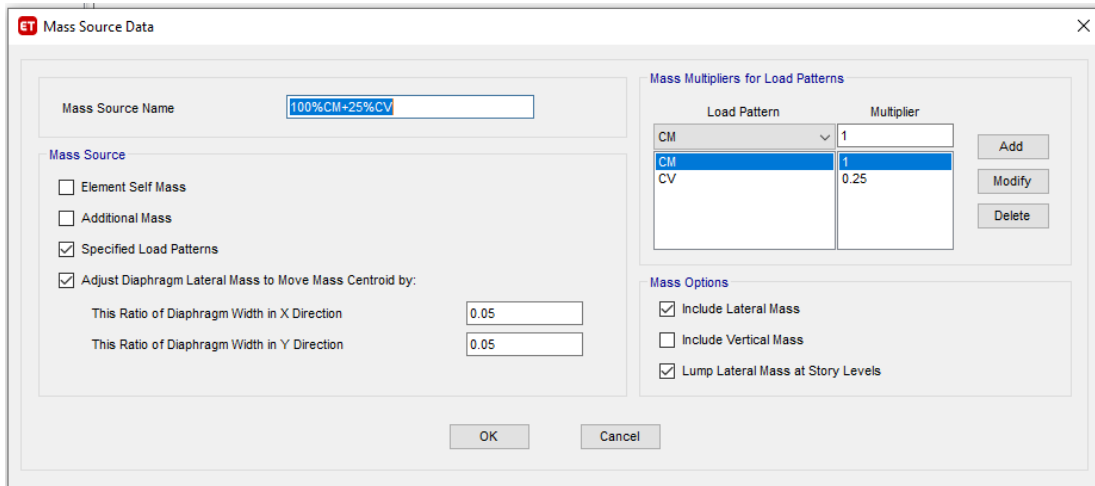


Figura 32. Definición de la masa sísmica de la estructura

Colocación de los casos modales

Se tomó 6 casos modales para su respectivo análisis.

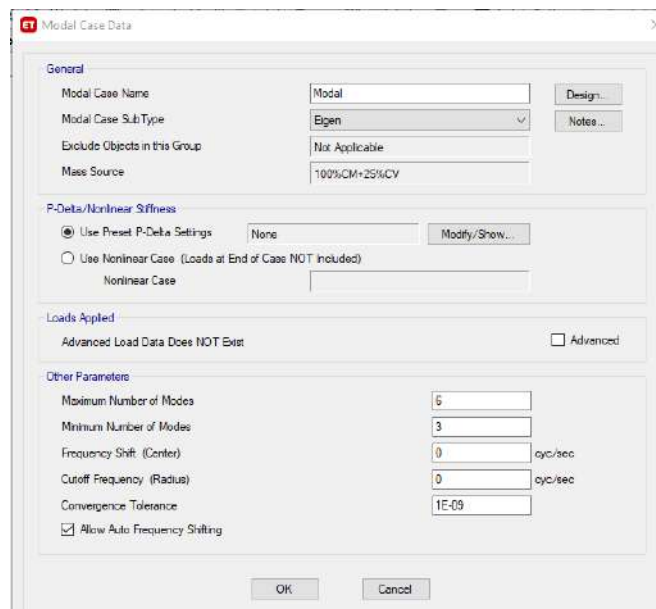


Figura 33. Definición de casos modales

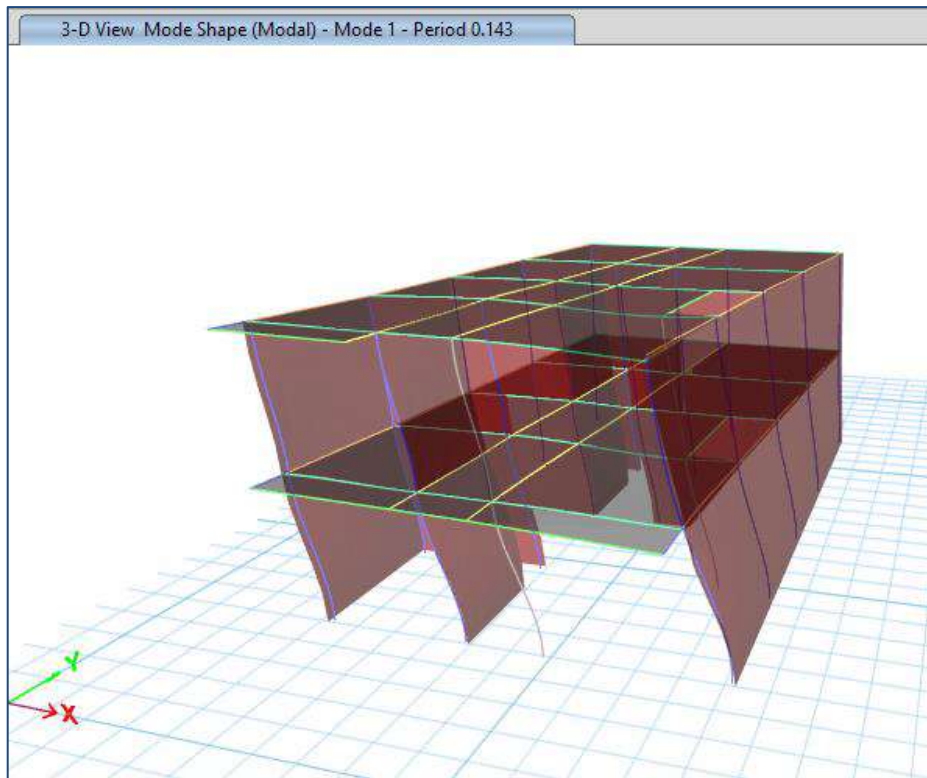


Figura 34. Caso modal 1 de la estructura

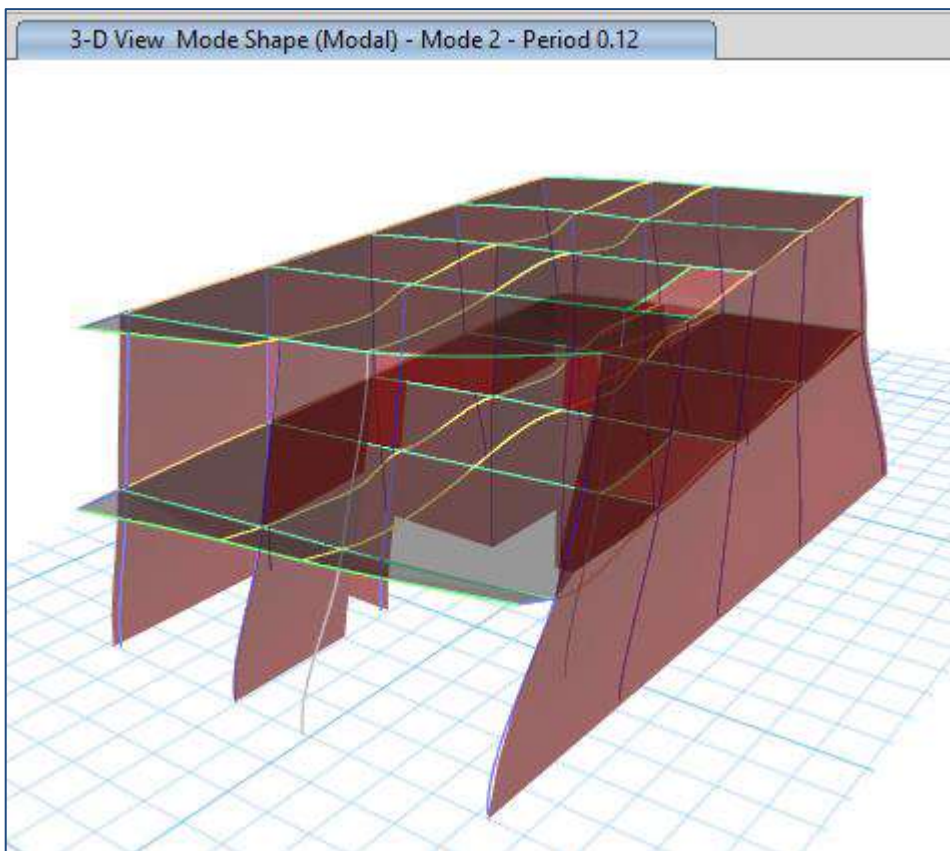


Figura 35. Caso modal 2 de la estructura

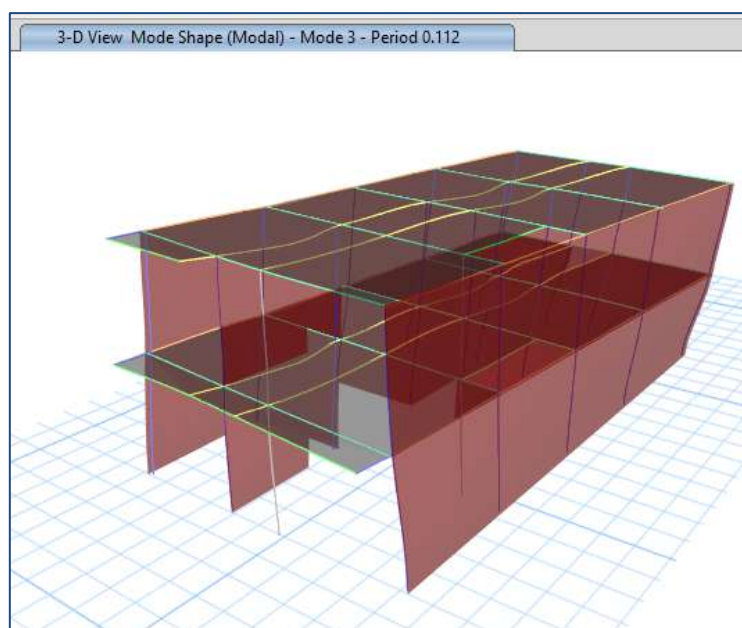


Figura 36. Caso modal 3 de la estructura

Tabla 7

Casos modales de la vivienda con albañilería 24.61 kg/cm²

Tipo	Número	Periodo
Modal	1	0.1427
Modal	2	0.1196
Modal	3	0.1118
Modal	4	0.0559
Modal	5	0.0473
Modal	6	0.0440

Nota: Primeros 6 tipos de modos de la vivienda

Parámetros sísmicos

De acuerdo a los datos obtenidos de la normativa E.070 Diseño Sismorresistente se determinó los parámetros sísmicos de acuerdo a la vivienda.

Tabla 8

Parámetros sísmicos de la estructura

Factor	Descripción	Valor
Z	Zonificación	0.45
U	Uso (vivienda)	1
C	Factor de ampliación sísmico	2.5
S	Suelo (Intermedio)	1.05
R	Coefficiente de reducción	3

Nota: Valores de los parámetros de la vivienda analizada

Sismo estático

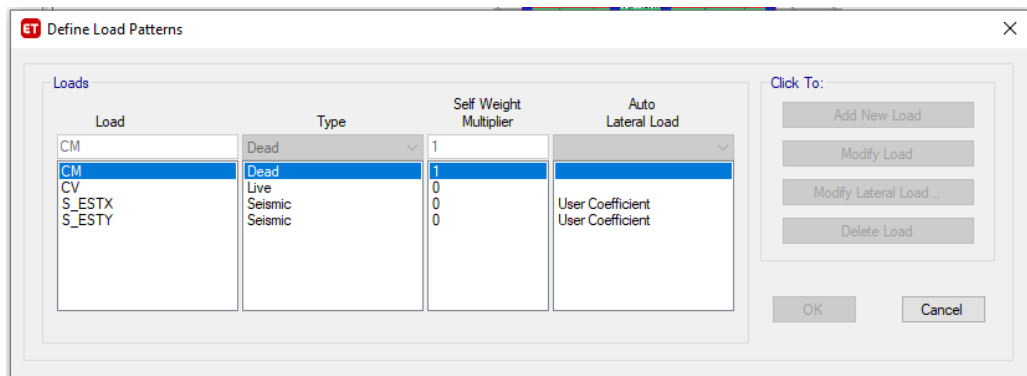


Figura 37. Definición de patrones de cargas sísmicas

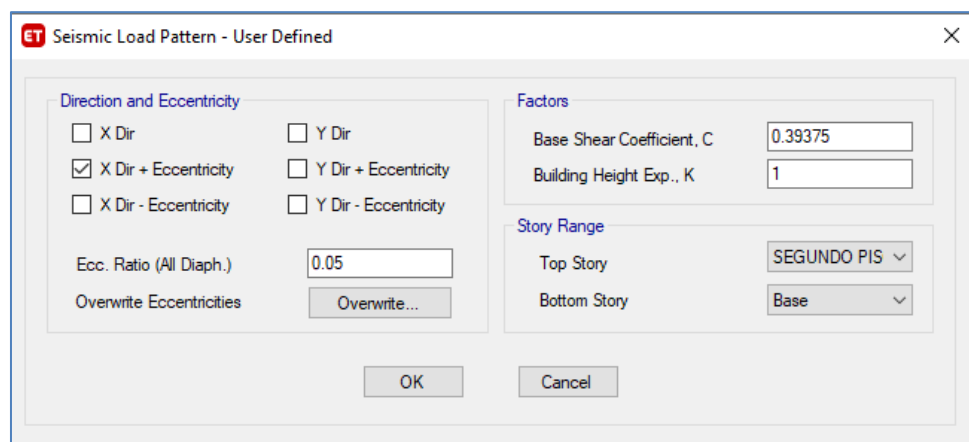


Figura 38. Sismo estático en X

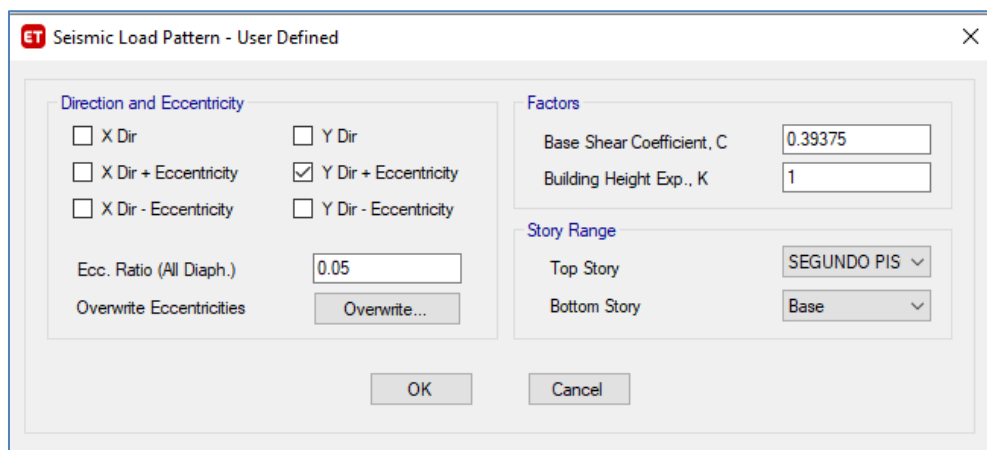


Figura 39. Sismo estático en Y

Espectro de diseño

Tabla 9

Espectro de diseño de la vivienda

C	T (s)	Sa (m/s²)
2.500	0.00	3.863
2.500	0.10	3.863
2.500	0.20	3.863
2.500	0.30	3.863
2.500	0.40	3.863
2.500	0.50	3.863
2.500	0.60	3.863
2.143	0.70	3.311
1.875	0.80	2.897
1.667	0.90	2.575
1.500	1.00	2.318
1.364	1.10	2.107
1.250	1.20	1.931
1.154	1.30	1.783
1.071	1.40	1.655
1.000	1.50	1.545
0.938	1.60	1.449
0.882	1.70	1.363
0.833	1.80	1.288
0.789	1.90	1.220
0.750	2.00	1.159
0.680	2.10	1.051
0.620	2.20	0.958
0.521	2.40	0.805
0.444	2.60	0.686
0.383	2.80	0.591

Nota: Cálculo manual del espectro de diseño

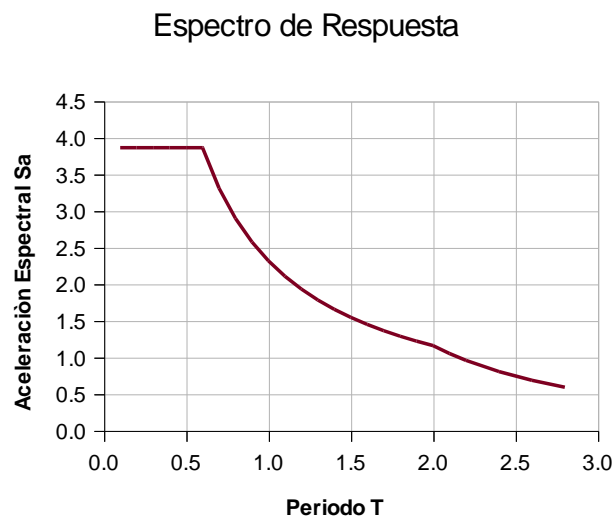


Figura 40. Representación gráfica del espectro de respuesta

Sismo dinámico

The screenshot shows the 'ET Load Case Data' dialog box. The 'General' section has 'Load Case Name' set to 'S-DINX', 'Load Case Type' set to 'Response Spectrum', 'Exclude Objects in this Group' set to 'Not Applicable', and 'Mass Source' set to 'Previous (100%CM+25%CV)'. The 'Loads Applied' table is as follows:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030-X	9.8067
Acceleration	U2	E030-Y	2.942

The 'Other Parameters' section has 'Modal Load Case' set to 'Modal', 'Modal Combination Method' set to 'CQC', 'Include Rigid Response' unchecked, 'Rigid Frequency, f1' and 'Rigid Frequency, f2' empty, 'Periodic + Rigid Type' empty, 'Earthquake Duration, td' empty, 'Directional Combination Type' set to 'Absolute', 'Absolute Directional Combination Scale Factor' set to '1', 'Modal Damping' set to 'Constant at 0.05', and 'Diaphragm Eccentricity' set to '0 for All Diaphragms'. Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Figura 41. Sismo dinámico en X

The screenshot shows the 'ET Load Case Data' dialog box. The 'General' section has 'Load Case Name' set to 'S-DINY', 'Load Case Type' set to 'Response Spectrum', 'Exclude Objects in this Group' set to 'Not Applicable', and 'Mass Source' set to 'Previous (100%CM+25%CV)'. The 'Loads Applied' table is as follows:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E030-Y	9.8067
Acceleration	U1	E030-X	2.942

The 'Other Parameters' section has 'Modal Load Case' set to 'Modal', 'Modal Combination Method' set to 'CQC', 'Include Rigid Response' unchecked, 'Rigid Frequency, f1' and 'Rigid Frequency, f2' empty, 'Periodic + Rigid Type' empty, 'Earthquake Duration, td' empty, 'Directional Combination Type' set to 'Absolute', 'Absolute Directional Combination Scale Factor' set to '1', 'Modal Damping' set to 'Constant at 0.05', and 'Diaphragm Eccentricity' set to '0 for All Diaphragms'. Buttons for 'Design...', 'Notes...', 'Add', 'Delete', 'Advanced', 'OK', and 'Cancel' are visible.

Figura 42. Sismo dinámico en Y

Derivas de la edificación

ET Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (100%CM+25%CV)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030-X	22.0651
Acceleration	U2	E030-Y	6.6195

Add Delete

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Figura 43. Derivas en dirección X

ET Load Case Data

General

Load Case Name: Design...

Load Case Type: Response Spectrum Notes...

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Previous (100%CM+25%CV)

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U2	E030-Y	22.0651
Acceleration	U1	E030-X	6.6195

Add Delete

Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor:

Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity: 0 for All Diaphragms Modify/Show...

OK Cancel

Figura 44. Derivas en dirección Y

4.1.7. Resultados

Resistencia del ladrillo artesanal

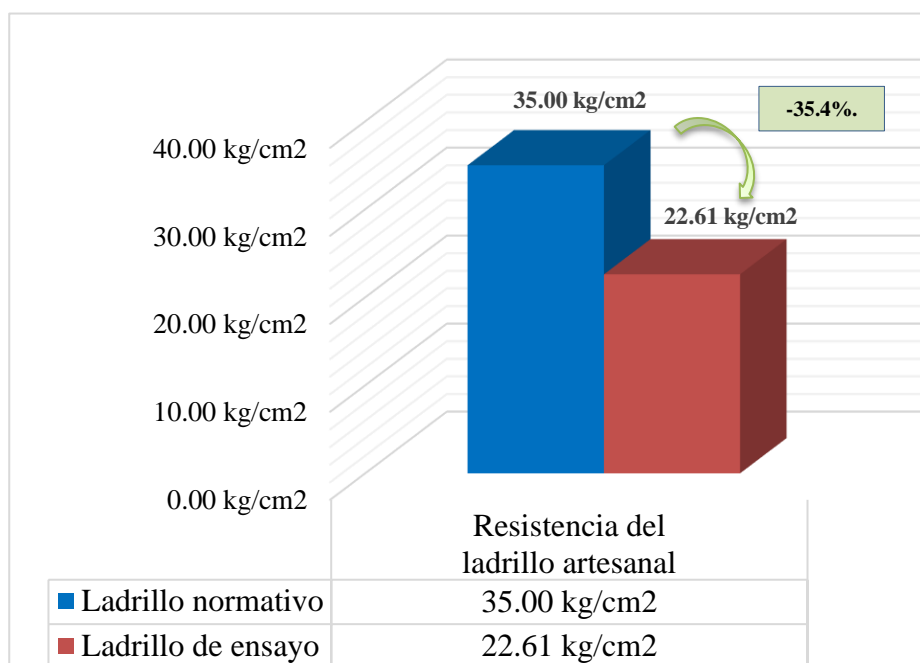


Figura 45. Comparación de las resistencias del ladrillo artesanal

En la figura 45 se manifiesta la diferencia entre la resistencia del ladrillo artesanal normativo y el ladrillo artesanal Yoshi proveniente de la ciudad. De acuerdo a la norma se determinó que debería obtener una resistencia de 35 kg/cm² como mínimo; sin embargo, los resultados del ensayo manifestaron una resistencia de 22.61 kg/cm², obteniendo una resistencia menor a lo normativo. Determinando así, que, la resistencia de 22.61 kg/cm² en comparación a la normativa de 35 kg/cm² difiere en un 35.4 % menos de lo que debería corresponder.

Comportamiento estructural

Para el completo análisis de la edificación se tomó como referencia la normativa peruana, teniendo en cuenta los resultados del ensayo de la resistencia del ladrillo, se utilizó en el primer caso el resultado de 22.61 kg/cm² el cual fue comparado con el de la normativa de 35 kg/cm².

Análisis estático

De acuerdo al artículo 26 en la normativa E 0.30 Diseño Sismorresistente se buscó la estimación del peso de la edificación, se determinó 100% de la CM y el 25% de la carga viva al ser una edificación de Categoría C de Edificaciones comunes.

C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
0.39375	1	235.55918	92.7514
0.39375	1	235.55918	92.7514

Figura 46. Cálculo del peso sísmico de la edificación

Cálculo de la fuerza cortante de la base

De acuerdo a nuestra normativa, la siguiente expresión nos permitió calcular la fuerza cortante en la base de la edificación

$$V = \frac{ZUCS}{R} \times P$$

En cual se tiene:

$$Z = 4$$

$$U = 1$$

$$C = 2.5$$

$$S = 1.05$$

$$R = 3$$

$$P = 235.5592 \text{ Tn}$$

Reemplazando los valores:

$$V = 92.7514 \text{ Tn}$$

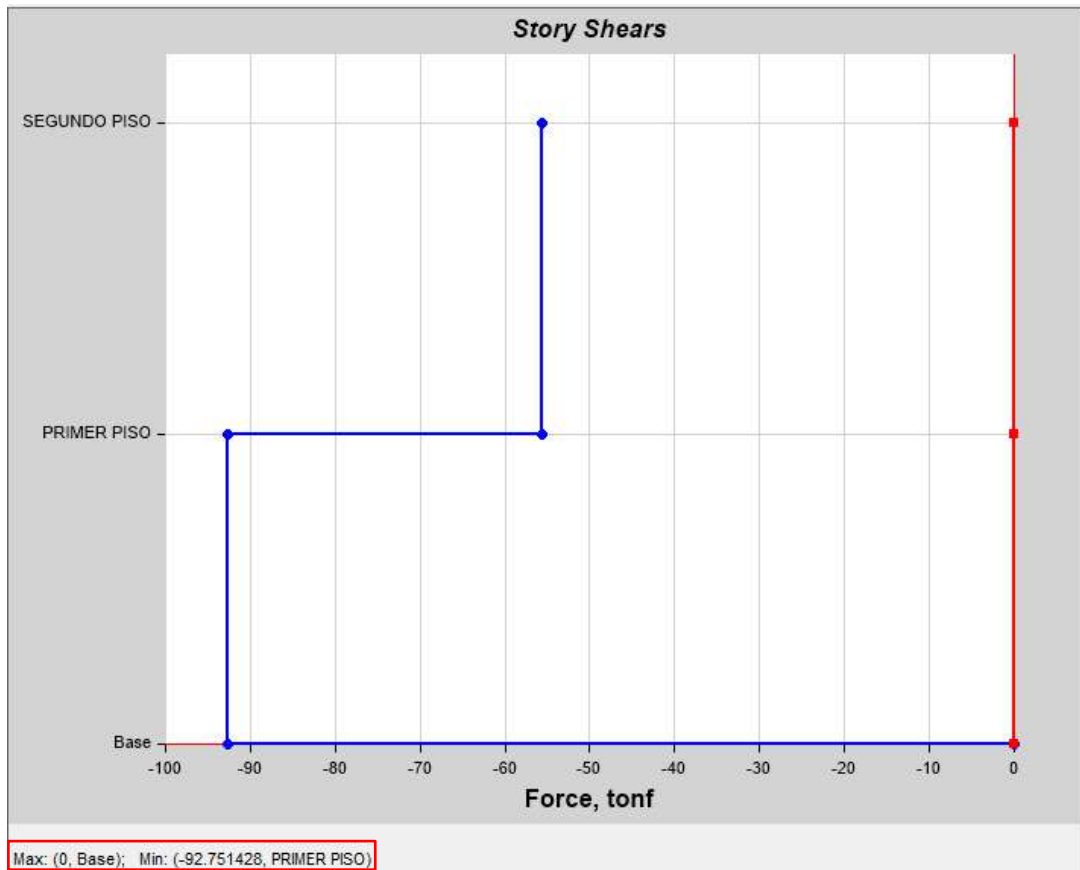


Figura 47. Fuerza cortante de la base en la edificación

De acuerdo a la figura 47, se observa el cálculo del sismo estático. El resultado del análisis es igual para ambos tipos de ladrillo, puesto que este depende del peso sísmico calculado en la estructura, el cual no interfiere con la resistencia del ladrillo de ningún modo.

Análisis dinámico Modal espectral

Tabla 10

Comparación de la cortante dinámica realizada con ambos tipos de ladrillo

Sistema Dinámico	Vivienda con ladrillo de ensayo (Tn)	Vivienda con ladrillo normativo (Tn)
DINX	77.1911	76.3775
DINY	83.6711	83.6230

Nota: Cortante dinámica de las viviendas de acuerdo a su tipo de resistencia de ladrillo

La tabla 10, determina la comparación de la cortante dinámica en Tn, donde la dirección en Y es la de mayor fuerza, y por lo tanto el de ladrillo de ensayo de 22.61 kg/cm² es mayor que el de una vivienda con ladrillo normativo.

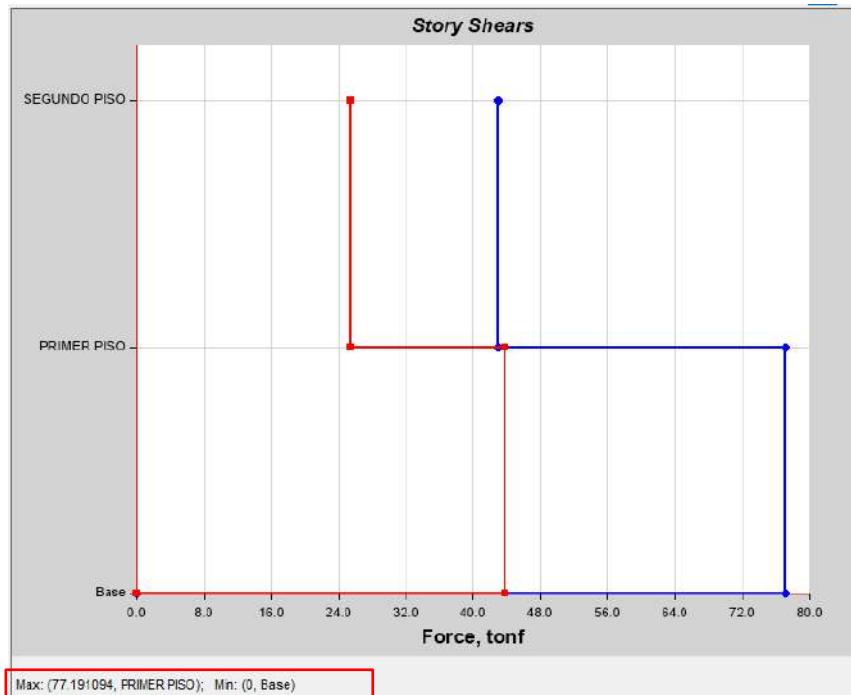


Figura 48. Cortante dinámica en dirección X de la vivienda con ladrillo de ensayo

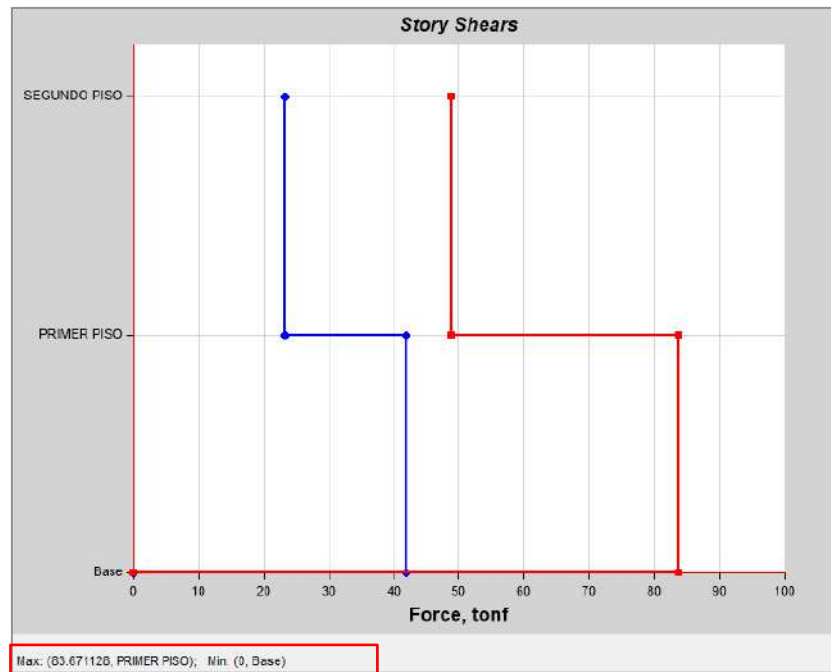


Figura 49. Cortante dinámica en dirección Y de la vivienda con ladrillo de ensayo

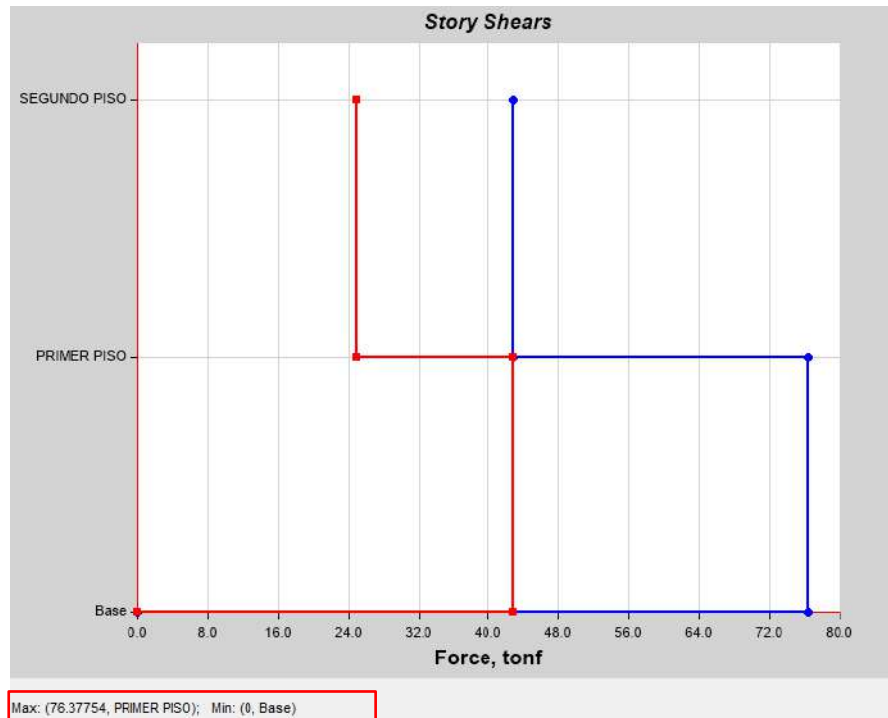


Figura 50. Cortante dinámica en dirección X de la vivienda con ladrillo normativo

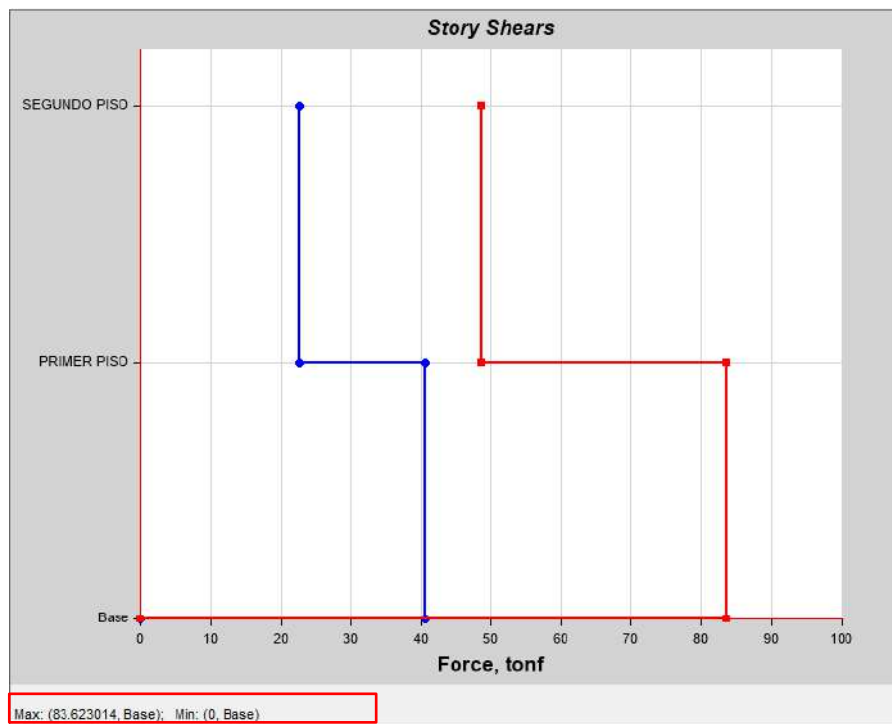


Figura 51. Cortante dinámica en dirección Y de la vivienda con ladrillo normativo

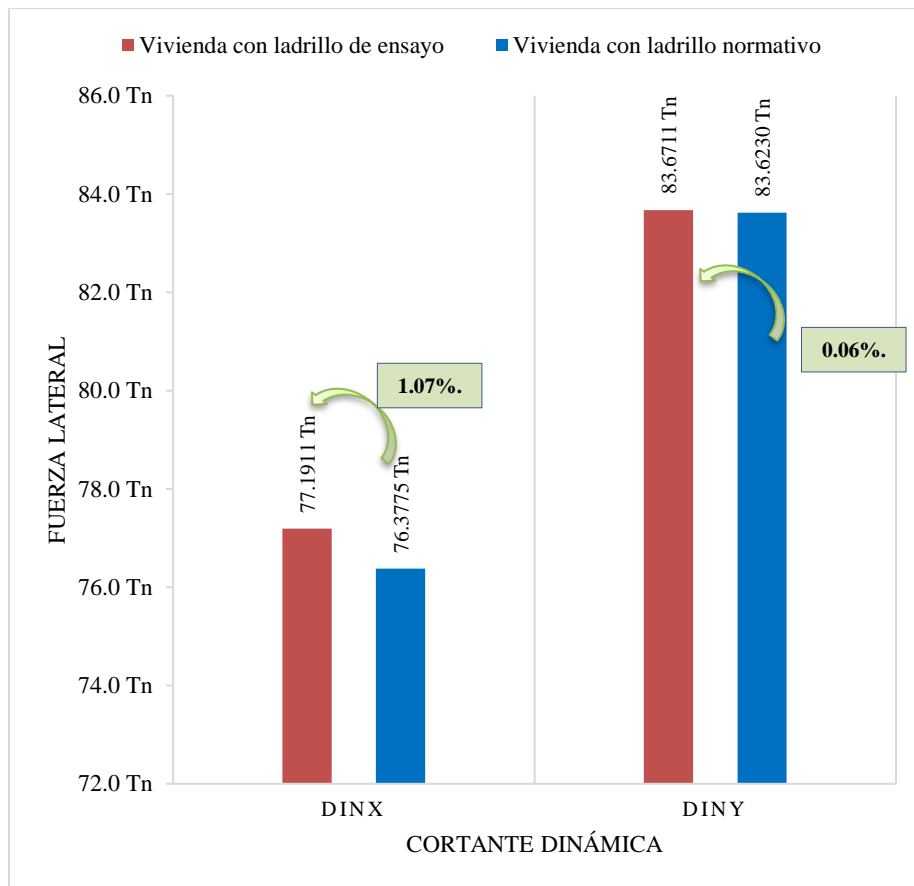


Figura 52. Comportamiento Sísmico Dinámico de la edificación

De acuerdo a la figura 52, se manifiesta que el análisis sísmico dinámico en dirección X es de 77.1911 Tn cuando se trata del tipo de vivienda analizado con el ladrillo de ensayo de ensayo 22.61 kg/cm² y 76.3775 Tn para el tipo de vivienda analizado con el ladrillo normativo de 35 kg/cm², observándose que entre ellos solo se estimó una variación de 1.07%. También se observa que el análisis dinámico en dirección Y para la vivienda edificada con el ladrillo ensayado es de 83.6711 Tn, mientras que el ladrillo normativo es de 83.6230 Tn. Se destacó entonces que, a menor rigidez de la estructura, mayor es el desplazamiento de la edificación, es por ello la poca diferencia entre ambos resultados.

Máximos desplazamientos

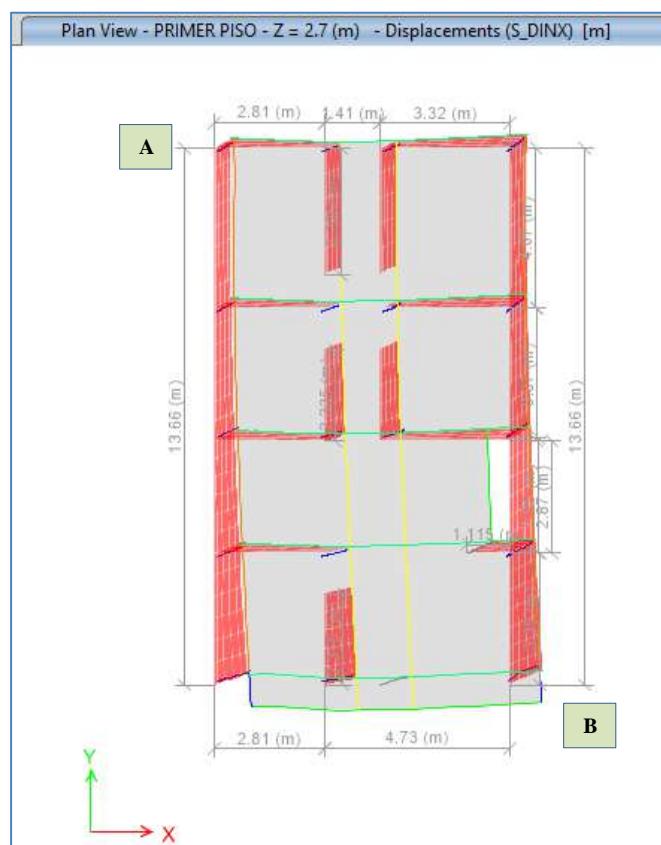


Figura 53. Desplazamiento de los puntos extremos de la edificación

De la figura 53 de la edificación se tomó los desplazamientos de los puntos extremos, el de máximo y mínimo desplazamiento. Los resultados fueron observados en ambas edificaciones utilizadas con distinto tipo de ladrillo.

Tabla 11

Desplazamientos en los puntos extremos de la vivienda con ladrillo de ensayo

Desplazamiento	Vivienda con ladrillo de ensayo			
	Extremo Max. (A) (cm)		Extremo Max. (B) (cm)	
	X	Y	X	Y
Segundo piso	0.1642	0.1709	0.341	0.189
Primer Piso	0.1064	0.0960	0.204	0.107

Nota: Desplazamientos de la vivienda por piso con el tipo de ladrillo de 22.61 kg/cm²

En la tabla 11, se determinó los valores de desplazamientos en los puntos extremos de la edificación cuando se utilizó el ladrillo de ensayo 22.61 kg/cm², el

cual el segundo piso es el que se llevó el mayor desplazamiento en dirección X del extremo B siendo de 0.341 cm

Tabla 12

Desplazamientos en los puntos extremos de la vivienda con ladrillo normativo

Vivienda con ladrillo normativo				
Desplazamiento	Extremo Max. (A) (cm)		Extremo Max. (B) (cm)	
	X	Y	X	Y
Segundo piso	0.1131	0.0925	0.2527	0.1167
Primer Piso	0.0728	0.0602	0.1495	0.0705

Nota: Desplazamientos de la vivienda por piso con el tipo de ladrillo de 35 kg/cm²

En la tabla 12, se determinó los valores de desplazamientos en los puntos extremos de la edificación cuando se utiliza el ladrillo normativo de 35 kg/cm², el cual el segundo piso es el que se llevó el mayor desplazamiento en dirección X del extremo B siendo de 0.2527 cm

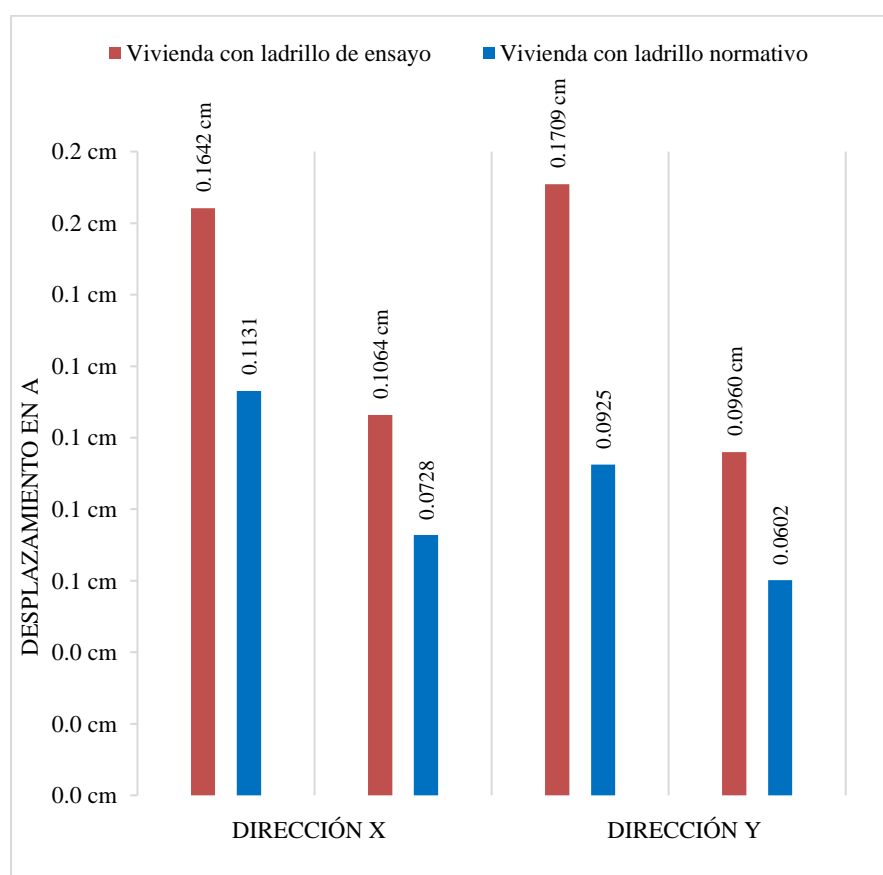


Figura 54. Comparación de los desplazamientos del punto A en ambas direcciones de acuerdo al tipo de ladrillo

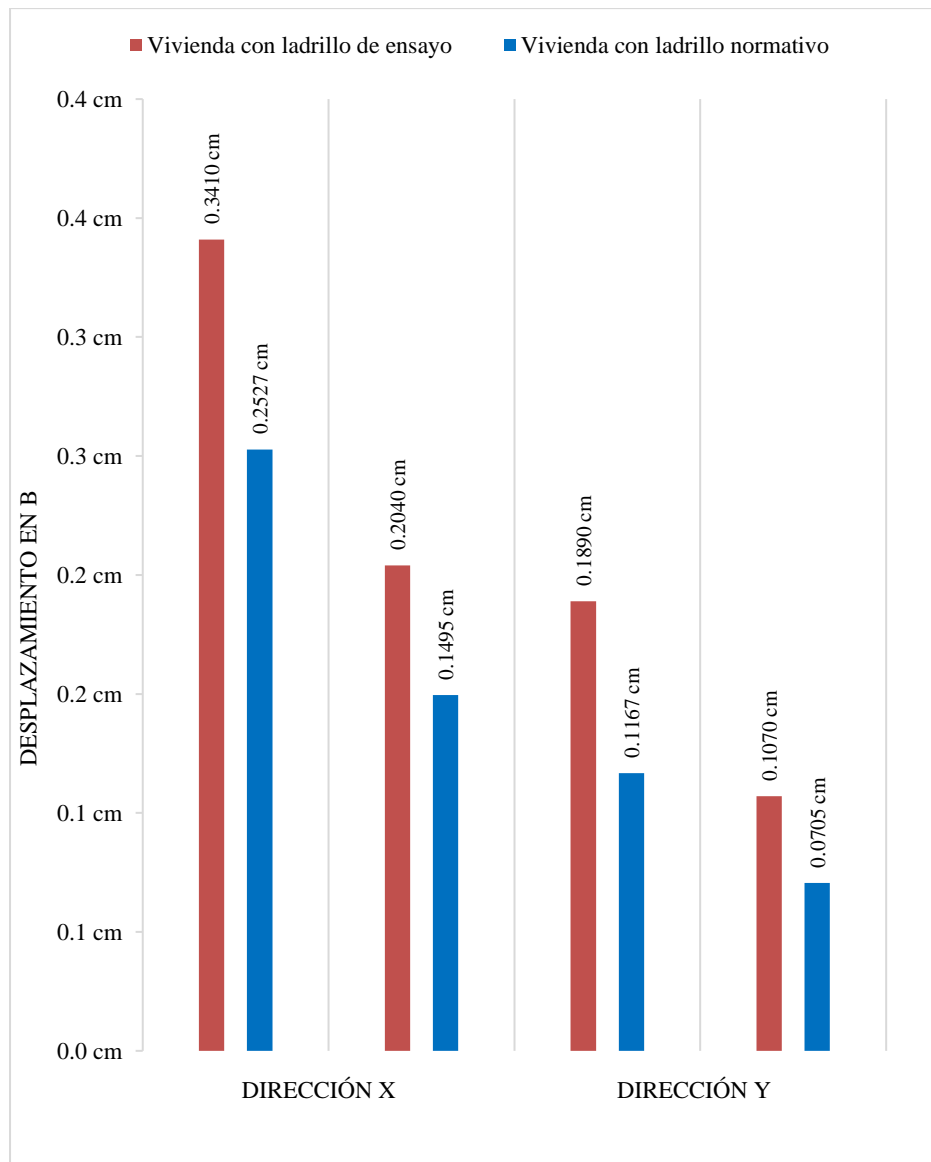


Figura 55. Comparación de los desplazamientos del punto B en ambas direcciones de acuerdo al tipo de ladrillo

En la figura 54, se observa en su comparación de los puntos A de ambos tipos de edificaciones que la dirección Y es la más afectada en el cual la vivienda de ladrillo de ensayo obtiene un desplazamiento de 0.179 cm y la vivienda de ladrillo normativo un 0.0925 cm, mostrando así que, ladrillo de menor resistencia aumenta en un 84.7% respecto al de mayor resistencia. En la figura 55, se observa en su comparación de los puntos B de ambos tipos de edificaciones que la dirección X es la más afectada en el cual la vivienda de ladrillo de ensayo obtiene un desplazamiento de 0.3410 cm

y la vivienda de ladrillo normativo un 0.2527 cm, mostrando así que, ladrillo de menor resistencia aumenta en un 34.9% respecto al de mayor resistencia

Derivas

Respecto a la normativa E0.20 Diseño Sismorresistente, para hallar las derivas en una estructura regular se multiplicó por el factor de 0.75 a los desplazamientos máximos

Tabla 13

Derivas en la vivienda con ladrillo de ensayo

Vivienda con ladrillo de ensayo				
	Desplaz. X (cm)	0.75R.D	H entrepiso	Deriva X
Segundo piso	0.341	0.7673	270.00	0.00114
Primer Piso	0.204	0.4590	270.00	0.00170
	Desplaz. Y (cm)	0.75R.D	H entrepiso	Deriva Y
Segundo piso	0.1890	0.4253	270.00	0.00068
Primer Piso	0.1070	0.2408	270.00	0.00089

Nota: Derivas de la vivienda por piso con el tipo de ladrillo de 22.61 kg/cm²

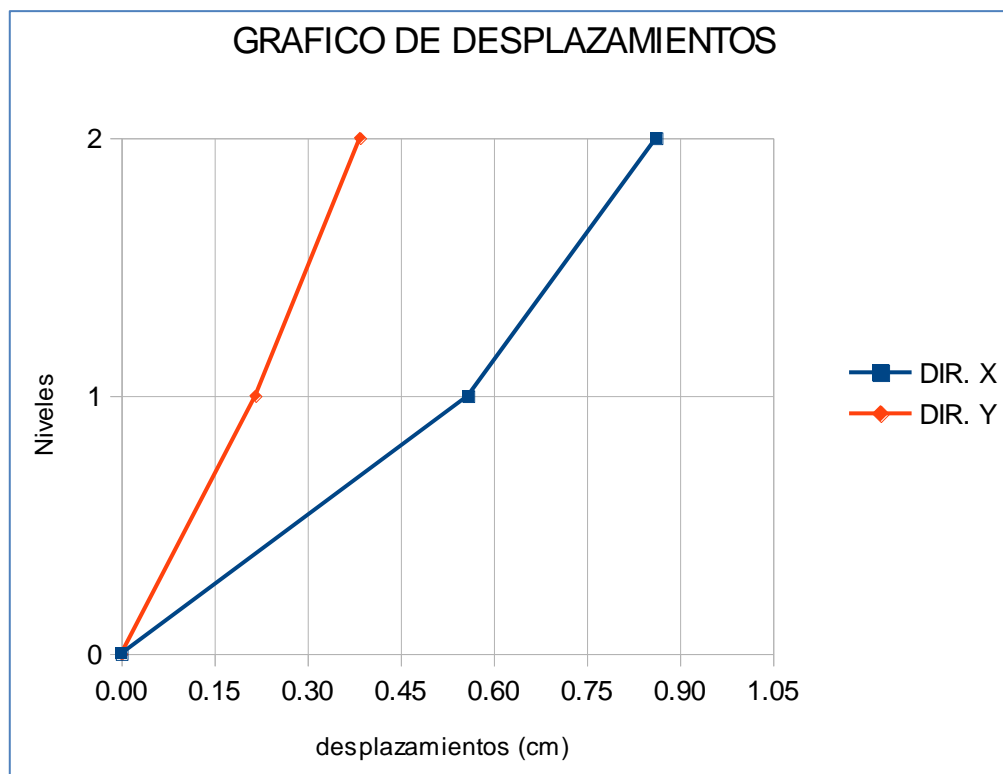


Figura 56. Gráfico de desplazamientos máximos en la vivienda con ladrillo de ensayo

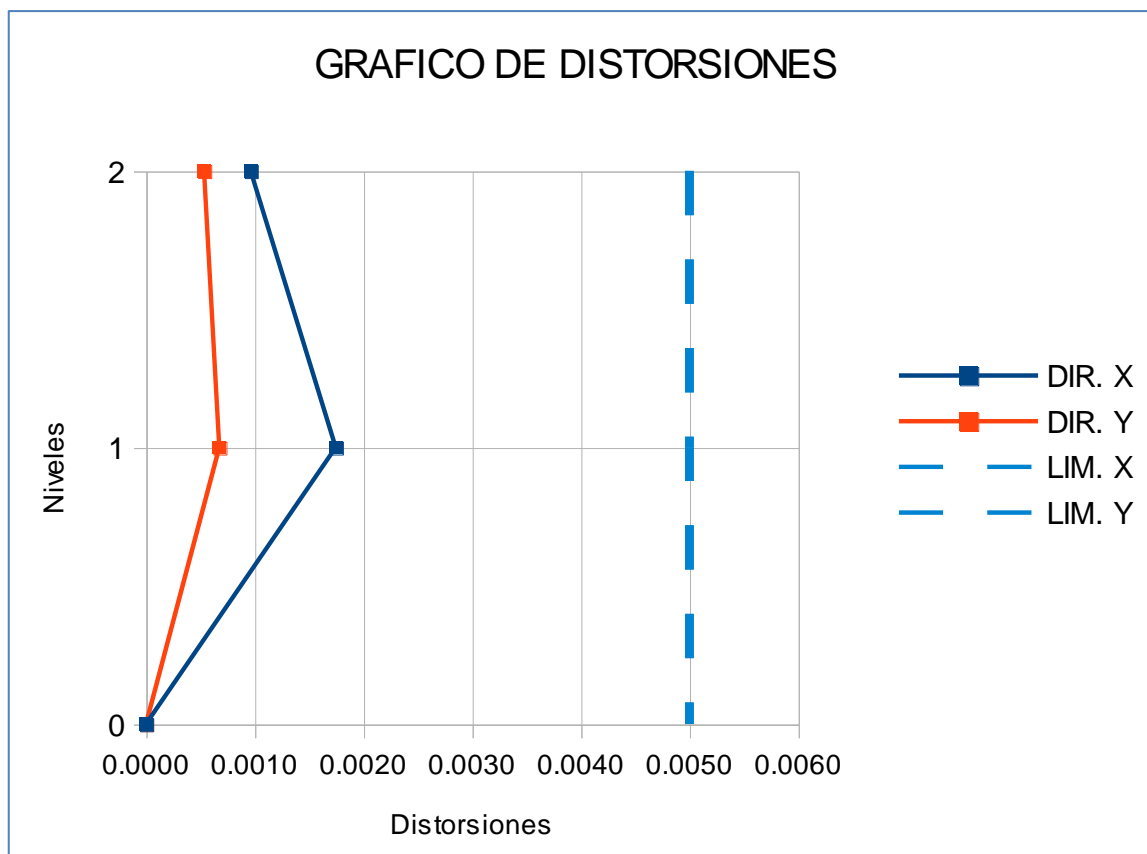


Figura 57. Gráfica de derivas en la vivienda con ladrillo de ensayo

Tabla 14

Derivas en la vivienda con ladrillo normativo

Vivienda con ladrillo normativo				
	Desplaz. X (cm)	0.75R.D	H entrepiso	DerivaX
Segundo piso	0.2527	0.5686	270.00	0.00086
Primer Piso	0.1495	0.3364	270.00	0.00125
	Desplaz. Y (cm)	0.75R.D	H entrepiso	DerivaY
Segundo piso	0.1167	0.2626	270.00	0.00039
Primer Piso	0.0705	0.1586	270.00	0.00059

Nota: Derivas de la vivienda por piso con el tipo de ladrillo de 35 kg/cm²

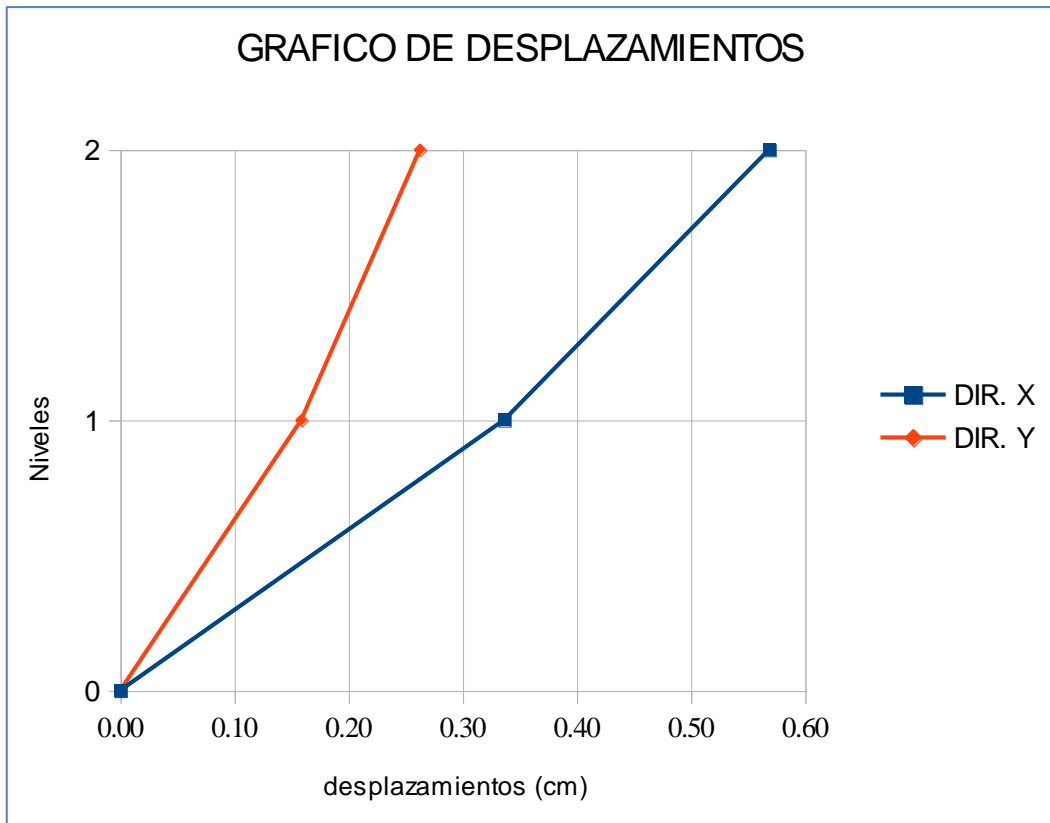


Figura 58. Gráfico de desplazamientos máximos en la vivienda con ladrillo normativo

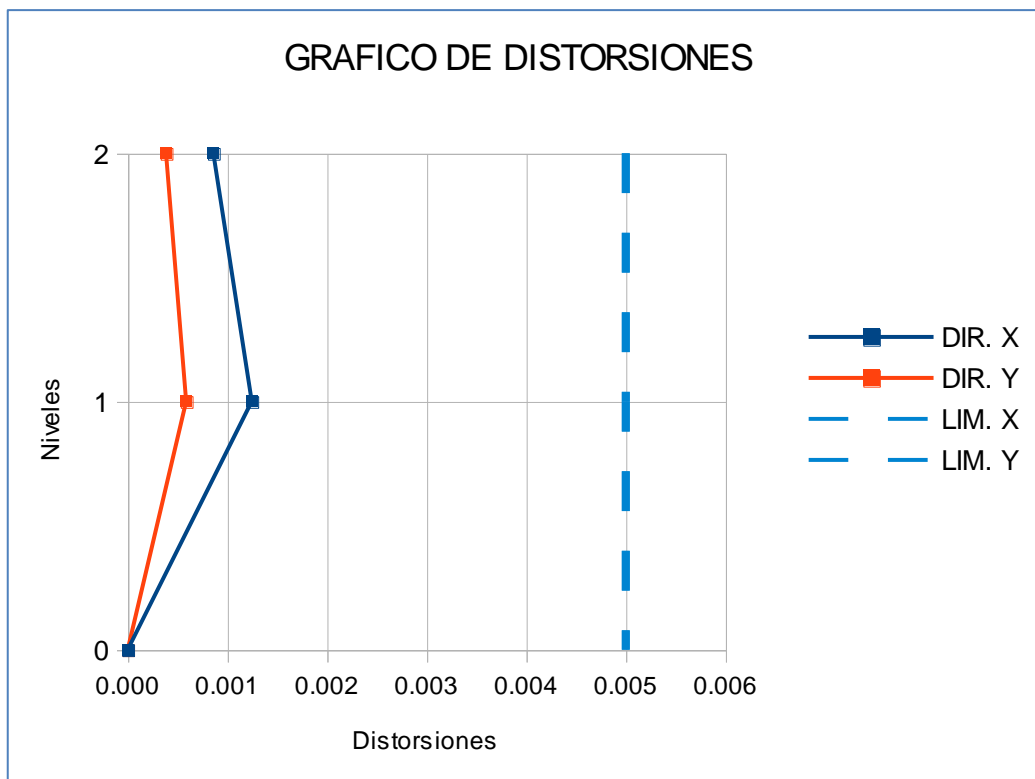
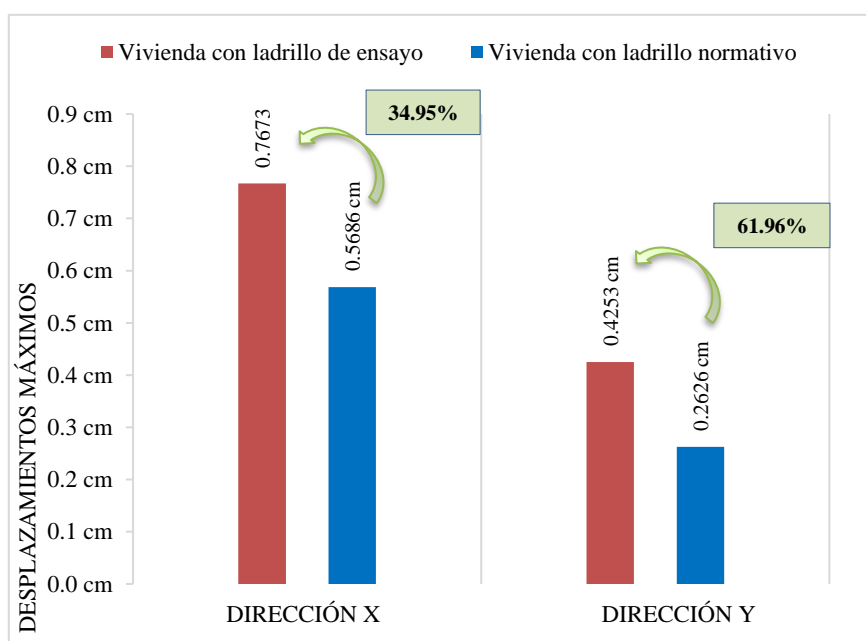


Figura 59. Gráfica de derivas en la vivienda con ladrillo normativo

Interpretamos las máximas derivas de acuerdo a los resultados

Tabla 15*Comparación de derivas de acuerdo al tipo de ladrillo*

Comparación de derivas				
	Vivienda con ladrillo de ensayo		Vivienda con ladrillo normativo	
Dirección	X	Y	X	Y
Desplazamiento máximo	0.7673	0.4253	0.5686	0.2626
Deriva	0.00170	0.00089	0.00125	0.00059
Dr Albañilería	0.005	0.005	0.005	0.005
Deriva < Dr Alb.	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto

Nota: Análisis de las derivas con ambos tipos de vivienda*Figura 60. Comparación de desplazamientos máximos de acuerdo al tipo de ladrillo*

De acuerdo a la figura 60, se manifiesta que el desplazamiento máximo en dirección X es de 0.7673 cm cuando se trata del tipo de vivienda analizado con el ladrillo de ensayo 22.61 kg/cm² y 0.586 cm para el tipo de vivienda analizado con el ladrillo normativo de 35 kg/cm², observándose que entre ellos se estima un aumento de 34.95% en desplazamiento. También se observó que el desplazamiento máximo en dirección Y para la vivienda analizado con el ladrillo ensayado es de 0.4253 cm,

mientras que el ladrillo normativo es de 0.2626 cm, siendo un aumento de su desplazamiento en un 61.96 %.

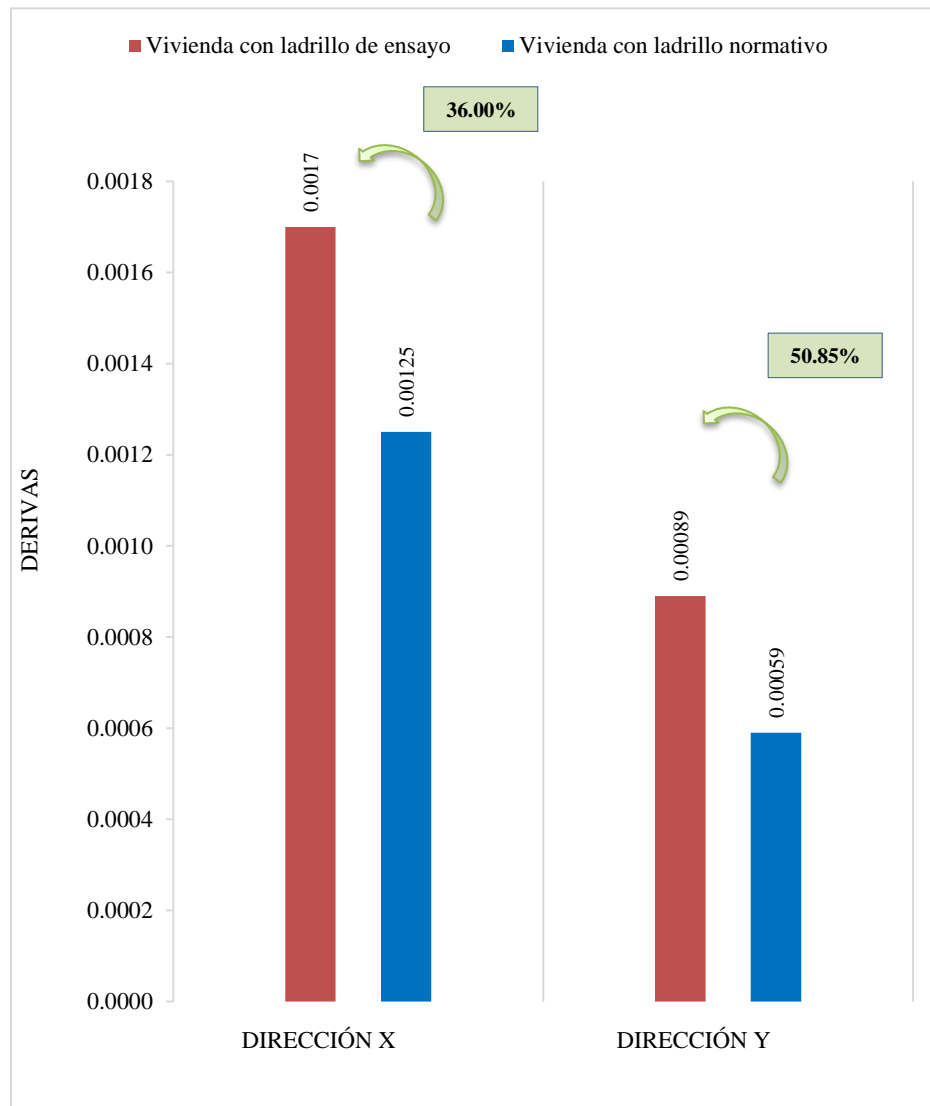


Figura 61. Comparación de derivas de acuerdo al tipo de ladrillo

De acuerdo a la figura 61, se manifestó que la deriva máxima en dirección X es de 0.0017 en el tipo de vivienda analizada con el ladrillo de ensayo y 0.00125 cm para el tipo de vivienda analizada con el ladrillo normativo, mostrando que entre ellos hay una variación de 36%.

Periodos

Tabla 16

Comparación de los periodos utilizando ladrillo de ensayo y el ladrillo normativo

Modos	Vivienda con ladrillo de ensayo (s)	Vivienda con ladrillo Normativo (s)
1	0.1427	0.1223
2	0.1196	0.099
3	0.1118	0.0925
4	0.0559	0.0478
5	0.0473	0.0391
6	0.0440	0.0365

Nota: Primeros seis tipos de modo de acuerdo al ladrillo

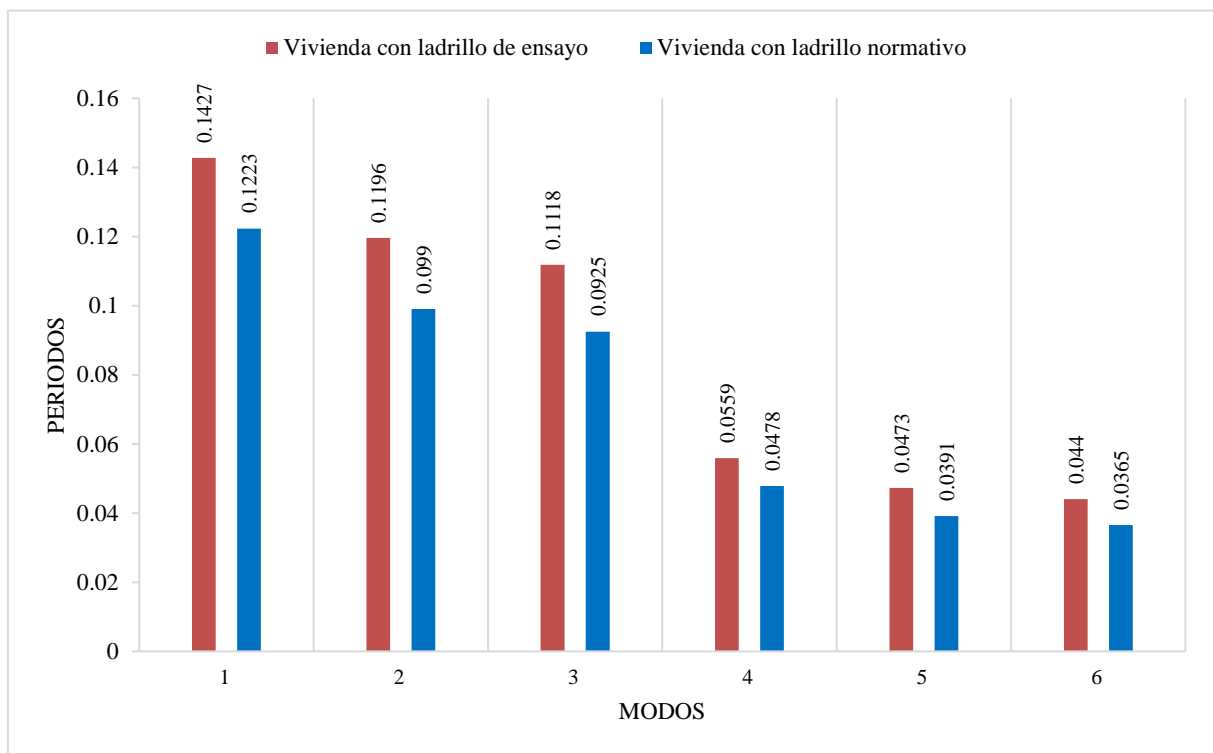


Figura 62. Comparación de los periodos utilizando ladrillo artesanal de 22.61 kg/cm² y 35 kg/cm²

De acuerdo a la figura 62, se observó una diferencia notoria entre los resultados de distintos periodos, manifestándose variaciones entre el análisis de la edificación utilizando el ladrillo artesanal de 22.61 kg/cm² y el ladrillo artesanal normado de 35 kg/cm². La

edificación fue la misma para ambos análisis, el ladrillo artesanal cambiado presentó obvias variaciones en sus resultados

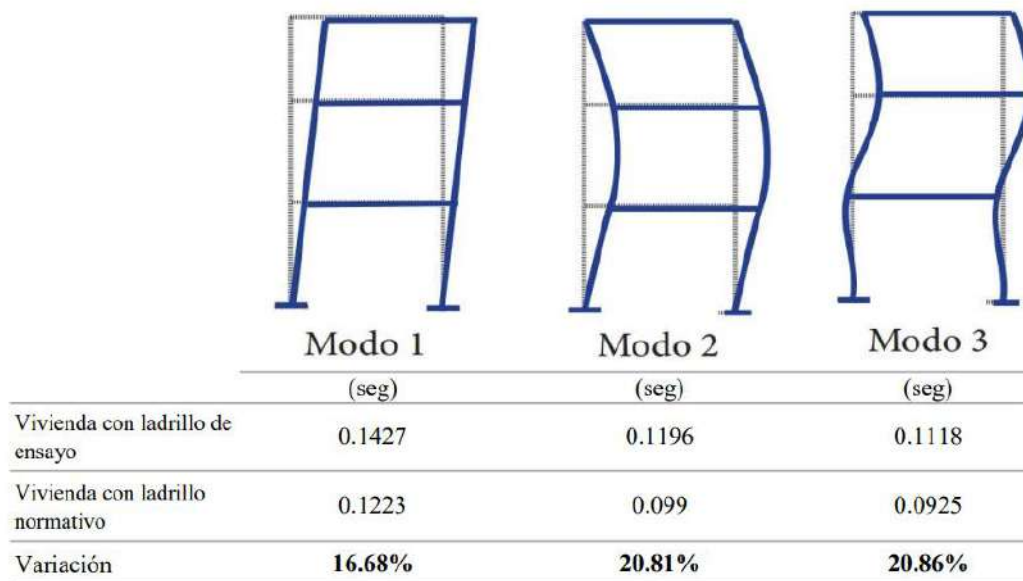


Figura 63. Variación de los primeros tres modos de la edificación

De acuerdo a la figura 68, manifestó la variación de 16.68% en el primer modo, en el modo dos es de un 20.81% y en el tercero 20.86%, indicando un mayor periodo de la edificación cuando es realizada con un ladrillo que no cumple con los estándares de la normativa E0.70 Albañilería el cual indica tener una resistencia de 35 kg/cm².

Peso de la edificación

Tabla 17

Peso de la edificación de acuerdo al tipo de ladrillo

Peso	Vivienda con ladrillo de ensayo	Vivienda con ladrillo normativo
Primer Piso	136.378 Tn	136.378 Tn
Segundo Piso	125.4028 Tn	125.4028 Tn

Nota: Pesos de la vivienda de acuerdo a la resistencia del ladrillo

Rigidez de pisos

Tabla 18

Comparación de rigideces de acuerdo a la cortante dinámica X

Rigidez de la vivienda (Tonf/cm)				
	Vivienda con ladrillo de ensayo		Vivienda con ladrillo normativo	
Dirección	X	Y	X	Y
Primer piso	502.8773	651.1063	691.408	922.8556
Segundo piso	317.3919	388.2806	434.9948	554.6638

Nota: Rigideces de la vivienda de acuerdo al tipo de ladrillo en dirección X

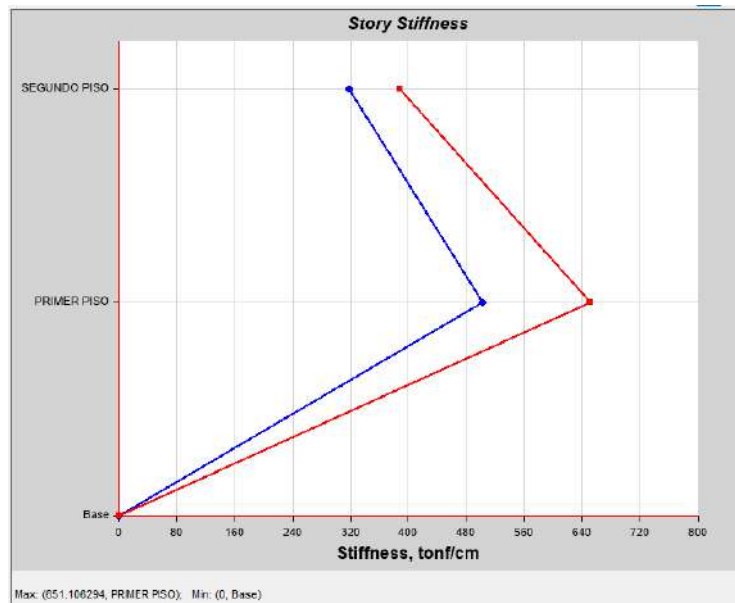


Figura 64. Rigidez de la vivienda con ladrillo de ensayo dirección X

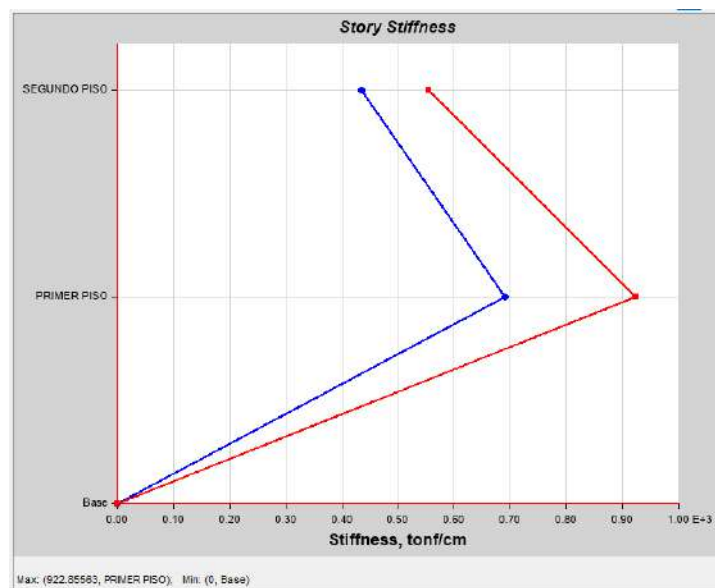


Figura 65. Elaboración de la vivienda con ladrillo normativo dirección X

Tabla 19

Comparación de rigideces de acuerdo a la cortante dinámica Y

Rigidez de la vivienda (Tonf/cm)				
	Vivienda con ladrillo de ensayo		Vivienda con ladrillo normativo	
Dirección	X	Y	X	Y
Primer piso	526.0297	865.2118	727.6793	1270.0562
Segundo piso	329.3033	530.7706	453.0162	786.5382

Nota: Rigideces de la vivienda de acuerdo al tipo de ladrillo en dirección Y

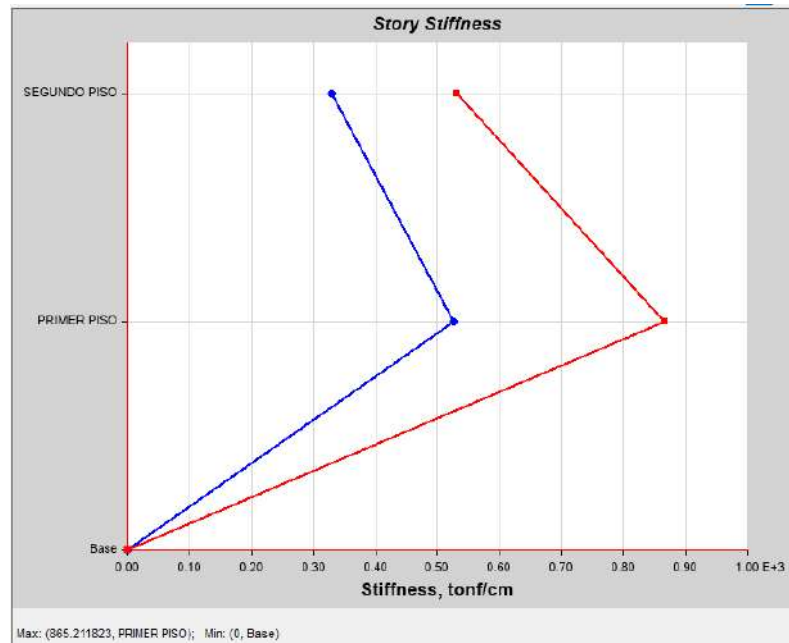


Figura 66. Rigidez de la vivienda con ladrillo de ensayo dirección Y

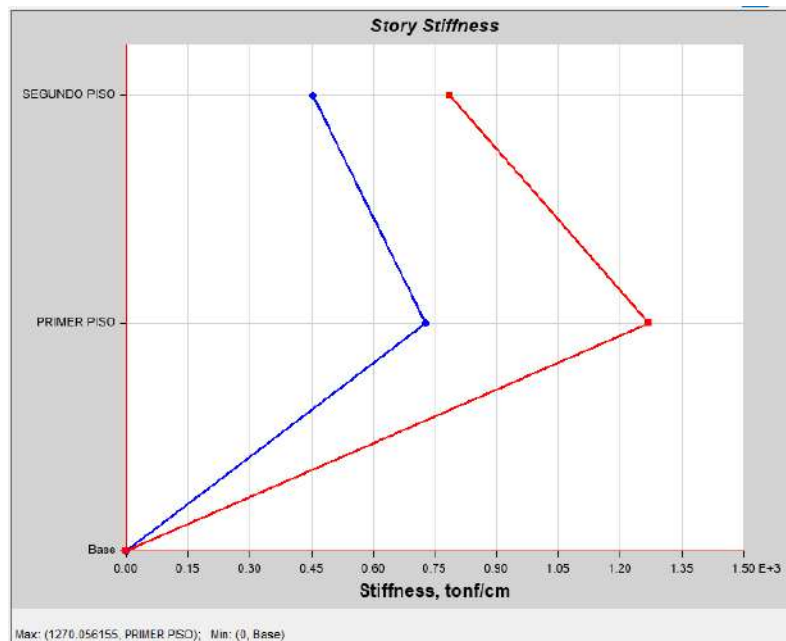


Figura 67. Elaboración de la vivienda con ladrillo normativo dirección Y

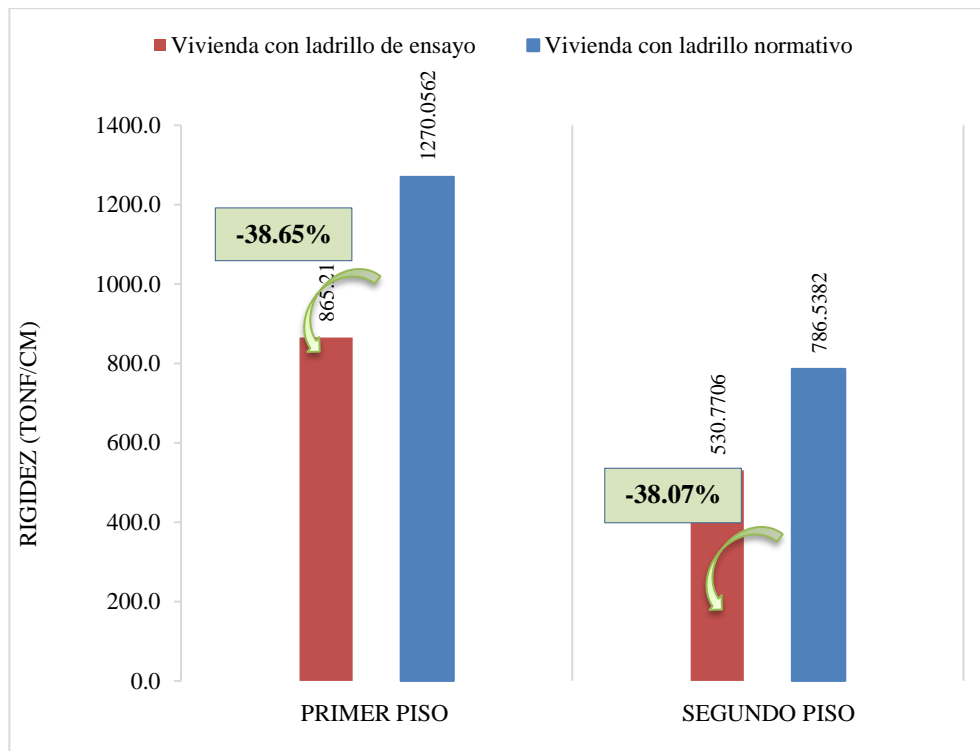


Figura 68. Comparación de las rigideces de la vivienda de acuerdo al tipo de resistencia del ladrillo

La figura 68, se manifestó que la rigidez del primer piso es de 865.2118 Tonf/cm en la vivienda analizada con el ladrillo de ensayo 22.61 kg/cm² y 1270.0562 Tonf/cm para el tipo de vivienda analizada con el ladrillo normativo de 35 kg/cm², observándose que entre ellos se estimó una disminución de su rigidez en un 38.65%. También se observó que la rigidez del segundo piso para la vivienda analizada con el ladrillo ensayado es de 530.7706 Tonf/cm, mientras que el ladrillo normativo es de 786.5382, siendo también una rigidez disminuida en un 38.07 %.

4.2. Contrastación de hipótesis

Considerando la hipótesis general: La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela cumple con la normativa E.030 Diseño sismorresistente. Se determinó que la

aplicación del análisis estructural se realizó correctamente, el cual la tabla 15 demostró que las derivas ocurridas en la edificación cumplen con la normativa, puesto que se encuentran debajo del límite de desplazamientos laterales relativos admisibles permitido en los materiales de albañilería. La vivienda modelada con el ladrillo de resistencia de resultados de ensayo 22.61 kg/cm² tiene una distorsión máxima en dirección X de 0.0017, resultado que se encuentra por debajo del valor límite de la normativa, siendo esta el valor de 0.005.

En contradicción con la primera hipótesis específica: La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela cumple con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería de 35 kg/cm²; de acuerdo a la tabla 4 se demostró que ninguno de los tres resultados de la muestra de ensayos cumplió con el valor mínimo de la normativa E.070 Albañilería de 35 kg/cm², encontrándose con valores por debajo de ello. En la tabla 6 se determinó una resistencia única de 22.61 kg/cm² el cual comparado con la normativa en la figura 45 se observó que el ladrillo de ensayo es 34.5 % menos resistente de lo que la normativa permite.

Se determinó que la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal influye en la rigidez del comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela. En la figura 68 se observó el porcentaje disminuido de la rigidez por piso de una vivienda de acuerdo al tipo de resistencia del ladrillo con el cual es analizado; en el primer piso de la vivienda realizado con el ladrillo de ensayo de 22.61 kg/cm² la rigidez disminuye un 38.65% a comparación de un ladrillo de tipo normativo de 35 kg/cm²; asimismo, el segundo piso de la vivienda con el ladrillo de ensayo tiene una rigidez 38.07% menor comparada con la normativa.

De acuerdo a la última hipótesis: La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso está relacionada en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela. Se determinó que no existe relación entre el peso de la vivienda y el cambio de resistencia en la estructura, puesto que la tabla 17 indica que los resultados arrojados por el programa muestran los mismos pesos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

La investigación demostró que la resistencia de la compresión del ladrillo influye en el comportamiento estructural de la vivienda, evidenciándose los cambios en su rigidez, cortante, desplazamientos y periodos.

El ensayo de las muestras del ladrillo indica valores de 22.7 kg/cm^2 , 24.2 kg/cm^2 y 26.2 kg/cm^2 ; el cual son resultados de las resistencias a compresión del ladrillo artesanal, encontrándose por debajo del valor permitido de la normativa E.070 Albañilería de 35 kg/cm^2 ; asimismo Valdivia (2021) mostró el resultado de ensayo de resistencia de 25.14 kg/cm^2 . Pacco (2019) expresó la resistencia del estudio de su ladrillo artesanal en 28.84 kg/cm^2 y Díaz (2019), quien realizó los ensayos en cuatro distintos distritos obtuvo resistencias de 24.61 kg/cm^2 ; 24.78 kg/cm^2 ; 22.99 kg/cm^2 ; 21.75 kg/cm^2 y 13.20 kg/cm^2 ; por otro lado Quintero et al. (2018) y Afanador et al. (2014) también comparten la deficiencia de la resistencia del ladrillo analizado de acuerdo a la normativa de su propio país; por

otro lado Gaytán (2017) expresa que la resistencia del ensayo si cumple con lo exigido por la norma, pero siempre y cuando sean tipos de ladrillo industriales.

En relación a la modelación de la vivienda, se analizó con el tipo de resistencia ($f'm$) del ladrillo resultante de los ensayos, que de acuerdo a su desviación estándar de las tres muestras dieron una resistencia de 22.61 kg/cm²; Pacco (2019) explicó que el resultado de la resistencia de sus ladrillos artesanales de la localidad de Juliaca es de: 32.69 kg/cm², 24.79 kg/cm² y 29.08 kg/cm², cuyo promedio es una resistencia de 28.84 kg/cm², asimismo analizó en un prototipo de vivienda que cumplía los requerimientos mínimos de la normativa E.030 Diseño Sismorresistente y E.070 Albañilería, a diferencia de esta investigación que fue analizada con una vivienda con las medidas verdaderas del centro poblado Blanca Varela.

Entre las características mecánicas del ladrillo, Pacco (2019) obtiene en $E'm$ un valor de 14421.70 kg/cm² y $G'm$ de 5768.68 kg/cm², mientras que en esta investigación se obtuvo un $E'm$ 11305.0 kg/cm² y $G'm$ 4522.0 kg/cm²; ambos valores se encuentran por debajo de las características que un ladrillo de 35 kg/cm² obtiene. La influencia de estos valores expresan resultados en las derivas máximas de la vivienda, siendo la de la vivienda de Blanca Varela una deriva de 0.0017 el cual representa un aumento de 36% en comparación con la normativa y el Pacco (2019) una deriva de 0.00198, que representa un incremento del 11% en comparación de un ladrillo normativo de 35 kg/cm².

En el cálculo de la cortante de la base se obtuvieron resultados idénticos en el análisis de la vivienda Blanca Varela cuando son analizados por el ladrillo de ensayo y el ladrillo normativo; a diferencia de Gaytán (2017), la cortante dinámica tuvo una variación de 1% , siendo una de sus tres muestras superior a las otras; en cuanto a

cortante dinámica en los resultados del comportamiento sísmico de la vivienda de Blanca Varela, se observa un aumento del 1.07% en la dirección X y un aumento de 0.06% en dirección Y, Gaytán (2017) expresa una variación de 3% entre sus resultados mostrando un mayor resultado en la cortante dinámica cuando se trata de un ladrillo menos resistente.

Los resultados del programa Etabs en el análisis de la vivienda mostró una comparación de la diferencia de las rigideces por piso entre el ladrillo de ensayo y el ladrillo normativo, demostrando la influencia de la resistencia a compresión axial del ladrillo en su comportamiento estructural y análisis sísmico, también Martine, (2018) mencionó que la vibración de la estructura es la que influye en los esfuerzos de corte y momentos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se concluyó que la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela cumple con la normativa E.030 Diseño sismorresistente, tomando un valor máximo de 0.0017 en su deriva, cumpliendo así con las derivas máximas establecidas por la normativa en albañilería.

Asimismo, la evaluación de la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela no cumple con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería, puesto que el resultado de las muestras arrojó un valor de 22.61 kg/cm², el cual se encuentra por debajo de los 35 kg/cm² que la normativa indica, siendo un 35.4% menos resistente a lo establecido.

Además, se concluyó que la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela influyó en la rigidez de la edificación, cambiando sus modos de vibración, aumentando su cortante dinámica, desplazamientos y derivas de entrepiso.

También, se concluyó que la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso no está relacionada en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela, puesto que el programa Etab's establece que el análisis con el ladrillo de ensayo y ladrillo normativo tienen igualdad de pesos de la edificación, aunque estas varíen en resistencias.

6.2. Recomendaciones:

Se recomienda realizar estudios sobre la resistencia a compresión axial del ladrillo artesanal para determinar un nuevo parámetro en la normativa que se ajuste más a la realidad que se utiliza en el análisis de las edificaciones.

Además, se recomienda enfocarse más en la calidad de los materiales, especialmente en el ladrillo artesanal de las viviendas puesto se ha demostrado que influye de manera notoria en el comportamiento estructural.

También, se recomienda que para un adecuado comportamiento de la estructura de albañilería se tome importancia a su resistencia, ductilidad y rigidez.

REFERENCIAS

7.1. Fuentes bibliográficas

Díaz, J. (2019). *Evaluación De Propiedades Físicas Mecánicas Del Ladrillo Artesanal Solido, Fabricados En Cuatro Distritos De La Región Lambayeque, 2018.*

Gaytán, J. (2017). “Análisis de la respuesta sísmica de una edificación considerando la variación del tipo de unidad de albañilería en Lima 2017.” *Universidad César Vallejo.*

Quintero, L., Cantillo, O., y Robles, D. (2018). Análisis de la variabilidad del peso de los ladrillos y la importancia de estos parámetros para la producción en la ladrillera Las Casitas, Valledupar-Cesar. *Revista Agunkuyâa, 1(1), 5–20.*
<https://doi.org/10.33132/27114260.1235>

Rolando, A. (2006). Resistencia característica a compresión de una fábrica de ladrillo en función de la resistencia de sus componentes. Comprobación experimental de expresiones analíticas de la normativa europea. *Materiales de Construcción, 56(283), 91–98.* <https://doi.org/10.3989/mc.2006.v56.i283.11>

7.2. Fuentes bibliográficas

Abanto, F. (2014). *Análisis y diseño de edificaciones de albañilería.*

Afanador, N., Guerrero, G., y Monroy, R. (2014). Propiedades Físicas Y Mecánicas De Ladrillos Macizos Cerámicos Para Mampostería. *Igarss 2014, 22(1), 1–5.*

Bazán, E., y Meli, R. (2002). *Diseño Sísmico de Edificios.*

Gallegos, H., y Casabonne, C. (2005). *Albañilería estructural.*

González, R. (2018). Un paso adelante para prevenir el riesgo sísmico. *Revista Universidad EAFIT, 53(172), 50–53.*

Hernández, R., Carlos, F., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6).

INEI. (2018). *Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*.

Jaramillo, D. (2014). Filosofía de la ingeniería Una disciplina profesional en construcción. *Inge Cuc*, 10(1), 9–18.

Martinez, W. (2018). *Influencia del empleo de ladrillo artesanal de Guayaquil en el comportamiento sísmico de edificaciones de albañilería confinada de mediana altura*.

Tavera, H. (2001). Peligro sísmico en Lima y el país. *Repositorio Institucional - IGP*, 8(14), 30–35.

7.3. Fuentes hemerográficas

E. 070 Albañilería. (n.d.).

E.030 Diseño Sismorresistente. (2018).

7.4. Fuentes electrónicas

Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación. Serie integral por competencias*. Recuperado de <http://www.editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>

Benítez, A. (2020). Principios filosóficos (dialécticos) de la ingeniería estructural de implicaciones en la seguridad. *Ventana Científica*, 10(16), 17. Recuperado de <http://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica/article/view/42>

Ccama, E. (2021). *Evaluación Y Comparación De La Resistencia Y Características Del Ladrillo Artesanal, Semimecanizado Y Mecanizado Para Muros Y Techos En La Ciudad De Puno* [Universidad Nacional del Altiplano]. Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15280>

Chopra, A. (2014). *Dinámica de estructuras*.

Pacco, Y. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico de unidades de albañilería de arcilla en muros portantes utilizados en la ciudad de Juliaca, 2018*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12840/2177>

San Bartolomé, Á. (1994). *Construcciones de Albañilería. Comportamiento sísmico y estructural*. Recuperado de <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/72>

San Bartolomé, Á., Quiun, D., y Silva, W. (2018). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Recuperado de <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/170319>

Valdivia, J. (2021). *Comparación de la resistencia a la compresión (f_m) de pilas de ladrillo artesanal elaboradas con mortero tradicional y mortero no tradicional (massa dundun) - Cajamarca - 2021*. Recuperado de [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23982/Delgado Espinoza%2C Yaceli Maribel.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23982/Delgado_Espinoza%2CYaceli%20Maribel.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p style="text-align: center;">Problema General</p> <p>¿La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela cumple con la normativa E.030 Diseño sismorresistente?</p> <p style="text-align: center;">Problemas Específicos</p> <p>¿La evaluación de la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela cumple con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería?</p> <p>¿Cómo influye la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela?</p> <p>¿La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso está relacionada en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela?</p>	<p style="text-align: center;">Objetivo General</p> <p>Evaluar la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela de acuerdo a la normativa E.030 Diseño sismorresistente</p> <p style="text-align: center;">Objetivos Específicos</p> <p>Evaluar la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela de acuerdo con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería</p> <p>Determinar la influencia de la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela</p> <p>Determinar la relación de la resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela</p>	<p style="text-align: center;">Hipótesis General</p> <p>La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela cumple con la normativa E.030 Diseño sismorresistente</p> <p style="text-align: center;">Hipótesis Específicos</p> <p>La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal del centro poblado Blanca Varela cumple con el valor mínimo requerido de la normativa E.070 Albañilería de 35 kg/cm²</p> <p>La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal influye en la rigidez del comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela</p> <p>La resistencia de la compresión del ladrillo artesanal y el peso está relacionada en el comportamiento estructural de una vivienda del centro poblado Blanca Varela.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Independiente</u></p> <p>Resistencia de la compresión del ladrillo artesanal</p> <p style="text-align: center;"><u>Dependiente</u></p> <p>Comportamiento estructural de las viviendas</p>	<p style="text-align: center;">Resistencia a la compresión axial</p> <p style="text-align: center;">Comportamiento Estructural</p> <p style="text-align: center;">Aplicación de la NTP E.030 Diseño Sismorresistente</p>	<p style="text-align: center;"><u>Tipo De Investigación</u></p> <p>El tipo de estudio será aplicativo</p> <p style="text-align: center;"><u>Diseño de la Investigación</u></p> <p>El diseño utilizado es no experimental</p> <p style="text-align: center;"><u>Nivel de Investigación</u></p> <p>El nivel de estudio es explicativo</p> <p style="text-align: center;"><u>Enfoque de la Investigación</u></p> <p>La investigación es cuantitativa</p> <p style="text-align: center;"><u>Población y muestra</u></p> <p>Vivienda de dos pisos de sistema constructivo de albañilería con ladrillos artesanales del centro poblado Blanca Varela, Puerto Supe, Barranca, Lima.</p>

ANEXO 2: RESULTADOS ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : HORNA VARGAS ROSA MARIA
 Obra : ANALISIS DE COMPORTAMIENTO SISMICO EN VIVIENDAS REALIZADAS CON LADRILLO ARTESANAL DEL CENTRO POBLADO BLANCA VARELA, PUERTO SUPE

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería
 Expediente N° : 20-0248
 Recibo N° : 69588
 Fecha de emisión : 31/01/2020

1.0. DE LA PILAS : Pilas elaboradas con ladrillos artesanales king kong, marca YOSHI.
 El mortero fue elaborado, utilizando una proporción en volumen de:

Cemento	Árdena
1	4

Espesor de junta: 1.5 cm.
 Los materiales que componen el mortero son: cemento Sol Tipo I y arena gruesa.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO
 Certificado de calibración CMC-066-2019

3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia: NTP 399.805-2018.
 Procedimiento interno AT-PR-08.

4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA DE ROTURA (KQ)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ÁREA BRUTA (Kg/cm ²)	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1 - 1: Pila	17/01/2020	31/01/2020	21.0	11.4	42.1	239.4	4800	1.13	22.7	Separación del frente superficial
M - 1 - 2: Pila	17/01/2020	31/01/2020	21.2	11.3	42.1	239.6	5100	1.14	24.2	Separación del frente superficial
M - 1 - 3: Pila	17/01/2020	31/01/2020	21.1	11.3	42.1	238.4	5500	1.14	26.2	Separación del frente superficial

5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.
 Técnico : Sres. R. V. M. / E.C.V.




MSc. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras preparadas por el solicitante.

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO 3: VIVIENDA MODELADA



ANEXO 4: CENTRO POBLADO BLANCA VARELA



Nota: Fotografía en el lugar de estudio