



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Comportamiento sísmico en sistemas de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo de plástico reciclado, Trujillo, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Niquin Carranza, Leonidas Mariano (orcid.org/0000-0003-3650-0253)

Pascual Geronimo, Jose Ansberto (orcid.org/0000-0002-8858-7496)

ASESOR:

Mg. Diaz Rodriguez, Breitner Guillermo (orcid.org/0000-0001-6733-2868)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

Dedico este proyecto de investigación a Dios por iluminar mi camino y por rodearme de personas maravillosas. A Mi por la perseverancia y sacrificio en esta etapa de mi formación profesional. La dedico a mis padres por forjar en mi un hombre útil a la sociedad, a mis hermanos, a mi esposa y a mis hijos por su ayuda incondicional y su aliento para proseguir hasta llegar a la meta.

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios por siempre darme la fortaleza para continuar en lo propicio y lo adverso, por guiarme en el sendero de la prudencia y darme la sabiduría en esta etapa como investigador.

A mis hijos quienes son el motor que impulsa mi deseo de superación, A toda mi familia por su ayuda incondicional, aliento y motivación.

A los docentes de la Universidad por sus enseñanzas y por compartirme sus experiencias potenciando mis conocimientos y habilidades.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DIAZ RODRIGUEZ BREITNER GUILLERMO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Comportamiento sísmico en sistemas de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo de plástico reciclado, Trujillo, 2023", cuyos autores son PASCUAL GERONIMO JOSE ANSBERTO, NIQUIN CARRANZA LEONIDAS MARIANO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 19 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ RODRIGUEZ BREITNER GUILLERMO DNI: 43153608 ORCID: 0000-0001-6733-2868	Firmado electrónicamente por: BGDIAZRO el 21-12- 2023 07:19:52

Código documento Trilce: TRI - 0700947





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, NIQUIN CARRANZA LEONIDAS MARIANO, PASCUAL GERONIMO JOSE ANSBERTO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Comportamiento sísmico en sistemas de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo de plástico reciclado, Trujillo, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
PASCUAL GERONIMO JOSE ANSBERTO DNI: 46946769 ORCID: 0000-0002-8858-7496	Firmado electrónicamente por: JAPASCUALP el 15-01- 2024 20:39:56
NIQUIN CARRANZA LEONIDAS MARIANO DNI: 41662306 ORCID: 0000-0003-3650-0253	Firmado electrónicamente por: LMNIQUINC el 14-01- 2024 09:37:50

Código documento Trilce: INV - 1560435



ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de originalidad del/os autores/es	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1 Tipo y diseño de investigación	11
3.2 Variables y operacionalización.....	11
3.3 Población, muestra, muestreo y unidades de análisis	12
Muestreo.....	14
Unidades de análisis.....	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5 Procedimientos	15
3.6 Método de análisis de datos.....	19
3.7 Aspectos de ética.....	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES.....	28
VII. RECOMENDACIONES.....	29
REFERENCIAS	30
ANEXOS	

índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones técnicas.....	14
Tabla 2. Análisis de datos.....	21
Tabla 3. Propiedades físico mecánicas del ladrillo de plástico reciclado.....	22
Tabla 4. Cortante basal.....	24
Tabla 5. Calculamos de drift y determinamos los resultados finales derivas XX	24
Tabla 6. DERIVAS YY	25
Tabla 7. Análisis sísmico y desplazamientos laterales.....	25

Índice de figuras

Figura 1. Características del ladrillo hecho de plástico reciclado.....	11
Figura 2. Ladrillo hecho de plástico reciclable.....	12
Figura 3. Procedimiento para la preparación de la masa del plástico para la presentación final del prototipo.....	14
Figura 4. Molde para ladrillo de plástico reciclable	15

Resumen

En la presente investigación tuvo el objetivo determinar comportamiento sísmico en sistema de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado, Trujillo, 2023. El tipo de investigación realizado fue aplicada y de diseño experimental longitudinal. La población estuvo conformada por un muro elaborado con ladrillo plástico reciclado de 12m², cuyas medidas fue de 40 cm x 12,5cm x 10cm de alto. La muestra estuvo representada por 6m² de ladrillos hechos 100% de plásticos reciclables, la técnica utilizada fue la observación. Los resultados obtenidos fueron: resistencia a la compresión (1y2% deformación) de 126 kg/cm² y flexión 230 kg/cm². Cortante basal: $V_{\text{basal}} = (ZUCS/R) P$, $ZUCS/R = 0.43750$ y $V = 116.17 \text{ Tn}$, comportamiento sísmico y desplazamientos laterales significativos. También se determinó su peso específico, cuyo valor fue de 0.90 gr/cm³, módulo de elasticidad 11500 kg/cm², coeficiente de Poisson 0,33 de acuerdo a los procedimientos enmarcado en la norma ASTM. Observándose fuerzas sísmicas de 42.33Tn en el primer piso y de 73.84Tn en el segundo piso. Se concluye que el comportamiento sísmico en sistema de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado en los desplazamientos xx- yy, se obtienen diferencias sustanciales entre los muros de los pisos 1 y 2.

Palabras clave: Comportamiento sísmico, sistema de albañilería, plástico PET, fuerzas sísmicas.

Abstract

The objective of this research was to determine seismic behavior in a confined masonry system for walls made with recycled plastic brick, Trujillo, 2023. The type of research carried out was applied and had a longitudinal experimental design. The population was made up of a wall made of recycled plastic brick of 12m², whose measurements were 40 cm x 12.5cm x 10cm high. The sample was represented by 6m² of bricks made of 100% recyclable plastics, the technique used was observation. The results obtained were: compressive strength (1 and 2% deformation) of 126 kg/cm² and bending strength of 230 kg/cm². Basal shear: $V_{\text{basal}} = (ZUCS/R) P$, $ZUCS/R = 0.43750$ and $V = 116.17 \text{ Tn}$, seismic behavior and significant lateral displacements. Its specific weight was also determined, whose value was 0.90 gr/cm³, elastic modulus 11500 kg/cm², Poisson's coefficient 0.33 according to the procedures framed in the ASTM standard. Seismic forces of 42.33Tn were observed on the first floor and 73.84Tn on the second floor. It is concluded that the seismic behavior in a confined masonry system for walls made with recycled plastic brick in the xx- and y displacements, substantial differences are obtained between the walls of floors 1 and 2.

Keywords: Seismic behavior, Masonry system, PET plastic, seismic forces.

I. INTRODUCCIÓN

El material plástico por tener características de flexibilidad y tener como derivados del petróleo ha tenido mayor acogida en el mundo teniendo una producción excesiva. Por ello, el problema de contaminación en los últimos tiempos ha causado un deterioro en los diferentes ecosistemas, ocasionando grandes daños en la flora y fauna. Tal como corrobora la ONU (2021), donde señala que la contaminación producto del plástico se ha reproducido de manera exponencial en los últimos años y produciría efectos en la salud, economía, la biodiversidad y el clima. En ese sentido, el reciclaje no es suficiente en solucionar la contaminación. Sin embargo, el INEI CENSO (2017), sostiene que se ha generado 641,318,91 kg. de botellas plásticas PET. Para el Ministerio del Ambiente (2020), 7 905,118.13tn anuales de residuos.

El problema de la contaminación está relacionado por el crecimiento de la población de forma exponencial donde el uso de las diferentes bolsas de plásticos de forma irresponsables es desechado en lugares no apropiados, envases que vienen en diversos productos envueltos o empaquetados con plásticos que se utilizan una sola vez y que son hechos por compuestos orgánicos o sintéticos que tienen características maleables. La contaminación por plásticos es una amenaza creciente en todos los ecosistemas donde se origina la contaminación llegando hasta el mar, por lo que se requiere una mayor conciencia del consumidor y ser más responsable en la utilización de los plásticos (Programa de la Naciones Unidas para el medio Ambiente (PUNUMA, 2021). Teniendo en cuenta el problema existente se está realizando a nivel mundial reuniones, debates, en materia de la contaminación como organismos internacionales UNEA (Asamblea de las Naciones Unidas para el medio ambiente).

Por otro lado, en nuestro medio la población carece de una vivienda digna, donde no cuentan con un buen material que le brinde seguridad para su salud (Villena 2023). Especialmente en las regiones del Perú donde existe con mayor población, se presenta la dificultad en construir una vivienda con el sistema estructural de albañilería confinada. Aun así, las construcciones son hechas sin asesoría de un profesional. Todo ello son factores por falta de recursos económicos en las diferentes familias. Especialmente en la región de la libertad donde se requiere

tener viviendas de calidad y seguras (Flores, 2018). Por ello, la presente investigación busca una alternativa de mejoras en las construcciones de muros hechos de ladrillo de plástico reciclable. El propósito es transformar plásticos reciclables logrando el desarrollo social y ambiental.

Al respecto, el ladrillo plástico reciclable es una alternativa donde muestra algunas ventajas para los muros, uno de ellos son los resultados en los laboratorios donde lo pesos de los ladrillos son más liviano. Gaggio (2016) señala que los ladrillos diseñados con plásticos reciclados son simples y económico. Además, no contaminan, más bien los residuos tienden a disminuir los plásticos botados en la calle. Por su parte, Mercedes (2008), señala que los ladrillos es un elemento para las construcciones y muros. En el caso del ladrillo convencional, son hechos con arcilla y arena mezclados con cemento. En el plástico reciclado se puede observar las que son hechos de resina y otras sustancias son más flexibles (Gómez, 2016). Como reciclado se puede entender como el uso de materiales sobrantes, donde se puede reutilizar (Gonzales 2005). PET como plástico reciclado es un material que procede del petróleo su nombre conocido es polietileno (PET) tereftalato o polotereftalado de etileno utilizados en diferentes materiales (Gómez, 2016).

Después, de revisar la realidad problemática del estudio nos formulamos la siguiente pregunta: ¿Cuál es el comportamiento sísmico en sistema de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado, Trujillo, 2023? Preguntas específicas: ¿Cuáles son las características Físico mecánico del plástico reciclado? ¿Cuáles son las fuerzas sísmicas de cada piso y el cortante basal? ¿Cuál es comportamiento sísmico y el desplazamiento xx- yy.?

La presente investigación se justifica en el ámbito teórico, porque al elaborar un prototipo de ladrillo hecho de plástico reciclable, aplicando las normas American Society for testing and materiales (ASTM) y las técnicas (ITINTEC 331.017) se obtiene ladrillo de buena resistencia a la comprensión y densidad, además busca mejoras en el medio ambiente. Donde las familias tendrán viviendas seguras y de calidad.

En lo práctico, elaborar ladrillos de plásticos reciclables se logrará obtener varias ventajas a comparación con ladrillos hechos con arcilla y concreto. Algunas de ellos son respecto a su peso, costo, social, ambiental y seguridad. En lo económico,

realizar edificaciones con materiales tradicionales tienen un elevado costo y demanda mayor tiempo en su traslado. Es por ello, una de las alternativas es la elaboración de un ladrillo hecho de plástico reciclable para la utilización de muros, a bajo costo y menor peso a comparación de los ladrillos convencionales. En la justificación ambiental, ayuda a reducir el problema de la contaminación, logrando en la ciudad realizar el reciclaje de plásticos y lograr reutilizarlo dando un valor añadido en la construcción de viviendas elaborando nuevos materiales.

El objetivo general en la presente investigación es: Determinar comportamiento sísmico en sistema de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado, Trujillo, 2023.

Los objetivos específicos son: (a) Determinar las características Físico mecánico del plástico reciclado. (b) Determinar las fuerzas sísmicas de cada piso y el cortante basal y (c) Determinar el comportamiento sísmico y el desplazamiento xx- yy.

La hipótesis de investigación es: El comportamiento sísmico en sistemas de albañilería confinada es adecuado para muros elaborados con ladrillo de plástico reciclado, Trujillo, 2023.

A hora bien, en los muros confinados la sección transversal mínima de las columnas es de $A_c = 20t \text{ cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

Continuando con la información del marco teórico se presenta los antecedentes en el ámbito internacional, nacional y local. Información que respaldan el estudio mencionado anteriormente. A nivel internacional, Hoyos et al., (2017), realizaron una investigación en la ciudad de México, con el plástico reciclaje para la construcción de ladrillos. El objetivo de la investigación es aprovechar el plástico reciclable en diferentes usos, especialmente en la construcción de ladrillos para su aprovechamiento como material de construcción. Se concluye, con el plástico reciclable se puede dar diferentes usos, en el caso de los ladrillos de plásticos que al ser utilizados en los muros no requieren de ningún otro material. Además, tienen un 20% menos en cuanto al costo promedio de la construcción de la vivienda.

Adriano (2021) realizó una investigación para afirmar que el bloque si cumple con lo especificado en la norma para uso en la construcción.

Aliaga (2017) desarrolló una investigación sobre evaluación técnica de la mezcla de concreto con pets reciclable, para la producción de ladrillo de concreto compuesto en la construcción.

Orjuela, et al. (2018) desarrollaron un proyecto investigativo en la ciudad de Barrancabermeja, con el objeto de examinar el efecto del tiempo y temperatura de preparación en los ladrillos hechos de plásticos reciclados. Fue aplicada su tipo de investigación. Para el desarrollo se emplearon plásticos reciclado polipropileno y polietileno de alta densidad con temperatura de 150° y 200° con tiempos de 120 y 180 min. Se utilizaron las normas ASTM D695, D570, D792 y D635. Se obtuvieron ladrillos compactos con temperaturas de 170°C en un tiempo de 150 min. Concluyendo, los ladrillos de plástico reciclado presentan una buena resistencia a comparación con los convencionales por su menor absorción de agua y densidad, especialmente en los ladrillos de polietileno.

Perico et al. (2022), realizaron una investigación sobre prototipos de ladrillos de plástico reciclable y arcilla convencional. El estudio fue de tipo aplicada. se realizaron comparaciones con ladrillos de plásticos y arcilla convencional. Llegando a la conclusión que los ladrillos hechos de plásticos reciclable muestran mejor

comportamiento en su manipulación, proceso de acople y mayor respuesta ante fuerzas de compresión y flexión a comparación de los convencionales.

Flores (2018) desarrolló su investigación en la ciudad de Lima, con el fin de determinar masa, uniformidad dimensional, además resistencia a la compresión de los plásticos reciclados. El tipo de investigación fue aplicada. Se utilizó dos tipos de dosificación de muestra, donde se realizó los ensayos físicos y mecánica. Obteniendo los como resultados: masa 2871,65 gr., dimensiones 0.2335m de largo x 0.1275m de ancho x 0.85m de altura. La capacidad de resistir a la compresión de las muestras fue: muestra 1, 1.04 kg/cm², muestra 2, 53.1 kg/m². Concluyendo que la dosificación fue de 0.7 PET y 0.3 PEAD adicionando un aditivo, es decir alcanzando influir esta mezcla en las especificaciones físicas y mecánicas.

Pérez (2021) realizó una investigación en la ciudad de Carabayllo, relacionado al uso del PET en las cualidades de bloques de concreto ecológicos. el objetivo fue evaluar la influencia del plástico PET en las cualidades del ladrillo. Fue aplicada su tipo de investigación, cuantitativo su enfoque. Fue cuasi experimental el diseño de investigación. Los resultados obtenidos fueron: el incremento de resistencia de un 25% con 258,90kg/cm², En la compresión diagonal en muretes se obtuvo una disminución de 15,81 kg/cm² a 7.07 kg/cm² proporcional a la adición del PET. Concluyendo, que la adición del PET mejora las cualidades del ladrillo de concreto.

Pizango (2019) desarrolló una investigación sobre diseño de ladrillo de 0.15 x 0.30 x 1.20 en techo aligerado con plásticos reciclados con el fin de reducir las cargas muertas de la edificación, San Martín – Rioja.

Reinoso y Vergara (2018), realizaron un estudio sobre la elaboración de ladrillos hechos de plásticos PET. El tipo de investigación fue aplicado y de enfoque cuantitativa. Se realizó cuatro diseños de ladrillo PET y ceniza volcánica, arcilla, sílice y también el ladrillo tradicional. También se realizaron pruebas físicas de resistencia a compresión, tracción y humedad. Los resultados del ladrillo elaborado con PET muestra una resistencia superior a la compresión (3.81 MPa), mientras que el ladrillo de sílice y el convencional a tracción, la resistencia fue de 1.70 MPa. Con respecto a la humedad el eco ladrillo presenta un 16.6% y el convencional de 10.70%. Se concluye que el ladrillo tiene un valor menor de \$0.32, a comparación del convencional, además no permite gases nocivos.

Rodas (2021) realizó una investigación que al efectuar el comparativo de precios o importes de la casa unifamiliar en sus dos procedimientos constructivos y que al ejecutar la vivienda con el método constructivo de bloques de plástico reciclados (brickarp), se consigue un ahorro económico de 33%.

Belizario (2022) realizó una investigación donde obtuvo los siguientes resultados, el 80% de plástico con el 20% de agregado fino y grueso mejoran las cualidades mecánicas del adoquín elaborado de plástico reciclado.

Córdova (2019) realizó una investigación sobre influencia de la fibra de plástico reciclado PET, es positivo en el porcentaje optimo con respecto al ensayo de la propiedad de la resistencia a la compresión.

Meza et al. (2021). desarrollaron una investigación en la ciudad de Aguascalientes, México. Donde realizaron los estudios sobre los desechos de plástico PET con mezcla de concreto para producir muestras prismáticas. Se realizaron desempeño a tracción con los parámetros admitidos donde uno de ellos fueron la resistencia y la rigidez a tracción, dicho estudio fue acorde al JSCE. Los resultados fueron que al adicionar partículas de PET en el hormigón, se observó su resistencia residual a comparación con aquellos con fibras vírgenes. Concluyendo que el ladrillo elaborado con baja fibras de plástico reciclados en el concreto no es adecuado debido a la limitación de su resistencia residual y ductibilidad.

Luzula y Torres (2017) desarrollaron una investigación donde utilizaron material plástico reciclado también la adición en la fabricación de ladrillos de vidrio compactado de cemento.

Ivana et al. (2018) realizaron una investigación en Colombia sobre el calentamiento y tipo de plástico, su objetivo fue ver su efecto de temperatura en la resistencia a la compresión, densidad, elasticidad, absorción de agua. En el estudio se utilizaron plásticos polipropileno y polietileno a temperaturas de 150 y 200 °C, para ambos estudios se tuvieron en cuenta las normas ASTM D695, D570, D792, D635. Concluyendo que los ladrillos elaborados con temperatura alta muestran resistencias mayores a comparación con ladrillos convencionales.

Pérez y Zamora (2020) realizaron una investigación donde el diseño optimo, es el ladrillo de concreto con adición de fibra al 20%; en donde los resultados muestran mayor resistencia a esfuerzos de compresión. La resistencia promedio

máxima fue de 67.27 kg/cm² (6.7MPa), siendo 13.54% más resistente al adobe patrón sin adición de fibra.

Rodríguez et al. (2020) desarrollaron un estudio en México, sobre bloque de plástico reciclado. El objetivo fue crear bloques para muros de edificios. Se realizaron con porcentajes diferentes en su composición para ver el mejor bloque. El estudio fue de enfoque cuantitativo. Los resultados muestran los efectos y magnitud. Concluyendo que elaborar bloques de ladrillo con plástico reciclable evitan daños a las personas que habitan en el medio.

Rengifo y Romero (2021) realizaron una investigación donde se estableció que su testigo de plástico con cualidades del 74% PET, 9% de aserrín y 17% de agregado fino, arrojó como resultados 101.9 kg/cm², teniendo un alto estándar a la norma ASTM, con estos resultados se puede decir que el testigo si cumple con las normas para su uso en la construcción.

Continuando con la información teórica del prototipo de ladrillo de plástico reciclado, se iniciará revisando el estudio del ladrillo de plástico. La NTP E.070 (2006), señala que una unidad de ladrillo presenta características en peso y dimensión. Además, es manipulable con una sola mano y puede ser alveolares, huecas, tubulares y sólidos. Son producidos de forma artesanal e industrial.

Ahora un ladrillo hecho con plástico reciclable, es un producto elaborado basado con técnicas y logrando contribuir en la calidad del medio ambiente (Urzúa, 2019). En ese sentido, los ladrillos fabricados con plástico reciclable muestran un menor impacto ambiental al no generar las emisiones del CO₂ (Reynaga y Rodríguez, 2022). Esto nos permite saber la utilización de un porcentaje de tereftelato de polietileno, donde se consigue una resistencia a los esfuerzos de compresión y a las cualidades mecánicas, térmicas y físicas (Loayza y Mostacero, 2020).

Ahora bien, la elaboración de los ladrillos de plásticos reciclados también muestra algunas ventajas en relación a los convencionales tales como: mayor resistencia y un menor costo, logrando ser una de las mejores alternativas como aislante y por ser liviano (Fermín et al.,2018). Aun así, los plásticos no sufren cambios por altas temperaturas por ser termoestables, pero pueden moldearse por ser termoplásticos (Chira 2018). Por tal razón es necesario conocer de qué están hechos los plásticos. En ese sentido, los plásticos están hechos por un conjunto de

cadena de moléculas denominado polímeros; los cuales están formado por composición orgánica con características de masa molecular de oxígeno, carbono, azufre e hidrógeno (Ojeda 2018). Por tener estas características, el plástico es un material aislante térmico y eléctrico. Además, presenta que es capaz de resistir a sustancias químicas como ácidos y álcalis (Cevallos, 2018).

Por otro lado, es necesario conocer los diferentes tipos de plásticos por lo que tienen usos diferentes. En primer lugar, se tiene al grupo naturales y en segundo lugar a los sintéticos, donde se presentan en termoplásticos, termoestables o elastómeros. Ahora, para su reciclaje dependerá de los elementos de su composición y lograr una cadena de consumo menos contaminante. En ese sentido, se conoce las siguientes clases de plástico: PET (polietileno de tereftalato), que se utilizan en embaces de bebidas de refrescos o agua, también en otros alimentos como envolturas de alimentos u otros usos farmacéuticos. Como segunda vida es convertirla en nuevos envases, prendas de vestir, velas náuticas y cuerdas. Su nivel de reciclaje es considerado 1 y las sustancias toxicas que contienen antimonio, y otras sustancias químicas (formaldehído, acetaldehído y ftalato). Con esas características el 11% de residuos plásticos existen en el planeta. Para reciclar los plásticos PET, es necesario verificar que su contenido se ha vaciado completamente.

El HDPE (polietileno de alta densidad), es el plástico que se utiliza en los productos de botellas de leche, detergentes, aceites de motores o paquetes de alimentos. El uso que se puede realizar es para cajas, nuevos envases, portadores de desechos, juguetes, tuberías y partes de mobiliarios urbanos, es considerado uno de los plásticos más resistentes que el PET, por contener antimonio como sustancia tóxica, para reciclarlo es necesario haber vaciado y lavado los envases.

PVC (policloruro de vinilo), es tercer plástico se observa en las tarjetas de crédito, tubos de CPVC y otros insumos de la construcción, revestimiento y/o fundas de cables, piezas sintéticas y cuadros de puertas y ventanas. El reciclado se puede realizar para calzados, reglas, otros utensilios para el hogar y tubos para riego, contiene sustancia toxica el nonilfenol. Para reciclar es muy difícil por contener componentes químicos fuertes.

LDPE (polietileno de baja densidad), es un plástico que se utiliza para film adhesivo, bolsas de compra, el plástico de burbujas, botellas más flexibles, bolsas de suero, ampollas flexibles o recubrimiento de cableado. Contienen sustancias tóxicas de ftalatos, aldehídos, cetonas, ácidos y carboxílicos, representa el 20% de desechos plásticos en el planeta. El reciclaje del LDPE, tiende en algunas ocasiones contaminación en otros materiales durante el proceso de reciclado. Es recomendable separarlo con otros tipos de plásticos.

PP(polipropileno), son plásticos que se encuentran en los tapones de botellas, repuestos de automóviles, fibras de algunos tejidos, alfombras, lonas hasta incluso pañales o material médico (jeringuillas). El reciclaje de dicho plástico puede constituirse sillas de plásticos, equipos de jardinería, escobillas, cubos de fregar o raspadores de hielo. Para reciclar, es 100% reciclable.

Por último, PS (poliestireno) estos tipos de plásticos se encuentran en vasos de bebidas caliente, envases de yogures, bandeja de comida, cubiertos de plásticos, piezas electrodomésticos y juguetes. Su reciclado está presente en aislamientos térmicos, útiles de oficina, perchas, macetas o tachos de basura. Comporta el 6% de residuo plásticos en el medioambiente (DKV, 2021).

Comportamiento sísmico, en una estructura en una edificación se presenta en sistemas estructurales según la Norma Técnica E030 de diseño sismo resistente. (Mollehuara & Cordova, 2020).

El periodo de vibración depende de la rigidez de los aisladores, teniendo en cuenta, peso de la superestructura, rigidez afectiva y aceleración de la gravedad.

(Garrido, 2022)

El desplazamiento, el análisis incremental del colapso es la más representativa en un análisis estáticamente no lineal. El propósito es determinar la curva de capacidad, curva que está relacionada en corte basal V , es decir es conocida como análisis sísmico por desempeño (Solís, 2016).

Albañilería confinada, está conformada por concreto armado, que consiste en elementos de vaciado de elementos de confinamiento (San Bartolomé, 1990).

Los elementos estructurales que constituye la albañilería confinada corresponden a vigas y columnas, además muros de albañilería. Así mismo los componentes

Uso de la norma E030 para muros confinados, en los casos de los muros rectangulares donde se realizan los esfuerzos de flexión se realiza los cálculos mediante las teorías de resistencia de materiales. Los datos de los muros confinados son: altura libre de 2,45m, longitud (L= 2,95) incluye el peralte de las columnas, espesor efectivo(t=0,13m), área de la sección (A=tL=13x295= 3850 cm², momento de inercia= $I=t^3/12=278 \times 10^5$ cm⁴).

El diseño por comprensión axial está dado por la expresión correspondiente a la cantidad de la reducción de resistencia por esbeltez del muro: $F_a=0,2f_m(1-(f/35r)^2)$. Deducción de fórmulas para diseño de corte en muros confinados. Para muro de un solo paño entre piso se muestra como un tabique, en estos casos la albañilería trabaja de la forma puntal y la columna como un tirante.

Equilibrio $T=V(h/L)$, para una carga iguala 1,25 con un factor de reducción de resistencia atracción de 0,9 se tendrá en cuenta:

$T_u= 1,25T= 1,25V (h / L) = A_s f_y= 0,9 A_s f_y$, para el área de acero (AS) es requerida por corte en elementos verticales: $A_s= 1,4 V (h / L)$.

El área de acero de la Solera será; $A_s= 1,4 V/f_y$.

El refuerzo calculado para soportar la carga que produce la rotura del concreto es igual a 0.1 fca. un área de concreto igual a A_c (Norma E- 070).

$A_s \text{ mín.} = 0,1 f_c A_c / F_y$

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación según su finalidad será aplicado porque busca brindar soluciones al problema formulado en la investigación, rigiéndose en teorías ya existentes (Baena, 2017). En la elaboración del prototipo de ladrillo usando plástico reciclado, su alcance de temporalidad será longitudinal porque habrá varias observaciones en varios momentos en su diseño.

Enfoque de investigación

El enfoque del estudio fue cuantitativo, porque sus variables fueron medibles, donde se utilizó cálculos y análisis de indicadores numéricos, con el propósito de obtener resultados precisos (Aviles & Carrasco, 2020).

Diseño de investigación

El diseño, metodológico utilizado fue experimental, donde por lo menos una variable fue manipulada para observar su reacción en la segunda variable de estudio, así mismo son asignados aleatoriamente (Polonia et al., 2020).

3.2 Variables y operacionalización

Variables:

Variable independiente: Prototipo de ladrillo con plástico reciclado

Definición conceptual:

El plástico reciclable, es un proceso de recuperación de plásticos desechados, que al ser reutilizado se realiza con técnicas y logra contribuir en la calidad del medio ambiente (Urzúa, 2019). El plástico es un material aislante térmico y eléctrico. Es inmune a sustancias químicas como ácidos álcalis (Cevallos, 2018).

Definición operacional: Para la medición de la variable plástico reciclado se utilizó la ficha de observación.

Indicadores: granulometría, peso de plástico reciclado.

Escala de medición: razón

Variable dependiente: Comportamiento sísmico

Definición conceptual. El comportamiento sísmico es la representación del estudio de los parámetros ocurridos en el momento del movimiento sísmico como la fuerza y los desplazamientos (Holguer et al., 2021).

Definición operacional. El comportamiento sísmico se operacionaliza teniendo en cuenta el nivel de daños estructural, esfuerzos internos y fuerzas sísmica de corte, para su medición se utilizó mediante la ficha de observación.

- Indicadores: Desplazamientos laterales, altura de entrepiso, distorsión angular, Fuerza de corte, momentos flectores, esfuerzos axiales, coeficiente sísmico, masa sísmica y cortante basal

Escala de medición: razón

3. 3 Población, muestra, muestreo y unidades de análisis

La población es la selección de objetos o elementos que se muestra a través de características con condiciones comunes (Holguer et al.,2021). La población del presente estudio estuvo conformada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado de 12m² en la ciudad de Trujillo.



Figura 1. Características del ladrillo hecho de plástico reciclado

Dimensiones de ladrillo:

Área útil es:

Largo: 40 cm

Ancho: 12.5 cm.

Alto: 10 cm

2 juntas horizontal: 2.5 cm

2 juntas Vertical: 2.5 cm.

Peso: 4 kg.

Muestra

La muestra estuvo representada por 6m² de ladrillos hechos 100% de plásticos reciclables para muros en un sistema de albañilería confinada. Además, se tuvo en cuenta 3 diseños de mezcla para la fabricación del ladrillo plástico reciclable, representado en tres grupos a temperaturas de: 90° C, 110°C y 150°C. Proceso que se tuvo en cuenta la norma NTP 399-664. El propósito fue saber el comportamiento sísmico en sistema de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado.



Figura 2. Ladrillo hecho de plástico reciclable.

Tabla 1. Especificaciones técnicas

POLIPROPILENO HOMOPOLIMERO		
PROPIEDADES MECANICAS	UNIDAD	VALORES
Peso específico	Gr/cm ³	0.90
Resistencia a la tracción (fluencia/rotura)	Kg/cm ²	300
Resistencia a la compresión como pila	Kg/cm ²	126
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	230
Resistencia al choque sin entalla	Kg.cm/cm ²	No Rompe
Alargamiento a la rotura	%	600
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	11500
Dureza	Shode D	71 - 74
Coeficiente de poisson		0.33
propiedades térmicas		
Calor específico	Kcal/kg °C	0.19
Temperatura de flexión b/carga (18kg/cm ²)	°C	55
Temperatura de uso continuo en aire	°C	0 a 100
Coeficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °c	Por °C	0.00018
Temperatura de fusión	°C	160
Coeficiente de conducción térmica	Kcal/mh°c	0.19
propiedades eléctricas		
Constante dieléctrica a 60 hz		2.25
Resistencia superficial	Ohm	10 a la 16
Resistencia volumétrica	Ohms-cm	10 a la 15
Rigidez dieléctrica	Ky/mm	50

Fuente: elaboración propia

En la tabla 1 siguiente se observa las especificaciones técnicas del polipropileno homopolímero, en cuanto a sus propiedades mecánicas a 23°C, propiedades térmicas y propiedades eléctricas. En cuanto al valor obtenido del peso específico fue de 0.90 teniendo cuenta la norma ASTM D- 792, cuyo cálculo se logró obtener en unidades gr/cm³. Ahora para la resistencia de tracción plástico el valor obtenido es de 300 / –, valor que tuvo sé en cuenta en la norma ASTM D 638, que ayudó ver las características mecánicas y su punto de fluencia y el punto de rotura. También el valor de la resistencia a la compresión obtenida fue de 126kg/cm², donde se consideró la norma ASTM D 695. Asi mismo, la resistencia a la flexión se observa el valor de 230 kg/cm², teniendo en cuenta la norma ASTM D 790.

Muestreo

Es un proceso que a través de métodos se pueda obtener la muestra finita de una población, con el propósito de estimar valores de parámetros (Gómez, 2018). En la presente investigación se consideró el muestreo no probabilístico, es decir se seleccionó a criterio del propio investigador.

Unidades de análisis

La unidad de análisis está representada por las personas que van a medir en participan en el proyecto de la investigación (Polonia et al., 2020). En la presente investigación la unidad de análisis estará representado por objetos es decir ladrillos hechos de plásticos reciclable.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizo fue la observación, que permitió observar los resultados de los análisis de ensayos físico y mecánico, donde se observaran los diseños de mezcla de los diferentes tipos de plásticos reciclable. También se tuvo en cuenta el ensayo de granulometría con el propósito de determinar el tamaño de las partículas del plástico reciclable. Así mismo se someterá a fuerzas de compresión para determinar su resistencia.

Instrumento de recolección de datos:

El instrumento en la presente investigación fue la ficha de registro o de observación, que permitió para la recolección de datos en: ensayo de resistencia a compresión, comportamiento sísmico de un muro, cantidad de plásticos y para el diseño de mezcla la balanza como instrumento mecánico. Además, para la ruptura de los testigos de plástico reciclado se utilizó los instrumentos mecánicos: máquina de ensayo a compresión 112KN, F_25EX, termómetro, balanza electrónica de 6200 gr y 80 kg, sensibilidad 0,1 gr y 10 gr, horno de cocción 200° LA- 08886-74, bandeja metálica 80x80x5 cm, almohadilla de neopreno, vernier, martillo, perfil cuadrado de 1"x 2.5 mm. y recipiente no absorbente metálico.

3.5 Procedimientos

Se tuvo en cuenta los permisos a las empresas que reciclan y trituran el plástico reciclado. En la figura se observa el proceso de la elaboración del ladrillo plástico reciclado, a través de los siguientes momentos: elaboración del molde metálico, proceso de fabricación y presentación final del ladrillo.

Primero: la elaboración del molde metálico estuvo elaborado con las siguientes características: cuatro piezas de planchas lisa de 5/6" y perfiles de 1"x1" que cumplirán de juntas horizontales y verticales. Además, en el interior del molde se muestra perfiles de tubo cuadrado de 1"x 2.5 mm formando juntas machos(espigas) y hembra (canales). Finalmente, en la parte externa el molde cuenta con cuatro piezas de pernos de 3/8 x 1", para el sostenimiento de la masa de plástico.

Segundo: para el proceso de la fabricación del ladrillo de plástico, en primera instancia se realizó el reciclado en diferentes lugares de la ciudad de Trujillo, plásticos de botellas de bebidas gaseosas, bolsas y envolturas. Teniendo el plástico se procedió con la trituración del material reciclado con baja y alta densidad, utilizando cortadora manual estacionaria, material que posteriormente se llevó a un lavado con detergente para eliminar los residuos de grasa u otros elementos que contenga el plástico y así lograr tener en óptimas condiciones.

Tercero. el proceso de cocción del plástico, se realizó a temperatura de 150°, posteriormente vaciando en el molde metálico para su prensado y

endurecimiento. Luego de tener el material enfriado se desemperna y se desmolda para obtener el ladrillo de plástico reciclado terminado.

Cuarto: presentación del ladrillo de plástico de 40 cm de longitud, 12.5 cm de ancho, 10 cm de altura, junta horizontal y vertical de 2.5 cm.

Quinto: verificación de la resistencia a compresión del ladrillo de plástico reciclado en laboratorio, donde se visualizó la máxima carga que logra resistir en la máquina de ensayo.

Para el proceso del modelamiento se tuvo en cuenta lo siguiente aspectos:

Unidad de albañilería

Iniciamos primero por tener los ejemplares y los trasladaremos a un laboratorio certificado para realizar los respectivos ensayos tanto de compresión como de tracción, con el fin de lograr verificar cómo se comporta físicamente como mecánicamente.

Análisis de planos

Revisar si los planos tienen todo su detalle básico para realizar una correcta estructuración en donde debe incluir planos de las especialidades de estructuras, planos de la especialidad de arquitectura.

Análisis sísmico estático:

se realizó teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Calculo de la densidad de los muros estructurales.
2. Peso total de las estructuras, contando como guía a lo especificado en la norma E-030.

Para poder calcular las diferentes cargas que actúan sobre la estructura, se tuvo en cuenta 2 cargas:

cargas vivas: para determinar las cargas vivas nos apoyamos básicamente del Reglamento nacional de Edificaciones E-020 (cargas) que en su capítulo n°3 artículo n°6 (carga viva) la norma presenta la información necesaria que nos ayuda a definir su uso de la edificación y también la carga distribuida para poder analizarlo, y para obtener la carga viva del aligerado final superior nos vamos a su artículo 7 (carga viva de techo).

cargas muertas: para obtener las cargas muertas se realiza la sumatoria los pesos de toda la estructura como muros, columnas, vigas, losas y acabados considerando el peso específico de cada uno de los materiales y su volumen de todos estos materiales a excepción de los acabados.

3. Calculamos el valor de cada parámetro sísmico Z, U, C, S y R, de acuerdo a los cuadros encontradas dentro la norma E-030.

Para lograr encontrar el valor de estos factores debemos tener presente.

Zonificación (Z): el valor de este factor se encuentra dependiendo de la ubicación donde se pretende ejecutar el proyecto, para eso debemos tener claro el tipo de zona sísmica, el valor podemos visualizarlo en la tabla que muestra el segundo anexo de la norma E 0-30 (diseño sismo resistente), en donde esta tabla nos muestra el departamento, provincia y distrito y su zona sísmica. Después que encontramos este indicador procedemos a remitimos al segundo capítulo (peligro sísmico), después nos dirigimos al décimo artículo de la norma (zonificación) para lograr encontrar la valoración del factor "Z".

Factor "U" o factor de uso: la estimación de este factor se encuentra dependiendo de que uso se le dará a la edificación, para eso nos remitimos al tercer capítulo (categoría, sistema estructural y regularidades de las edificaciones), a continuación, nos dirigimos al artículo quince (categoría de las edificaciones y factor de uso U), luego ubicamos la tabla número cinco en donde nos presenta las categorías de las edificaciones y de acuerdo a ellos nos brinda el valor "U".

Factor de amplificación sísmica (C): la estimación de este factor se obtiene dependiendo de las especificaciones del sitio, para eso se debe revisar su artículo catorce, específicamente la tabla número 4.

Parámetro de sitio "S": el valor de este factor se encuentra revisando el artículo doce (condiciones geométricas) en este caso se realiza el estudio de mecánica de suelos (EMS).

Factor de reducción sísmica "R" coeficiente básico de reducción sísmica: el valor de este factor se encuentra revisando el artículo dieciocho, tabla n° 07.

4. Cálculo de la rigidez de muros de albañilería, con ese dato calculamos su centroide de rigidez de toda la estructura.

Para poder realizar la estimación su rigidez se utilizan los métodos convencionales con las formulas ya conocidas para los muros de albañilería se tiene en cuenta el L, E y el h, para calcular la rigidez de las columnas se tiene en cuenta E, I y h.

Para calcular el centroide de liquidez de toda la edificación se suman las rigideces que actúan en toda la estructura multiplicada por el centroide de la gravedad de cada una de las estructuras después se divide entre la sumatoria de la rigidez de la estructura, esto se realiza solamente para la primera planta y para cada dirección estudiada.

5. Se procede también a calcular sus excentricidades teóricamente, accidental y también de diseño. Para poder definir sus excentricidades en cada deriva analizada realizamos la sustracción de centroide de la masa y el centroide de la rigidez de la edificación y esta operación debe resultar inferior al 5% del análisis perpendicular de la dirección.

6. Se determina también la cortante en cada uno de los pisos de la vivienda, su momento torsor de diseño, excentricidad accidental.

Para realizar el cálculo de la cortante basal se realizó teniendo en cuenta los pesos de cada piso con sus respectivas alturas.

Para poder realizar el cálculo del cortante en su base se utilizará esta fórmula:
 $V = (ZUCS/R) * P$ esto se calculó para las dos derivas respectivamente.

7. Se realiza el cálculo de los centros de masas y los centros de rigideces.

Para poder encontrar el centroide de su masa de esta estructura se realizó mediante el método de las áreas.

8. Estimamos las fuerzas sísmicas en cada piso.

Análisis sísmico modal espectral

1. Realizamos la definición de unidades (longitud, peso) que debemos utilizar en el modelamiento.

2. Realizamos la definición de los materiales que debemos emplear (atributos) y sus propiedades físico mecánicas.

3. Realizamos la definición de los elementos que vamos a emplear en el modelamiento.
4. Trazamos el modelo de acuerdo a los elementos ya definidos.
5. Determinamos a través de una hoja de cálculo en Excel el espectro de aceleraciones que vamos a emplear en el modelamiento.
6. Trasladamos el espectro definido al software que estamos usando para el modelamiento.
7. Procesamos el modelo.
8. Analizamos los resultados finalmente obtenidos.

3.6 Método de análisis de datos

Para analizar los datos se tuvo en cuenta las normas del reglamento nacional de edificaciones: E-070, NTP 399-613, donde indica los ensayos a realizarse. Se utilizó el programa Excel, para representarlo en tablas o figuras para su interpretación de sus resultados. También se tuvo en cuenta la siguiente tabla para el análisis y prueba.

Tabla 2. Análisis de datos del espécimen.

ESPECIMEN		ÁREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
COCCIÓN: 90°C	1	150	9910	66.07
	2	150	9740	64.93
	3	150	9851	65.67
COCCIÓN: 110°C	1	150	15540	103.60
	2	150	15601	104.01
	3	150	15635	104.23
COCCIÓN: 150°C	1	150	18881	125.87
	2	150	18803	125.35
	3	150	18930	126.20

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Descripción: en la tabla 2 se observa el análisis de datos del espécimen es de las cocciones de 150°, 110° y 90°. La resistencia menor obtenida fue 66.07 kg/ cm² y el máximo es 126.20 kg/cm².

3.7 Aspectos de ética

En esta investigación se tuvo en cuenta el código de ética internacionales y de la Universidad. Además, el principio de la veracidad, la validez y la confiabilidad de los instrumentos y el respeto a la propiedad intelectual. Finalmente, se consideró la información de fuentes confiables como base de Scopus, WoS y Scielo, así mismo la similitud solicitada por la Universidad.

IV. RESULTADOS

Los resultados presentados y procesados mediante el programa ETABS y el programa Excel, permitieron realizar un comparativo sísmico de una sola vivienda, con dos distintos materiales de sus muros de carga, donde se logró definir el material más óptimo para uso en la construcción de viviendas.

A continuación, se presentan los resultados según los objetivos y la descripción de cada uno de los objetivos.

Objetivo específico (1): Determinar las características Físico mecánico del plástico reciclado.

Tabla 3. Propiedades físico mecánicas del ladrillo de plástico reciclado

Polipropileno homopolimero		
Propiedades mecánicas	UNIDAD	VALORES
Peso específico	Gr/cm ³	0.90
Resistencia a la tracción (fluencia/rotura)	Kg/cm ²	300
Resistencia a la compresión como pila	Kg/cm ²	126
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	230
Resistencia al choque sin entalla	Kg.cm/cm ²	No Rompe
Alargamiento a la rotura	%	600
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	11500
Dureza	Shode D	71 - 74
Coeficiente de poisson		0.33
propiedades térmicas		
Calor específico	Kcal/kg °C	0.19
Temperatura de flexión b/carga (18kg/cm ²)	°C	55
Temperatura de uso continuo en aire	°C	0 a 100
Coeficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °c	Por °C	0.00018
Temperatura de fusión	°C	160
Coeficiente de conducción térmica	Kcal/mh°C	0.19
propiedades eléctricas		
Constante dieléctrica a 60 hz		2.25
Resistencia superficial	Ohm	10 a la 16
Resistencia volumétrica	Ohms-cm	10 a la 15
Rigidez dieléctrica	Ky/mm	50

En la tabla 3, se visualiza las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo hecho de 100% plástico reciclado, en esta oportunidad se ha considerado el

polipropileno homopolimero, respecto a sus propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas. En cuanto a las propiedades mecánicas se obtuvo los valores de resistencias: tracción 300 kg/cm², compresión 126 kg/cm², flexión 230 kg/cm² y choque sin entalla no rompe. Respecto a las propiedades térmicas se obtuvo a temperaturas: 55 °C en temperaturas de flexión, de uso continuo de aire: de 0 a 100 °C. En cuanto a propiedades eléctricas, se consideraron resistencias cuyos valores son: superficial 10 a la 16 (Ohm), volumétricas 10 a la 15 (Ohm-cm).

Objetivo específico (2): Determinar las fuerzas cortantes en cada piso.

3. Determinamos el factor de amplificación sísmica.

$T_p = 0.6$

$T_I = 2.00$

Como $T < T_p$

$C = 2.5$

CÁLCULO DE LAS FUERZAS CORTANTES EN CADA PISO

para evaluar el análisis sísmico estático, debemos calcular las fuerzas sísmicas cortantes en cada piso, mediante la sumatoria de las fuerzas sísmicas que están actuando en el centro de masa de cada nivel de la vivienda y para realizar este cálculo de las fuerzas sísmicas primero debemos calcular la cortante basal.

Tabla 4. CORTANTE BASAL:

output case	Case type	Step type	Fx tonf	Fy tonf
SX	linRespSpec	max	191.9731	31.5504
SY	linRespSpec	max	31.5504	220..0275

Fuerzas cortantes en X

Story	Output case	case type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf
Story 5	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	62.6786
Story 4	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	117.504
Story 3	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	155.7957
Story 2	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	180.727
Story 1	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	191.9731

Fuerzas cortantes en Y

Story	Output case	case type	Step Type	Location	P tonf	VX tonf
Story 5	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	67.7854
Story 4	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	131.0305
Story 3	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	176.4159
Story 2	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	206.1905
Story 1	SX	linRespSpec	Max	Bottom	0	220.0275

se puede apreciar que las fuerzas cortantes en cada piso de la edificación es el acumulado de las fuerzas sísmicas de la parte superior hacia el inferior.

Objetivo específico (3): Determinar el comportamiento sísmico del desplazamiento en los ejes xx- yy

Tabla 5. Calculamos de drift y determinamos los resultados finales

Derivas XX

TABLE: Story Response			
Story	Elevation m	Location	X-Dir
Story5	12.5	Top	0.001794
Story4	10	Top	0.002097
Story3	7.5	Top	0.002216
Story2	5	Top	0.001995
Story1	2.5	Top	0.001127
Base	0	Top	0

Se observa en la Tabla 5 el desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de plástico reciclado (ver anexo).

Tabla 6. Derivas en YY

TABLE: Story Response			
Story	Elevation m	Location	Y-Dir
Story5	12.5	Top	0.000338
Story4	10	Top	0.000397
Story3	7.5	Top	0.000423
Story2	5	Top	0.000394
Story1	2.5	Top	0.00029
Base	0	Top	0

Se observa: en la tabla 6, los desplazamientos de la estructura en la deriva YY que este modelado con muros a base de ladrillos de plástico reciclado (ver anexo).

Tabla 7. Análisis sísmico y desplazamientos laterales

ALBAÑILERIA	DERIVAS	PISO	ALTURA	DRIFTS
PLASTICO RECICLADO	X	PISO 5	12.5	0.001794
		PISO 4	10.0	0.002097
		PISO 3	7.5	0.002216
		PISO 2	5.0	0.001995
		PISO 1	2.5	0.001127
	Y	PISO 5	12.5	0.000338
		PISO 4	10.0	0.000397
		PISO 3	7.5	0.000423
		PISO 2	5.0	0.000394
		PISO 1	2.5	0.00029

En la tabla 7 se observa el análisis sísmico y desplazamientos laterales de la albañilería plástico reciclado, correspondiente a los pisos 1,2,3,4,5. Alcanzando desplazamientos máximos en la deriva X Y en piso 3.

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación la discusión se realizó bajo el método de triangulación donde se analizó teniendo en cuenta los resultados, antecedentes y marco teórico que a continuación se detallan. Se realizó los ensayos de pruebas a la compresión donde se logró comparar la resistencia de la albañilería con ladrillo convencional como del ladrillo echo de 100% plástico reciclado y se obtuvo los siguientes resultados: una diferencia considerable de 65 kg/cm² y de 126 kg/cm² respectivamente, indicador que ilustra donde la utilización de ladrillos de plástico reciclado influye de un modo positivo en los procesos constructivos de albañilería. Asimismo, se determinó su peso específico, cuyo valor fue de 0.90 gr/cm³, módulo de elasticidad 11500 kg/cm², coeficiente de Poisson 0,33 de acuerdo al procedimiento enmarcado en la norma ASTM. Por otro lado, para controlar los desplazamientos laterales, una edificación debe aumentar su rigidez y este proceso resulta más alto en costo teniendo en cuenta que para rigidizar más los elementos de la estructura se adicionan otros aditivos donde no es necesario cuando se tiene en cuenta una vivienda construida con ladrillos de plástico reciclado presenta una mayor rigidez que su par el ladrillo de arcilla, esta ventaja permite un buen comportamiento frente a las fuerzas cortantes tanto en el primer piso y como en el segundo piso.

Resultados que se asemejan con los estudios de Hoyos et al., (2017), que para su aprovechamiento como material de construcción con el plástico reciclable se puede dar diferentes usos, en el caso de los ladrillos de plásticos que al ser utilizados en los muros no requieren de ningún otro material. Además, tienen un 20% menos en cuanto al costo promedio de la construcción de la vivienda. En ese sentido, Realizar el análisis de albañilería con ladrillo de plástico reciclado posee un buen comportamiento sísmico, donde se muestra en la tabla de resultados con la nueva alternativa donde los movimientos se mantienen dentro de los parámetros que especifica la norma E- 030.

Teniendo en cuenta la información de la organización ECOPLAK con su tema titulado “sistema de construcción ligera de calidad, confortable, económico y digno. Tecnología, Business” nos indica que por su forma de fabricar cuenta

una buena eficacia con lo que respecta a su fácil montaje, ya que estos modelos son ejemplares prefabricados y también se pueden usar como separador de ambientes, asimismo pueden usarse como elementos estructurales, solamente se procede a realizar el montaje y correcto anclaje, ya que estos elementos no tienen la necesidad de ser curados o ser tratados después del ensamblaje, como es el caso de otros métodos de construcción convencionales.

También se tiene los estudios de Reinoso y Vergara (2018), donde realizaron un estudio sobre la elaboración de ladrillos hechos de plásticos tereftalato de polietileno. Los resultados del ladrillo elaborado con PET muestra mayor resistencia a la compresión (3.81 MPa), mientras los ladrillos de puzolana y el tradicional a flexión, la resistencia fue de 1,70 MPa. En lo que respecta a la humedad el eco ladrillo presenta un 16.66% y el tradicional de 10.71%. Señalando que el ladrillo tiene un costo menor de \$0.32, a comparación al convencional, además no permite gases nocivos. Resultados que se aproximan respecto al estudio presente cuyo valor obtenido en resistencia a flexión fue 230 kg/cm².

Por su parte, Quevedo (2017) en su investigación sobre albañilería de muros sostiene que construir viviendas con material de plástico tipo PET es una buena alternativa no solo como vivienda ecológica, sino que cumple comportamiento estructural y sísmico, bajo las normas E-030 donde, así mismo tiene un costo de ahorro de 30,42% en sus unidades de albañilería de arcilla. Respecto a la resistencia a la compresión de la albañilería tipo PET se obtuvo un valor 218.7 kg/cm², siendo mayor a los valores de la norma E- 70, mientras en el presente estudio se obtuvo resultados de resistencia a la compresión de 126 kg/cm² valor dentro de la norma establecida, siendo resultado favorable al utilizar ladrillos hechos de plástico TIPO PET.

Mientras los resultados de la investigación de López y Ruiz (2021) en la elaboración de ladrillos hechos de agregados fino y grueso con plástico con porcentaje de 25%, 40 % y 80% tipo PET se obtuvo resultados óptimos, siendo de dimensiones de 13.2 cm x 10,2cm x23,2 cm. Ladrillos donde son hechos para muros de albañilería confinada, cuya resistencia fue de 105,2kg/cm² a 111,6 kg/cm². Siendo mayor a la muestra patrón de 97 kg/cm². Resultado que

demuestra que el material del plástico tipo PET, logra aumentar la resistencia de comprensión en el ladrillo de plástico, no solo al 100% sino también cuando se elabora con otros agregados.

Moya et al., (2018) en su investigación sobre el ladrillo PET, señala que elaborar ladrillo hechos de plástico es una alternativa sostenible para contrarrestar los impactos negativos y mitigar la contaminación ambiental, mejorando densidad, la resistencia a comprensión axial y el peso propio del ladrillo.

A la vez los estudios de Añasco (2022) señala que la adición de plástico tipo PET en la elaboración de los ladrillos modificados cambian significativamente, es decir la resistencia del ladrillo de concreto son modificados al utilizar el plástico PET con buena optimización.

En ese sentido, contrastando con la información teórica sobre los ladrillos hechos del plástico PET, Fermín et al., (2018) señala que existe algunas ventajas al utilizarlo en relación a los convencionales como, por ejemplo: mayor resistencia y un menor costo, siendo una de las mejores alternativas como aislante y siendo un peso liviano. Teniendo esas características los plásticos no sufren cambios por altas temperaturas por ser termoestables, pero pueden moldearse por ser termoplásticos (Chira 2018). Finalmente, uno de los principales componentes de los plásticos es por lo que están hechos por un conjunto de cadena de moléculas denominado polímeros; los cuales están formado por componentes orgánicos con características de peso molecular como el carbono, oxígeno hidrogeno y azufre (Ojeda 2018).

VI. Conclusiones

- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron mediante los ensayos y pruebas físicos y mecánicos se concluye que los indicadores resultan favorables logrando cumplir con lo indicado en la norma E-070.
- Los muros de albañilería confinada con ladrillos de plástico reciclado en una edificación de dos pisos de altura, este tendrá un buen comportamiento estático y dinámico según los resultados de las pruebas y cálculos anteriores.
- Se determinó que los resultados obtenidos en el modelamiento y análisis dinámico de sismo, al construir una albañilería con ladrillo de plástico reciclado redujo las deformaciones en ambas derivas x-x; y-y, desde el primer al quinto piso de la edificación, por lo que se puede afirmar que este material cumple con los parámetros de la norma para ser considerado como una potencial alternativa en la industria de la construcción.
- Se determinó el comportamiento sísmico en sistema de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado, Trujillo, 2023, resultados que se observa en los desplazamientos xx- yy, obteniéndose diferencias sustanciales entre los muros de los pisos 1 al 5, hechos con ladrillos de plásticos reciclados.

VII. Recomendaciones

- se recomienda elaborar ladrillos hecho de plásticos reciclados para muros con características en un sistema de albañilería confinada.
- Se recomienda construir edificaciones de primer a quinto nivel con muros hechos de ladrillos de plásticos reciclados, por tener un buen comportamiento sísmico.
- Se recomienda a la sociedad y familias a construir sus viviendas con ladrillo hecho de plásticos reciclados, que permitirá un buena consistencia y durabilidad, además ayudará e reducir los impactos negativos al medio ambiente.
- Se recomienda a las familias tener edificaciones con características de comportamiento sísmico en sistema de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo plástico reciclado, para muros de los pisos 1 al 5, hechos con ladrillos de plásticos reciclados.
- Se recomienda a los gerentes de obras de construcción tener en cuenta las normas E 070, E 030, normas (ISO 62:2008) entre otros para elaborar muros en edificaciones de primer a quinto nivel hechos con ladrillos de plásticos reciclado.

REFERENCIAS

- AÑASCO, B. (2022). Comportamiento mecánico de muros de albañilería con ladrillos de concreto modificados con plásticos reciclados, Juliaca, 2021 [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91869>
- ASTOPILCO, A. *Comparación de las propiedades físico – mecánicas de unidades de ladrillos de concreto y otros elaborados con residuos plásticos de PVC, Cajamarca, 2015.* Tesis (Título para ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte. 2015. recuperado de: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6650/astopilco%20valiente,%20alexander%20jhoel.pdf?sequence=1>
- AGYEMAN, S, Obeng, N, Assiamah, S. & Twumasi, G. (2019). *Exploiting recycled plastic waste as an alternative binder for paving blocks production.* 20119. recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509519300452>
- ALIAGA, H. *Evaluación técnica de la mezcla de concreto con pets reciclable, para la producción de ladrillo de concreto compuesto en la construcción.* Tesis (Título para ingeniero civil) recuperado de: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/unfv/1923>
- AVILÉS GARRAGATE, Néstor André; CARRASCO ARRIETA, Roly Baresi. Beneficios del ladrillo elaborado con mortero de material PET según E 0.70 respecto del ladrillo artesanal en el distrito de Sullana- Piura 2020. 2020.
- BAENA, W. y RODRIGUEZ, Y. Propuesta de un eco-ladrillo con escoria de acero y material de reciclaje PET para uso de tabiquería, con el fin de reducir el impacto ambiental ocasionado por la fabricación de ladrillos de arcilla en Lima. DKV (2021). Tipos de plásticos: clasificación y reciclaje. (2017).
- BERRETTA, H., Gatani, M., Gaggino, R. & Arguillo, A. (2006). *Manual de producción y aplicación del ladrillo PET.* Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=q2eus7kqyfgc&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

BETANCOURT, F. *Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados*. 2018, de:

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/135460/betancourt%20%20estudio%20de%20nuevas%20tecnolog%3>

<https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/135460/betancourt%20%20estudio%20de%20nuevas%20tecnolog%3%b3n%20con%20bloques%20de%20materiales%20pl%3%a1sticospdf?sequence=1&isallowed=y>

<https://dkv.es/corporativo/blog-60/medioambiente/reciclaje/tipos-de-plasticos-clasificacion-reciclaje>

BELIZARIO, Mamani. Propuesta de solución a los desechos de plástico como tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno de baja densidad (LDPE) transformándolo en adoquines para fines de pavimentación. (2022). Tesis (Título de ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo 2022. Perú. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86775>

CEVALLOS BELTRÁN, Esteban David; ENDARA MORAN, Erick Xavier. Bases de diseño para la construcción sostenible con mampostería de ladrillo tipo Pet, Tercera etapa. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE.

CÓRDOVA, Pacheco. Utilización de plástico reciclado (PET), en elementos prefabricados de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Lima 2019. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59813>

DAFINIA, S. & Alkalbani, A. (2016). Use of recycled plastic water bottles in concrete blocks. recuperado de:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816339534>

ESTIL, K. (2019). *Using plastic waste to build sustainable housing in Haiti*. Tesis (Título para ingeniería civil). recuperado de:

<https://fau.digital.flvc.org/islandora/object/fau%3a42168/datastream/obj/view/fro%3amwaste%20to%20housing%20using%20plastic%20waste%20to%20build%20sustainable%20housing%20in%20haiti.pdf>

NORMA E-070. Diseño por reglamento.

https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/72/constr_albanileria_cap05.pdf?sequence=10&isAllowed=y

FLORES, E. (2018). Influencia de la dosificación en las características físico - mecánica de la unidad de ladrillo fabricados con productos plásticos reciclados 2018 [tesis para titulación, Universidad César Vallejo].

Repositorio, UP. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25281>

FAYAZ, K. *Dynamic behavior of prototype interlocking plasticblock structure using locally developed low-cost shake table*. Tesis (título de ingeniería Civil).2019, recuperado de:

<https://thesis.cust.edu.pk/uploadedfiles/engr%20fayaz%20khan.pdf>

GARCIA, S., Bracho, N. & López, W. Estudio del efecto de la adición de residuos plásticos en la fabricación de bloques huecos de concreto. 2017. recuperado de:

<http://www.rlmm.org/ojs/index.php/rlmm/article/view/888>

Garrido, C. (2022). Comportamiento sísmico de edificios asimétricos con sistemas de aislación [tesis de maestría, pontificia Universidad Católica del Perú].

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/26206/GARRIDO_CHAVEZ_CESAR_AUGUSTO_COMPORAMIENTO_SISMICO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GÓMEZ, A. (2018). Muestreo estadístico para las ciencias sociales.

HOYOS Flórez, Ana María; Gallego, Teresita María Desarrollo de habilidades de comprensión lectora en niños y niñas de la básica primaria Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 51, mayo-agosto, 2017, pp. 23-45 Fundación Universitaria Católica del Norte Medellín, Colombia.

INEI CENSO (2017). Censos Nacionales 2017- XII de Población, VII de Vivienda.

JUREVICIUTE, G. *Creating low-cost, accessible architecture from waste material, improving livability in areas affected by mismanaged plastic waste*. tesis(Título para ingeniería civil), 2019. recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/339295073_plastic_emergency_architecturecreatinlowcost_accessible_architecture_from_waste_material_improvinglivability_in_areas_affectedby_mismanaged_plastic_waste

JONATHAN, D, Lasco A, Marish S, Madlangbayan B, Marloe B. (2017). Compressive strength and bulk density of concrete hollow blocks (chb) with polypropylene (pp) pellets as partial replacement for sand. recuperado de:

<https://pdfcoffee.com/compressive-strength-and-bulkdensity-of-concrete-hollow-blocks-chb-with-polypropylenepp-pellets-as-partial-replacement-for-sand-pdf-free.html>

LUZA, V. & Torres, C. *Utilización de materiales plásticos de reciclaje como adición en la fabricación de ladrillos vibro compactado de cemento*. Tesis (Título para ingeniería civil). Tarapoto: recuperado de:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/uns/2728/43002.pdf?sequence=1&isallowed=y>

LILLIAN G, Fulgentius A, Abdul M, Hidayati A, Nurmin B. Development of paver block containing recycled plastic. 2021, recuperado de:

<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899x/1144/1/012094/pdf>

López y Ruiz (2021). Influencia de la incorporación del plástico PVC reciclado en las propiedades del ladrillo de concreto en Comas, Lima – 2021 [tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/99721>

MEZA et al., (2021). Meza A., Pujadas P., Meza L.M, et al. Mechanical Optimization of Concrete with Recycled PET Fibres Based on a Statistical-Experimental Study. *Materiales*, 14, 240, 2021.
<https://doi.org/10.3390/ma14020240>

MINISTERIO DEL AMBIENTE (2020). Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo.

- MOYA, J. Cevallos, E. & Endara, E. (2019). Construcción sostenible a partir del empleo de ladrillos tipo PET. *Revista Ingenio*, 1 (2), 24-31.
DOI: <https://doi.org/10.29166/ingenio.v2i1.1632>
- Mollehuara, K. (2020). *Comportamiento sísmico de los sistemas estructurales de pórticos y albañilería confinada en una vivienda multifamiliar, Jr. Mantaro, El Tambo, 2020* [tesis de titulación, Universidad Continental].
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8207/3/IV_FIN_105_TI_Esteban_Cordova_2020.pdf
- ORJUELA, Ivana, Paredes, Miguel y Velásquez, E. (2018). Desarrollo de ladrillo a base de polietileno y polipropileno reciclado: Efecto del tiempo y temperatura de preparación. *Polímero compuestos y nanocompuestos*, 7-45.
<https://go.gale.com/ps/i.do?p=IFME&u=googlescholar&id=GALE|A590858249&v=2.1&it=r&sid=IFME&asid=1787f7d3#:~:text=De%20acuerdo%20con%20esto%2C%20las,ni%20quemado%20del%20material%20pl%C3%A1stico.>
- ONU (2021). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- OJEDA Valenzuela, Axel. diseño de un bloque de hormigón con incorporación de un eco-ladrillo como material de relleno. 2018.
- OVIEDO J. & Duque, M. (2006). Sistema de control de respuesta sísmica en edificaciones. Antioquia: EIA, 2006, Vol. IX. 1794/1237
- PERICO et al., (2022). Ladrillo de plástico comparado con el ladrillo tradicional. *Investigación científica y tecnológica*, vol131 (1).
<https://doi.org/10.21500/20275846.5107>
- PÉREZ, Collantes, “Influencia del plástico PET en las propiedades de ladrillos de concreto ecológicos para viviendas unifamiliares, Carabayllo – 202. Tesis (para titulación). Universidad César Vallejo . Repositorio, UP, 2021.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85019/P%C3%A9rez_CDS-SD.pdf

- PÉREZ, Pérez, y Zamora, Fernández. *Realizó un estudio sobre: Diseño de bloques de concreto modificados con fibras de plástico reciclado para la reducción de cargas en edificaciones, Tarapoto, 2020*. Tesis (Título para ingeniería civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/51339>
- PIZANGO, E. *Diseño de ladrillo no estructural de 0.15x0.30x1.20m en losa aligerada con plástico reciclado, para reducción de carga muerta en edificaciones, Rioja - San Martín 2018*. [Tesis para ingeniería Civil]. 2019. recuperado de: [2/43420/pizango_mealtamirano_cf.pdf?sequence=1&isallowed=y](https://hdl.handle.net/20.500.12692/2/43420/pizango_mealtamirano_cf.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- Quevedo, E. (2017). *Influencia de las unidades de albañilería tipo pet sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de nuevo Chimbote, Áncash* [tesis de maestría, Universidad Nacional del Santa]. <https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3105>
- REINOSO, Erika Lucero; VERGARA PACHECO, Luis Aníbal. Elaboración de ladrillos ecológicos a base de Polietileno para la Empresa Fudesma del cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi en el periodo abril 2017-febrero 2018. 2018. Tesis (de Licenciatura). Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; Carrera de Ingeniería Industrial.
- RENGIFO, Soria y Romero Huamán. Diseño de un prototipo de bloque de plástico reciclado, para el uso en el sistema constructivo de una vivienda – Tarapoto. Tesis (Título para ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad César Vallejo, 2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84337>
- RODRÍGUEZ, Olenka Kelda; VILLARREAL CENTURIÓN, Lady Elizabeth. Efecto de las partículas de tereftalato de polietileno reciclado en la resistencia a la compresión y desgaste de adoquines de concreto. 2020.
- RODAS, Acosta. Realizó un estudio sobre: Comparación de costos de una vivienda unifamiliar a base de bloques de plástico reciclado y albañilería confinada. Tesis (Título para ingeniería). Callao: Universidad César Vallejo.2021

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/74131/Rodas_AEA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SOLAJA, O, Awobona, S. & Omodehin, A. *Knowledge and practice of recycled plastic bottles (rpb) built homes for sustainable community-based housing projects in nigeria*. 2019. Recuperado de:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311886.2020.1778914>

SAN BARTOLOMÉ, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2018). *Diseño y construcción de estructuras sismo resistentes de albañilería* (2.^a ed.). Lima: Fondo Editorial PUCP.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización de variable

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable independiente: Prototipo de ladrillo con plástico reciclado</p>	<p>El ladrillo hecho de plástico reciclado de tereftalato de polietileno tiene un nivel elevado de resistencia a los agentes químicos y a los diferentes factores climáticos (JQ, 2016).</p>	<p>El prototipo de ladrillo con plásticos reciclados será medido a través de normas (ISO 62:2008) y a través de ensayos.</p>	<p>Tamaño de plástico</p> <p>Cantidad de plástico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Granulometría ▪ Peso de Plástico 	<p>Razón</p>
<p>Variable dependiente: Comportamiento sísmico en muros de albañilería confinada.</p>	<p>El comportamiento sísmico es la representación del estudio de los parámetros ocurridos en el momento del movimiento sísmico como la fuerza y los desplazamientos (Oviedo & Duque, 2006).</p>	<p>El comportamiento sísmico se operacionaliza teniendo en cuenta el nivel de daños estructural, esfuerzos internos y fuerzas sísmica de corte, para su medición se utilizó mediante la ficha de observación.</p>	<p>Nivel de daño estructural.</p> <p>Esfuerzos internos</p> <p>Fuerzas sísmicas de corte.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desplazamientos laterales. ▪ Altura de entresuelo. ▪ Distorsión angular ▪ Fuerza de corte ▪ Momentos flectores ▪ Esfuerzos axiales ▪ Coeficiente sísmico ▪ Masa sísmica ▪ Cortante basal 	<p>Razón</p>

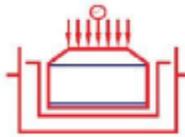
Anexo 2. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	HIPÓTESIS	MÉTODO
<p>Problema general</p> <p>Pregunta: ¿Cómo es el comportamiento sísmico en sistemas de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo de plástico reciclado, Trujillo, 2023?</p>	<p>Objetivo general Determinar el comportamiento sísmico en sistemas de albañilería confinada para muros elaborados con ladrillo de plástico reciclado, Trujillo, 2023.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>(a) Determinar las características Físico mecánico del plástico reciclado.</p> <p>(b) Determinar las fuerzas sísmicas de cortes de cada piso y el cortante basal</p> <p>(d) Determinar el comportamiento sísmico y el desplazamiento xx- yy.</p>	<p>Variable independiente: prototipo de ladrillo con plástico reciclado</p> <p>Variable dependiente: Comportamiento sísmico en muros de albañilería confinada.</p>	<p>El comportamiento sísmico en sistemas de albañilería confinada es adecuado para muros elaborados con ladrillo de plástico reciclado, Trujillo, 2023</p>	<p>Tipo de método: Aplicada</p> <p>Diseño: Experimental</p>

Anexo 3. Instrumento de recolección de datos

Polipropileno homopolimero		
Propiedades mecánicas	UNIDAD	VALORES
Peso específico	Gr/cm ³	
Resistencia a la tracción (fluencia/rotura)	Kg/cm ²	
Resistencia a la compresión como pila	Kg/cm ²	
Resistencia a la flexión	Kg/cm ²	
Resistencia al choque sin entalla	Kg.cm/cm ²	
Alargamiento a la rotura	%	
Módulo de elasticidad (tracción)	Kg/cm ²	
Dureza	Shode D	
Coeficiente de poisson		
propiedades térmicas		
Calor específico	Kcal/kg °C	
Temperatura de flexión b/carga (18kg/cm ²)	°C	
Temperatura de uso continuo en aire	°C	
Coeficiente de dilatación lineal de 23 a 100 °c	Por °C	
Temperatura de fusión	°C	
Coeficiente de conducción térmica	Kcal/mh°C	
propiedades eléctricas		
Constante dieléctrica a 60 hz		
Resistencia superficial	Ohm	
Resistencia volumétrica	Ohms-cm	
Rigidez dieléctrica	Ky/mm	

Anexo 4. Matriz evaluación por juicio de expertos.



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construcción

ENSAYO DE COMPRESION EN PILA

OBRA: MURETE CON LADRILLO PLASTICO
SOLICITA: LEONIDAS NIQUIN CARRANZA
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA: TRUJILLO, 04 DE AGOSTO DEL 2023

I) CARACTERISTICAS GENERALES DEL LADRILLO:

Tipo : Bloque P	Materia Prima: POLIMERO
Metodo de Fabricacion : INDUSTRIAL	Forma : RECTANGULAR

II) FORMAS DEL MURO:

MUESTRA No	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ESBELTEZ
1	40.00	12.50	30.00	2.40

III) RESULTADOS DE LA PRUEBA:

MUESTRA No	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	Factor de Correccion (E.070)	f _m (kg/cm ²)
1	500.00	78750	0.80	126.0

NOTA:

El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicha muestra.

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE ALBAÑILERIA MPa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominacion	UNIDAD f _b	PILAS f _m	MURETES v _m
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rieja Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice-cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dedalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estandar y mecano	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto Bloque Tipo P		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

Fuente: Tabla 09 de la Norma E.070 del RNE.

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
ING. JOSE CRISTIAN HUERTAS MARTILL
CIP. 148195

Anexo 5. Panel fotográfico



Figura 1. Elaboración de molde metálico

Habilitación de cuatro piezas (piso, laterales y tapa) con plancha lisa de 5/16".
Perfiles de 1"x1" dibujan las espigas y los canales que cumplirán la función de juntas horizontales y verticales.



Figura 2. Presentación interior de un molde donde se observa los perfiles



Figura 3. Ensamblado de un molde Ensamblado de molde, unión de sus cuatro piezas con pernos de 3/8"x1".



Figura 4. Arco prensa para comprimir la masa dentro del molde hasta el enfriado y endurecimiento del espécimen.

PROCESO DE FABRICACIÓN



Figura 5. Reciclado de plástico en los diferentes puntos de la ciudad de Trujillo.



Figura 6. Triturado de plástico liviano como: botellas de gaseosa, bolsas y envolturas.



Figura 7. Triturado de plástico reciclado de baja y alta densidad con una cortadora manual estacionaria.



Figura 8. Proceso de lavado con detergente del plástico ya triturado para eliminar grasas, aceites, con la finalidad de garantizar un óptimo masificado.



Figura 8. Proceso de cocción del plástico, temperatura del horno 150° .



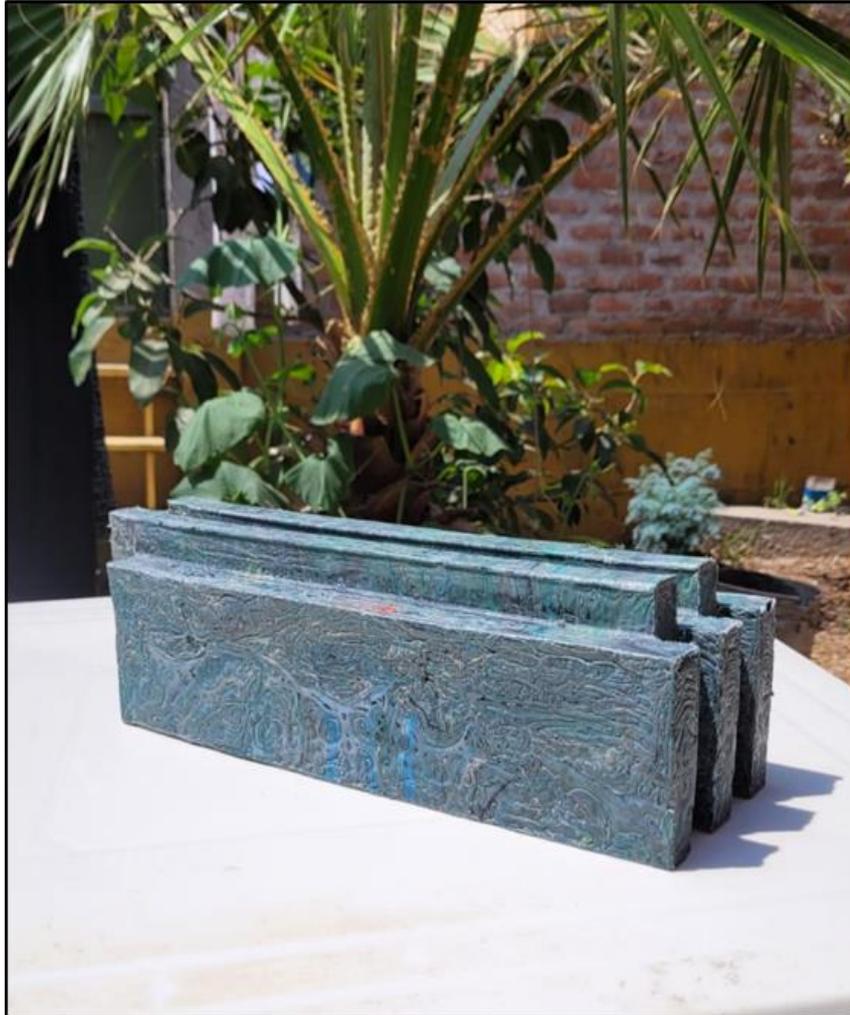
Figura 9. Vaciado y prensado de la masa en el molde hasta el endurecimiento.



Figura 10. Desempernado y desmolde de las piezas metálicas, se visualiza el prototipo de ladrillo de plástico ya endurecido.



Figura 11. Desmoldado del ladrillo de plástico reciclado.



Presentación final del ladrillo de 100% plástico reciclado.

Medidas:

Largo: 40 cm.

Ancho: 12.5 cm.

Alto: 10 cm

Junta horizontal: 2.5 cm

Junta Vertical: 2.5 cm.



Figura 11. Presentación del asentado de ladrillo de plástico.

Vista superior de los ladrillos, se observa dos espigas y un canal.



Figura 12. Vista inferior del ladrillo de plástico reciclado, se observa tres espigas y dos canales.



Figura 13. Vista de asentado de ladrillos traslapando las espigas y canales cumpliendo la función de juntas horizontales y verticales.



Figura 15: Presentación de una pila de tres ladrillos amarrados por dos juntas horizontales, se observa las dos juntas verticales expuestas.



Figura 16. Se ingresa al laboratorio los testigos para verificar la resistencia a la compresión de los ladrillos de plástico reciclado.



Figura 17. Se visualiza la máxima carga que logra resistir el ladrillo en la máquina de ensayo.



Figura 18. El ladrillo de plástico reciclado ha fallado por las cargas de compresión impuestas por la máquina de ensayo.



Figura 19. Responsables del proyecto de investigación

Anexo 7. PROCESO DE ASENTADO DE LADRILLO EN PILA



Figura 20: Se colocan perfiles de 1"x1"x2.8mm en canaletas inferiores del primer ladrillo para una adecuada distribución de las cargas.



Figura 21. Pegamento vinílico con una brocha de 4" en las uniones con guía de los ladrillos.

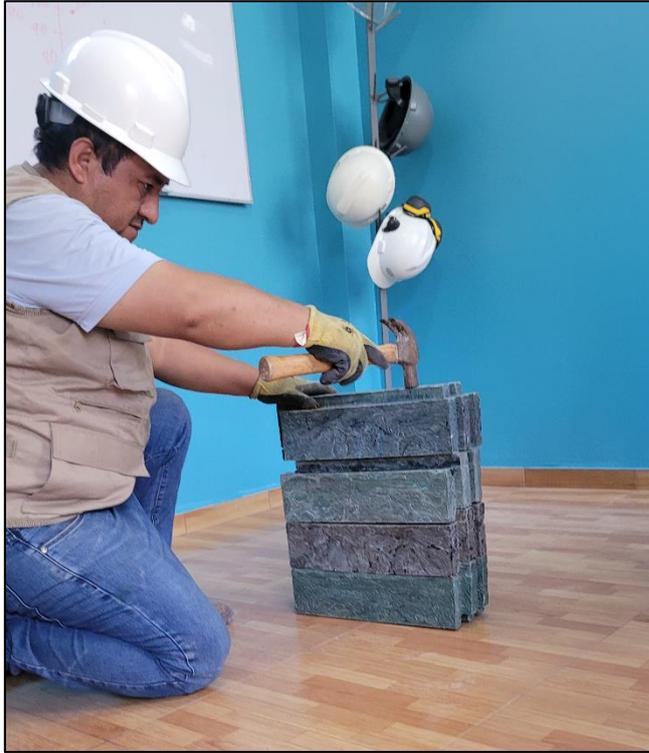


Figura 22. Se procede al asentado de ladrillo hecho de 100% plástico reciclado utilizando herramienta martillo ya que las juntas deben ingresar a presión.

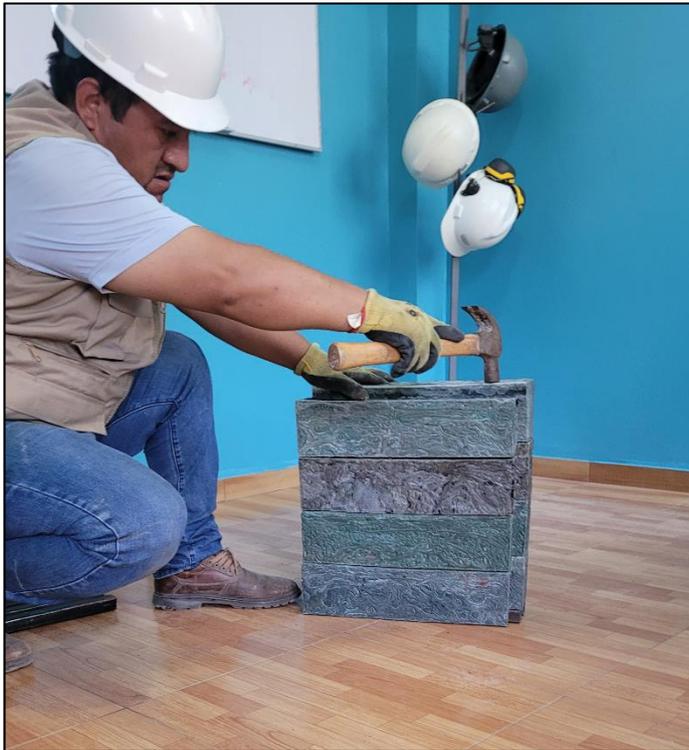


Figura 23. El asentado a presión de cada ladrillo hasta completar la pila a ensayar.



Figura 24. Se colocan perfiles de 1"x1"x2.8mm en espigas superiores del ultimo ladrillo para una adecuada distribución de las cargas.



Figura 25. Presentación final del murete de ladrillos de plástico reciclado, se envía al laboratorio para su respectiva prueba a la compresión.

Anexo 8. PRUEBAS A COMPRESION DE LA PILA



Figura 26. Se observa la colocación de la pila en la máquina para someterlo a fuerzas de compresión y determinar su resistencia.



Figura 27. Se Observa que la pila ha fallado debido a las fueras de compresión.



Figura 28. Se muestra a los investigadores con la pila que ha fallado.



HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL

Laboratorio Geotecnico, Estructural y Ensayos de Materiales de Construccion

ENSAYO DE COMPRESION EN PILA

OBRA: MURETE CON LADRILLO PLASTICO
SOLICITA: LEONIDAS NIQUIN CARRANZA
UBICACION: TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA: TRUJILLO, 04 DE AGOSTO DEL 2023

I) CARACTERISTICAS GENERALES DEL LADRILLO:

Tipo :	Bloque P	Materia Prima: POLIMERO
Metodo de Fabricacion :	INDUSTRIAL	Forma : RECTANGULAR

II) FORMAS DEL MURO:

MUESTRA No	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	ESBELTEZ
1	40.00	12.50	30.00	2.40

III) RESULTADOS DE LA PRUEBA:

MUESTRA No	AREA BRUTA (cm ²)	CARGA (kg)	Factor de Correccion (E.070)	f _m (kg/cm ²)
1	500.00	78750	0.80	126.0

NOTA:

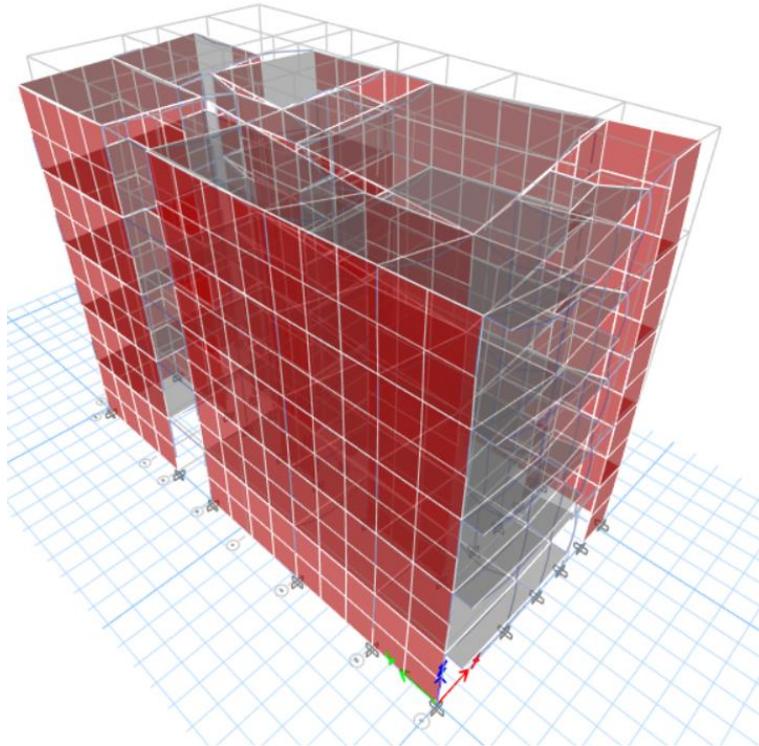
El laboratorio no ha intervenido en la exploración y muestreo, solo se ha limitado a realizar el ensayo indicado a la muestra entregada, por tanto, solo responde por los resultados obtenidos en dicha muestra.

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE ALBAÑILERIA MPa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominacion	UNIDAD f _b	PILAS f _m	MURETES f _m
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Silice-cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dedalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estandar y mecano	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto Bloque Tipo P		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

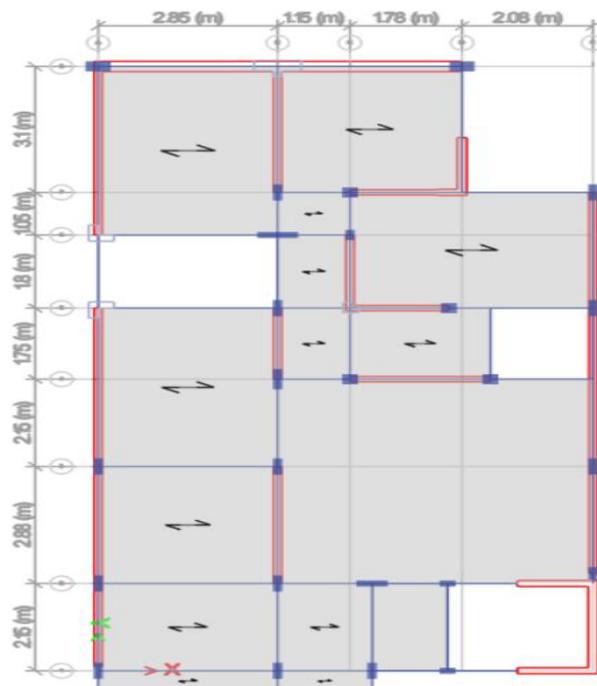
Fuente: Tabla 09 de la Norma E.070 del RNE.

HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA SRL
ING. JOSE CRISTIAN HUERTAS MARTELL
CIP. 148108

Anexo 9: Irregularidad geometría vertical

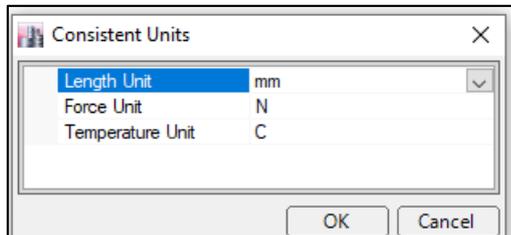


Irregularidad esquinas entrantes



Anexo 10: Análisis sísmico modal espectral

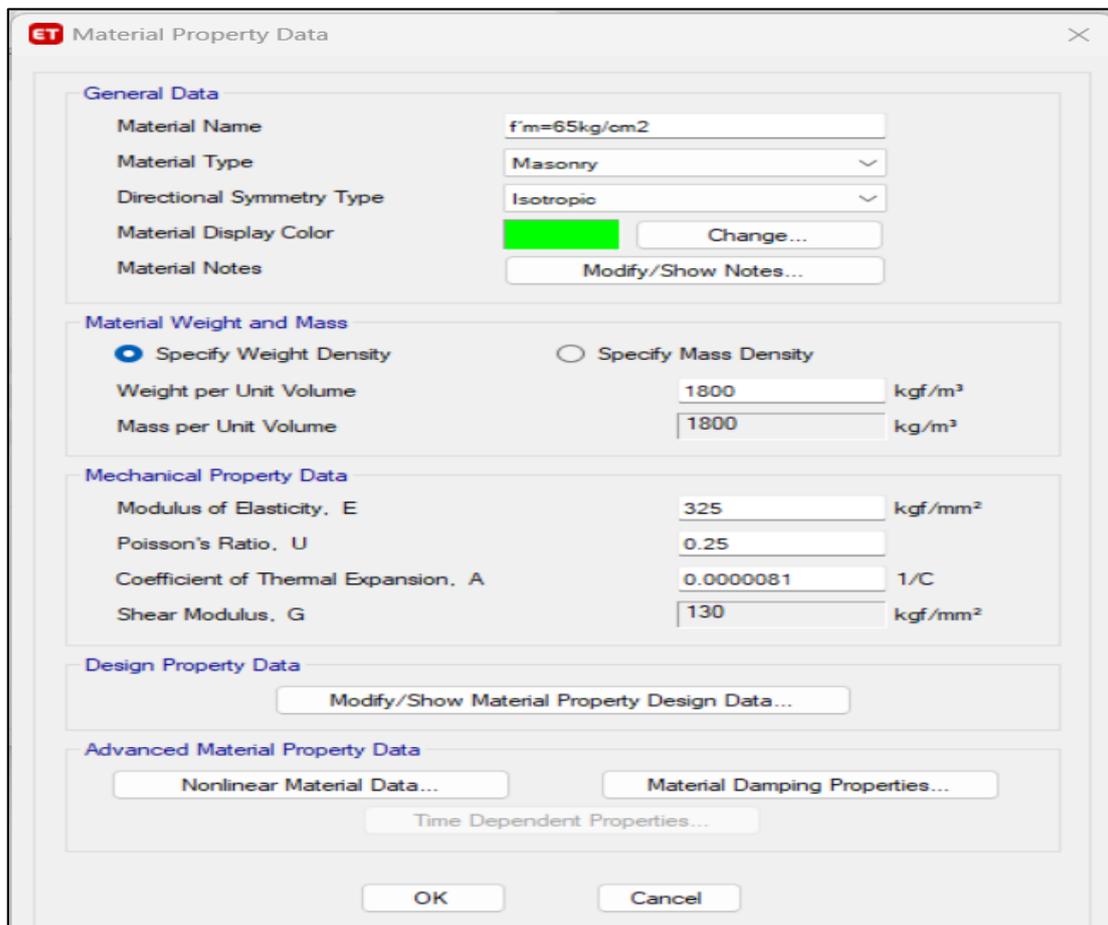
1. Definimos las unidades (de longitud y peso) que vamos a utilizar en el modelo.



Se observa: Unidades con la que se calculó la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos

4.4 Definimos los materiales que vamos a utilizar (atributos) y sus propiedades físicas.

Propiedades de la unidad de albañilería en la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.



Se observa: Propiedades de la unidad de albañilería en la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.

ET Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: f'm=65kg/cm2

Material Type: Masonry, Isotropic

Grade: fcm 2000 psi

Design Properties for Concrete Materials

Specified Compressive Strength, f'm: 0.65 kgf/mm²

OK Cancel

Se observa: Resistencia de la unidad de albañilería en la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos

ET Material Property Data

General Data

Material Name:

Material Type:

Directional Symmetry Type:

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: kgf/m³

Mass per Unit Volume: kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: kgf/mm²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: kgf/mm²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Se observa: propiedades del concreto de $f'c=210$ para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.

ET Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: f'c=210kg/cm2

Material Type: Concrete, Isotropic

Grade: fc 4000 psi

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'c: 2.1 kgf/mm²

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

OK Cancel

Se observa: resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210$ para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.

Material Property Data

General Data

Material Name: A615Gr60

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7849.05 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 7849.048 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20389.02 kgf/mm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

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

Time Dependent Properties...

OK Cancel

Se observa: propiedades del acero grado 60 para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.

ET Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name	A615Gr60
Material Type	Rebar, Uniaxial
Grade	Grade 60

Design Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Strength, F_y	42.18	kgf/mm ²
Minimum Tensile Strength, F_u	63.28	kgf/mm ²
Expected Yield Strength, F_{ye}	46.4	kgf/mm ²
Expected Tensile Strength, F_{ue}	69.6	kgf/mm ²

OK Cancel

Se observa: propiedades de resistencia del acero grado 60 para el cálculo de la edificación con muros portantes a base de unidades de albañilería King Kong 18 huecos.

ET Slab Property Data ✕

General Data

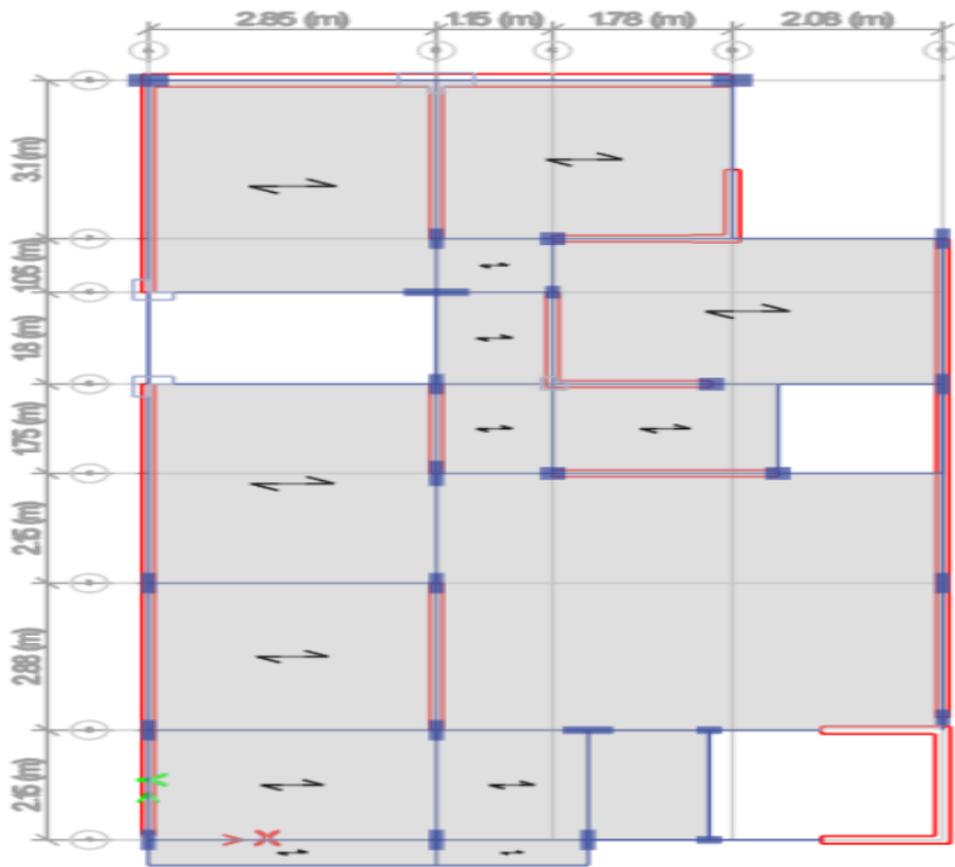
Property Name	<input type="text" value="losa Aligerada"/>
Slab Material	<input type="text" value="f'c=210kg/cm2"/> ▼ ...
Notional Size Data	<input type="button" value="Modify/Show Notional Size..."/>
Modeling Type	<input type="text" value="Shell-Thin"/> ▼
Modifiers (Currently Default)	<input type="button" value="Modify/Show..."/>
Display Color	<input type="color" value="#00FF00"/> <input type="button" value="Change..."/>
Property Notes	<input type="button" value="Modify/Show..."/>

Property Data

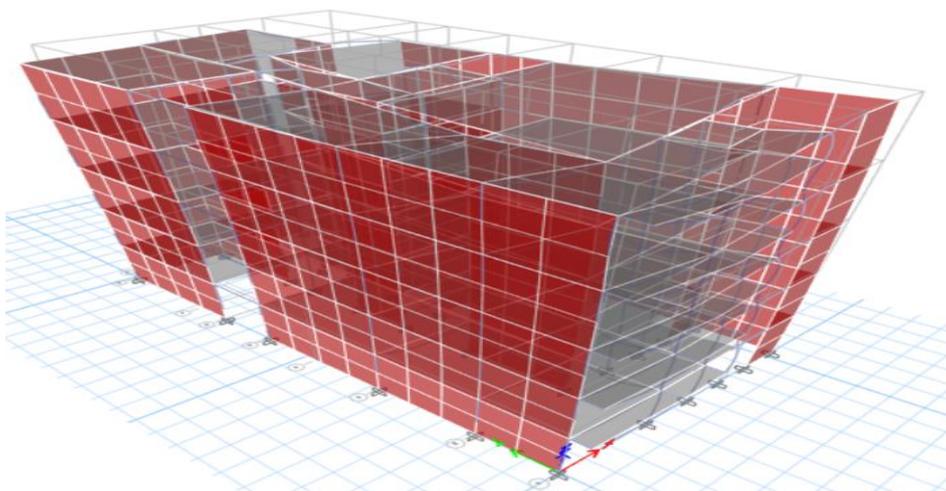
Type	<input type="text" value="Ribbed"/> ▼
Overall Depth	<input type="text" value="200"/> mm
Slab Thickness	<input type="text" value="50"/> mm
Stem Width at Top	<input type="text" value="100"/> mm
Stem Width at Bottom	<input type="text" value="100"/> mm
Rib Spacing (Perpendicular to Rib Direction)	<input type="text" value="400"/> mm
Rib Direction is Parallel to	<input type="text" value="Local 1 Axis"/> ▼

Se observa: Propiedades de las losas para el cálculo de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.

Dibujamos el modelo con los elementos definidos.



Se observa: Distribución de la planta típica de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.



Se observa: Vista del diseño en 3d en el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos

Definimos el espectro de aceleraciones que vamos a utilizar en el modelo con la ayuda de una hoja de cálculo.

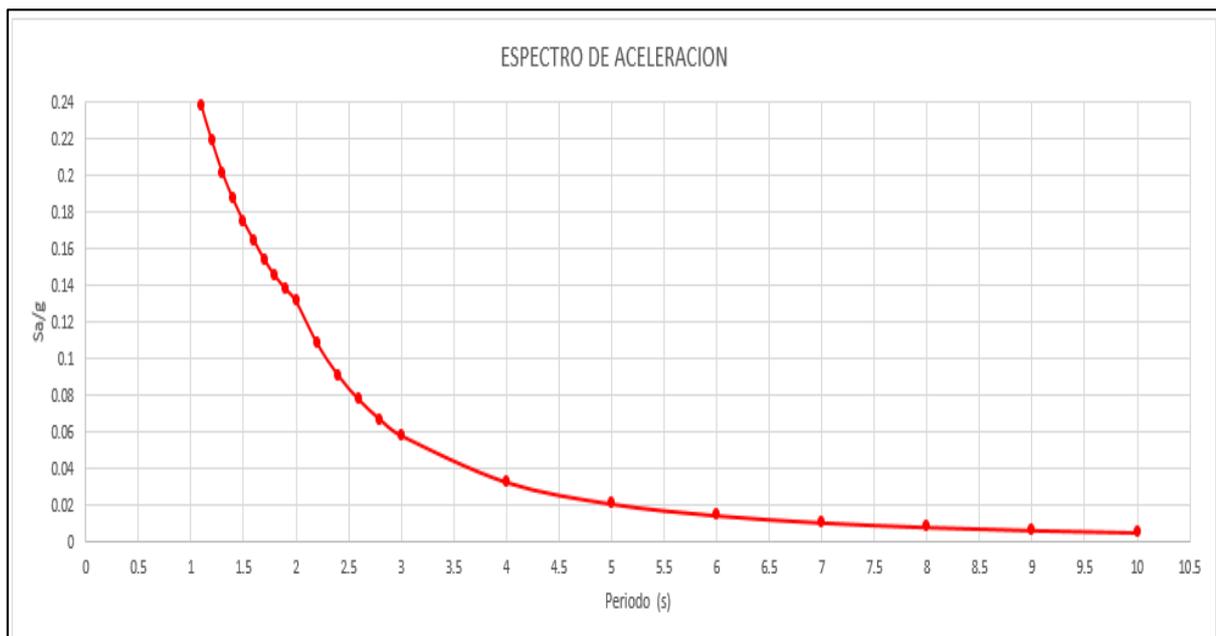
SISMO XX

C	T	SUCS/g
2.5	0	0.4375
2.5	0.02	0.4375
2.5	0.04	0.4375
2.5	0.06	0.4375
2.5	0.08	0.4375
2.5	0.1	0.4375
2.5	0.12	0.4375
2.5	0.14	0.4375
2.5	0.16	0.4375
2.5	0.18	0.4375
2.5	0.2	0.4375
2.5	0.25	0.4375
2.5	0.3	0.4375
2.5	0.35	0.4375
2.5	0.4	0.4375
2.5	0.45	0.4375
2.5	0.5	0.4375
2.5	0.55	0.4375
2.5	0.6	0.4375
2.31	0.65	0.4043
2.14	0.7	0.3745
2.00	0.75	0.35
1.88	0.8	0.329
1.76	0.85	0.308
1.67	0.9	0.2923
1.58	0.95	0.2765
1.50	1	0.2625
1.36	1.1	0.238
1.25	1.2	0.2188
1.15	1.3	0.2013
1.07	1.4	0.1873
1.00	1.5	0.175
0.94	1.6	0.1645
0.88	1.7	0.154
0.83	1.8	0.1453
0.79	1.9	0.1383
0.75	2	0.1313
0.62	2.2	0.1085
0.52	2.4	0.0911
0.44	2.6	0.0777
0.38	2.8	0.067
0.33	3	0.0583
0.19	4	0.0328
0.12	5	0.021
0.08	6	0.0146
0.06	7	0.0107
0.05	8	0.0082
0.04	9	0.0065
0.03	10	0.0053

Z	0.45
U	1
S	1.05
R	2.7

T_p	0.6
T_L	2
T	

$T < T_p$	$C = 2,5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$



C	T	SUCS/g
2.5	0	0.4375
2.5	0.02	0.4375
2.5	0.04	0.4375
2.5	0.06	0.4375
2.5	0.08	0.4375
2.5	0.1	0.4375
2.5	0.12	0.4375
2.5	0.14	0.4375
2.5	0.16	0.4375
2.5	0.18	0.4375
2.5	0.2	0.4375
2.5	0.25	0.4375
2.5	0.3	0.4375
2.5	0.35	0.4375
2.5	0.4	0.4375
2.5	0.45	0.4375
2.5	0.5	0.4375
2.5	0.55	0.4375
2.5	0.6	0.4375
2.31	0.65	0.4043
2.14	0.7	0.3745
2.00	0.75	0.35
1.88	0.8	0.329
1.76	0.85	0.308
1.67	0.9	0.2923
1.58	0.95	0.2765
1.50	1	0.2625
1.36	1.1	0.238
1.25	1.2	0.2188
1.15	1.3	0.2013
1.07	1.4	0.1873
1.00	1.5	0.175
0.94	1.6	0.1645
0.88	1.7	0.154
0.83	1.8	0.1453
0.79	1.9	0.1383
0.75	2	0.1313
0.62	2.2	0.1085
0.52	2.4	0.0911
0.44	2.6	0.0777
0.38	2.8	0.067
0.33	3	0.0583
0.19	4	0.0328
0.12	5	0.021
0.08	6	0.0146
0.06	7	0.0107
0.05	8	0.0082
0.04	9	0.0065

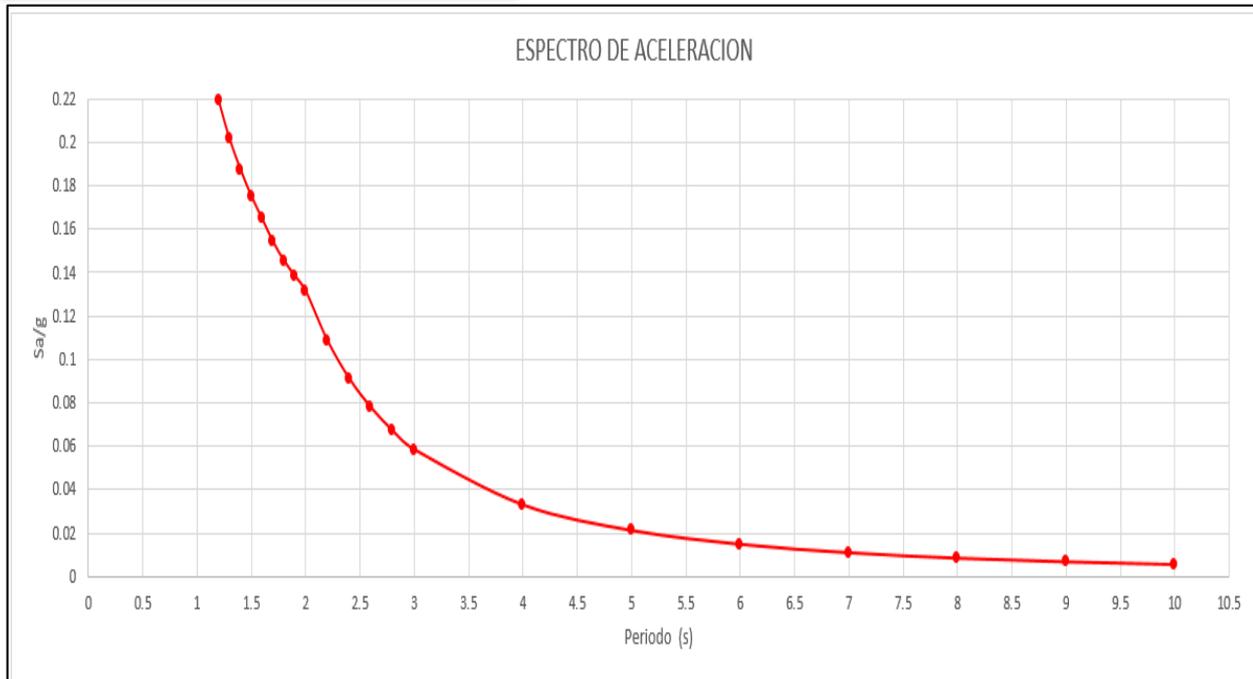
SISMO YY

0.03	10	0.0053
------	----	--------

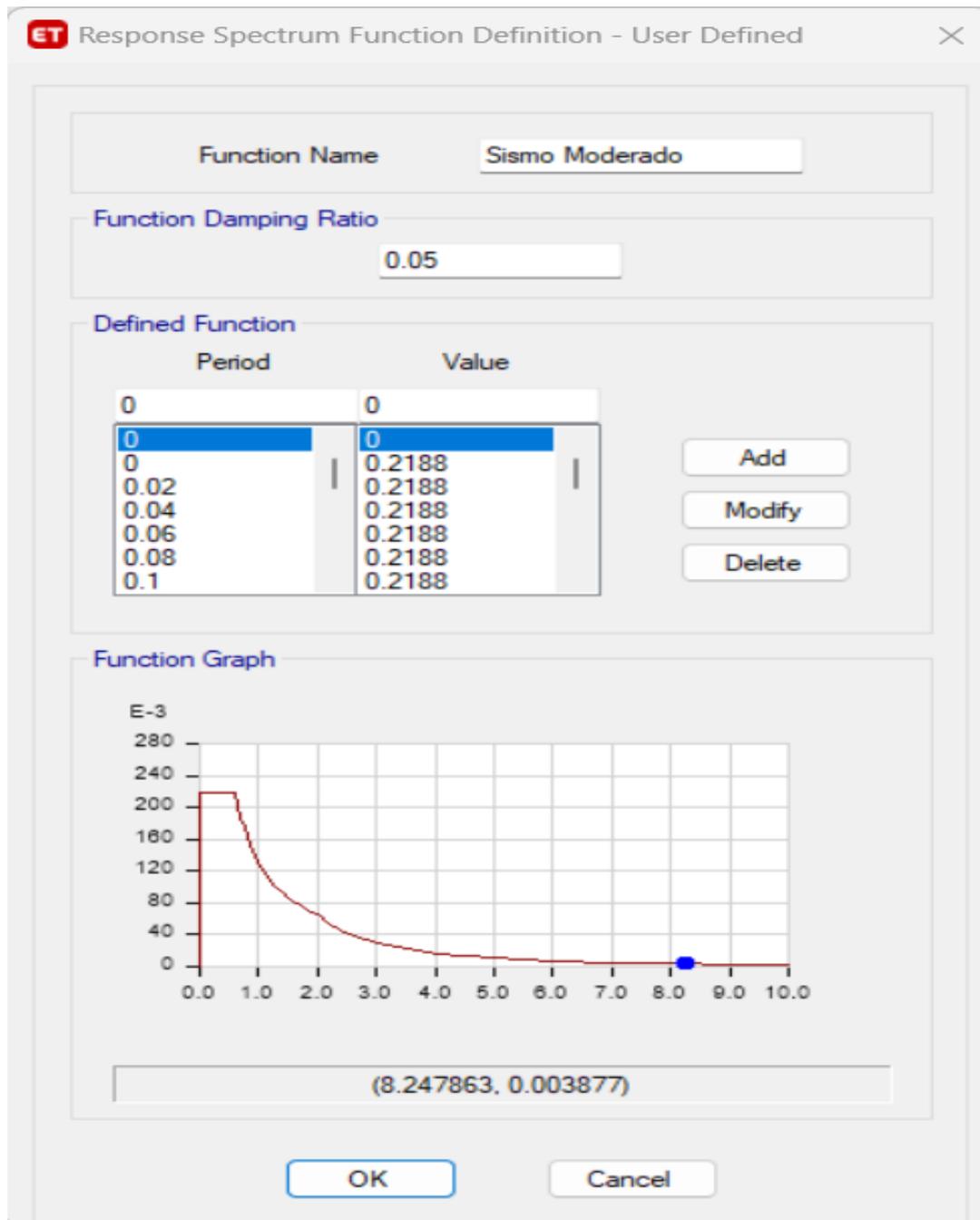
$T < T_P$	$C = 2,5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

Z	0.45
U	1
S	1.05
R	2.7

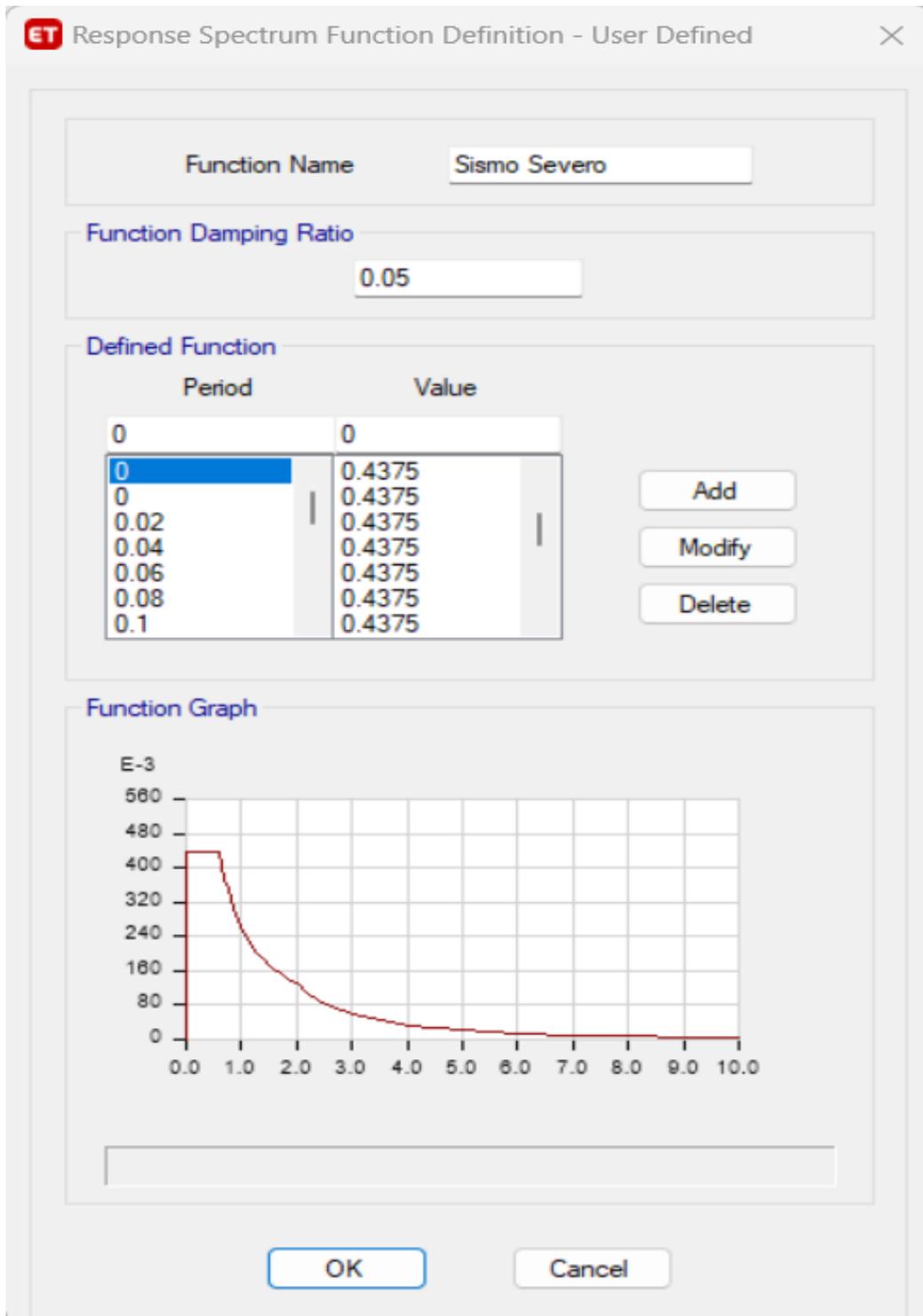
T_p	0.6
T_L	2
T	



Importamos el espectro definido al modelo que estamos utilizando.

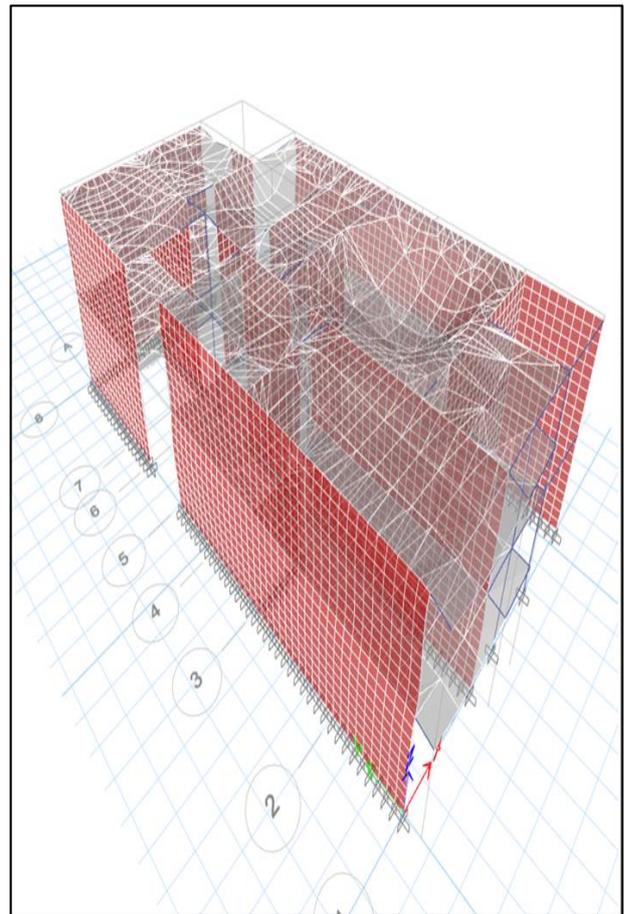
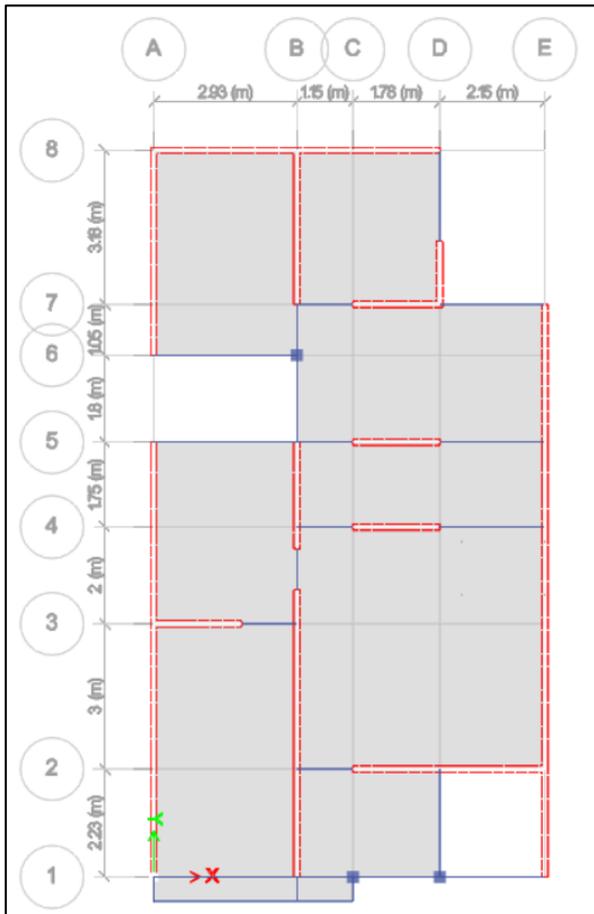


Se observa: Incorporación del espectro en el eje XX hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos



Se observa: Incorporación del espectro en el eje YY hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.

Corremos el modelo.



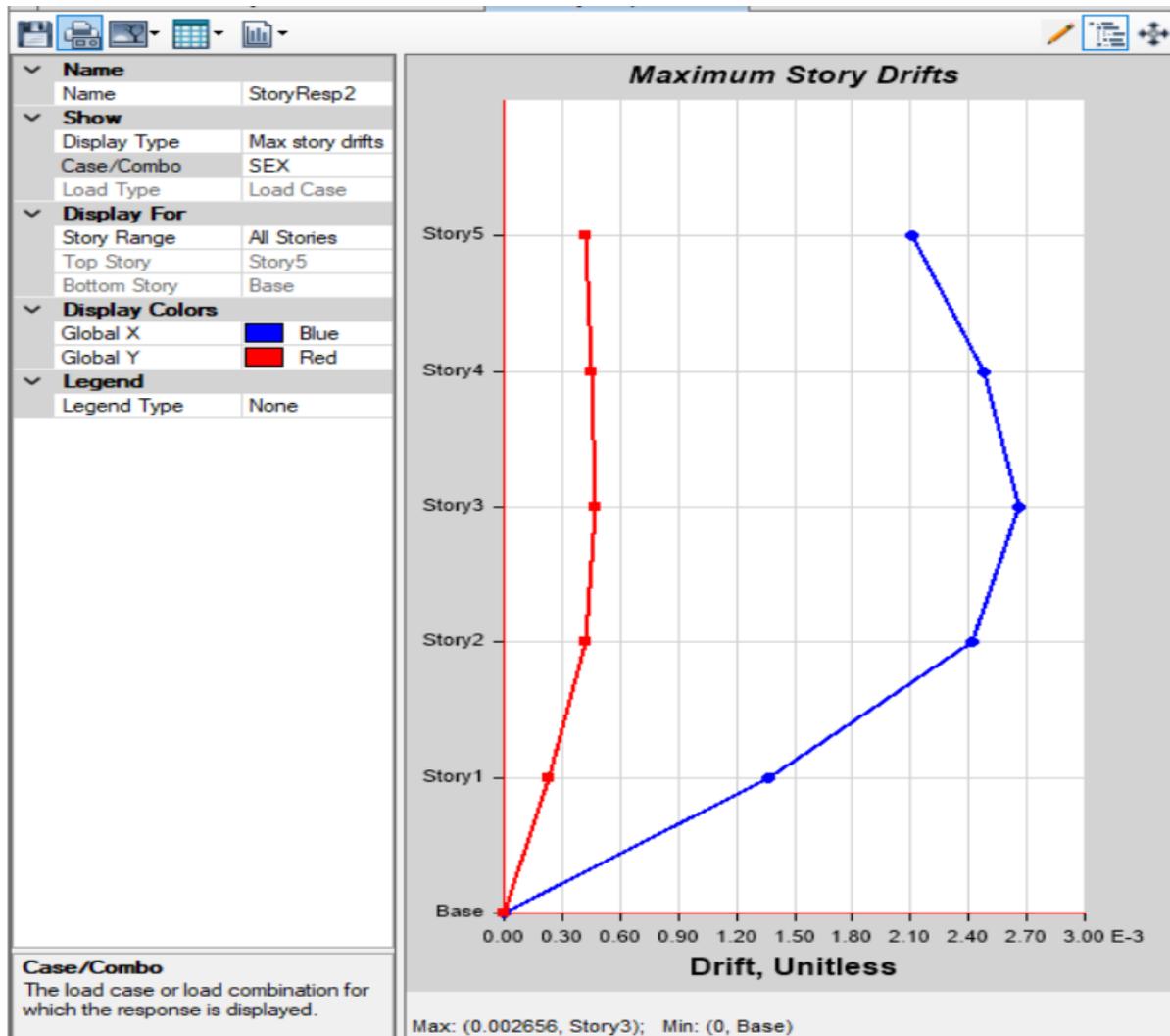
Se observa: Proceso de ejecución del programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de King Kong 18 huecos.

Cuadro 23. Calculamos de drift y determinamos los resultados finales

DERIVAS XX

TABLE: Story Response			
Story	Elevation m	Location	X-Dir
Story5	12.5	Top	0.002102
Story4	10	Top	0.002477
Story3	7.5	Top	0.002656
Story2	5	Top	0.002416
Story1	2.5	Top	0.001369
Base	0	Top	0

Se observa: Tabla distorsiones de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos.

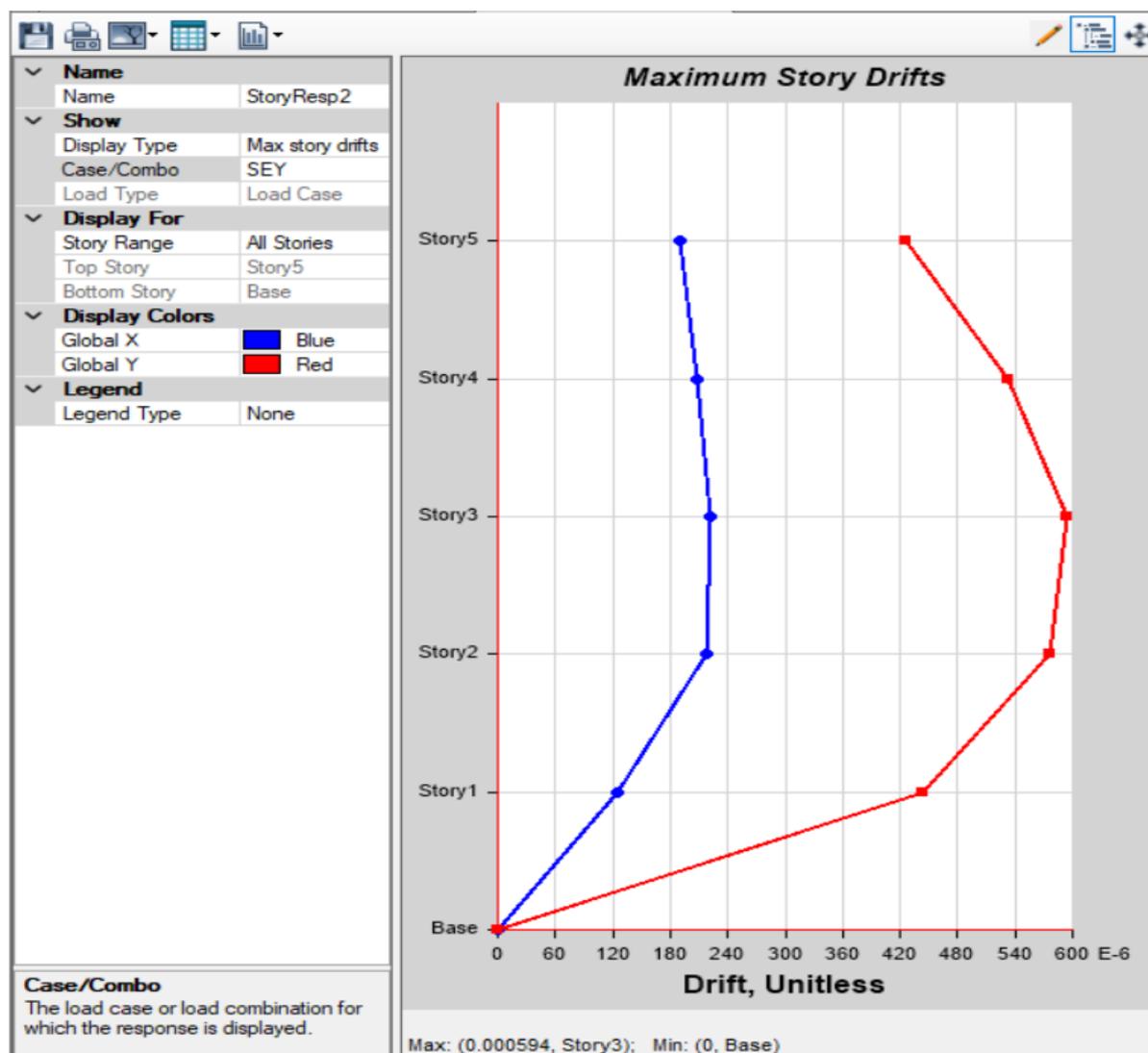


Se observa: Cuadro de desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos.

DERIVAS YY

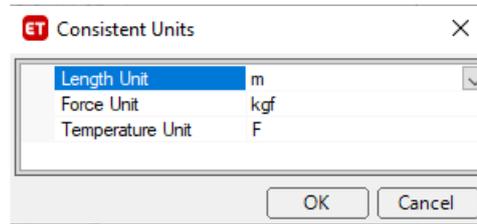
TABLE: Story Response			
Story	Elevation m	Location	Y-Dir
Story5	12.5	Top	0.000426
Story4	10	Top	0.000533
Story3	7.5	Top	0.000594
Story2	5	Top	0.000577
Story1	2.5	Top	0.000443
Base	0	Top	0

Se observa: Tabla distorsiones de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de ladrillo de arcilla King Kong 18 huecos.



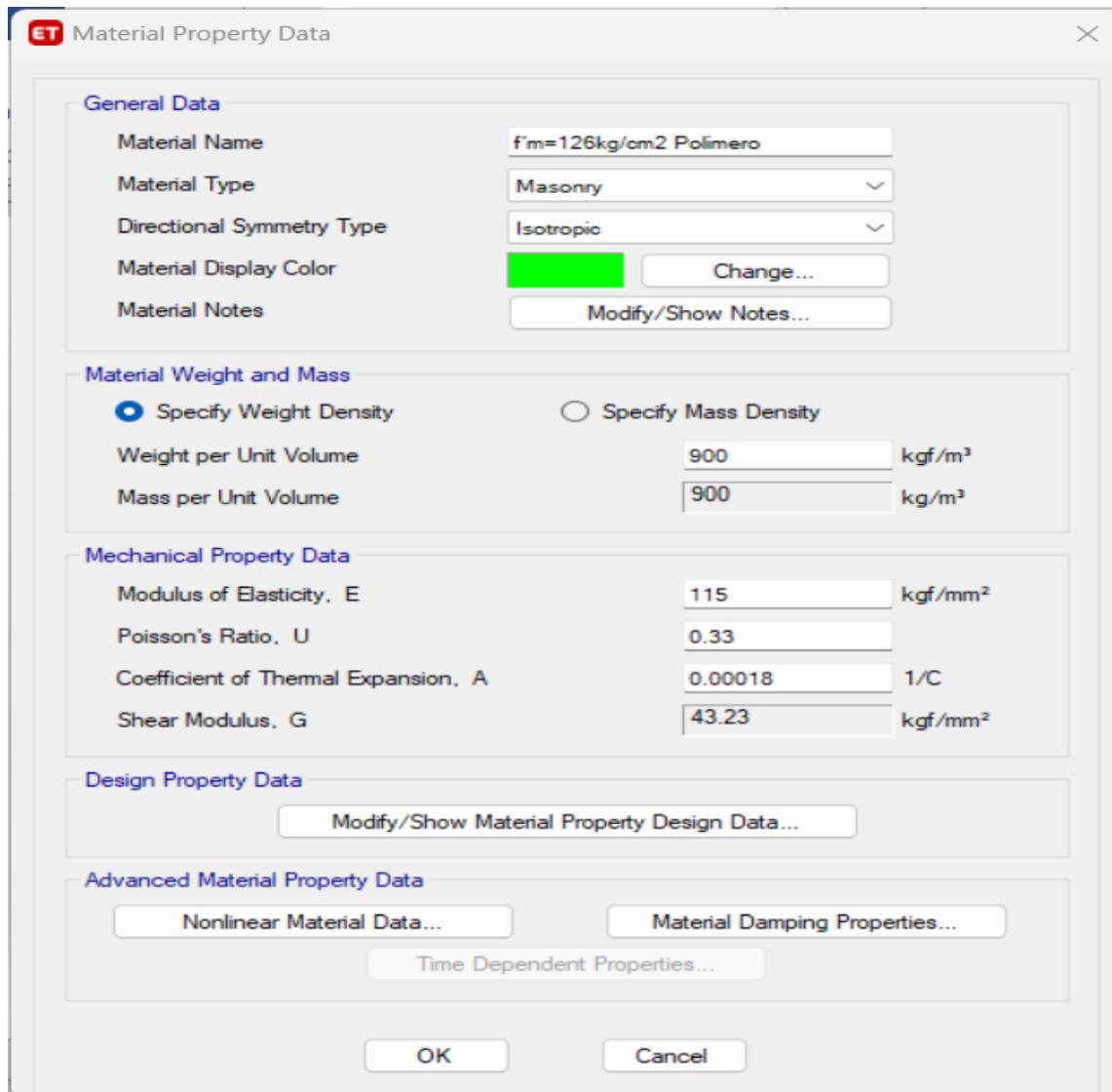
Se observa: Cuadro de desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de arcilla King Kong 18 huecos.

5. Definimos las unidades (de longitud y peso) que vamos a utilizar en el modelo.



Se observa: Definición de unidades para realizar el análisis en la edificación con muros estructurales a base de ladrillos de plástico reciclado.

6. Definimos los materiales que vamos a utilizar (atributos) y sus propiedades físicas.



Se observa: Propiedades de la unidad de albañilería en la edificación con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado.

Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name: f'm=126kg/cm2 Polimero

Material Type: Masonry, Isotropic

Grade: fcm 2000 psi

Design Properties for Concrete Materials

Specified Compressive Strength, f'm: 1.26 kgf/mm²

OK Cancel

Se observa: Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería $f'm=126$ en la edificación con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado.

ET Material Property Data ×

General Data

Material Name:

Material Type: ▾

Directional Symmetry Type: ▾

Material Display Color:

Material Notes:

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: kgf/m³

Mass per Unit Volume: kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: kgf/mm²

Poisson's Ratio, U:

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1/C

Shear Modulus, G: kgf/mm²

Design Property Data

Advanced Material Property Data

Se observa: Propiedades del concreto de $f'c=210$ en la edificación con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado.

ET Material Property Design Data

Material Name and Type

Material Name:

Material Type:

Grade:

Design Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'_c : kgf/mm²

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

OK Cancel

Se observa: Resistencia a la compresión del concreto de $f'_c=210$ en la edificación con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado.

ET Material Property Data

General Data

Material Name: A615Gr60

Material Type: Rebar

Directional Symmetry Type: Uniaxial

Material Display Color:  Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 7849.05 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 7849.048 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 20389.02 kgf/mm²

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000117 1/C

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

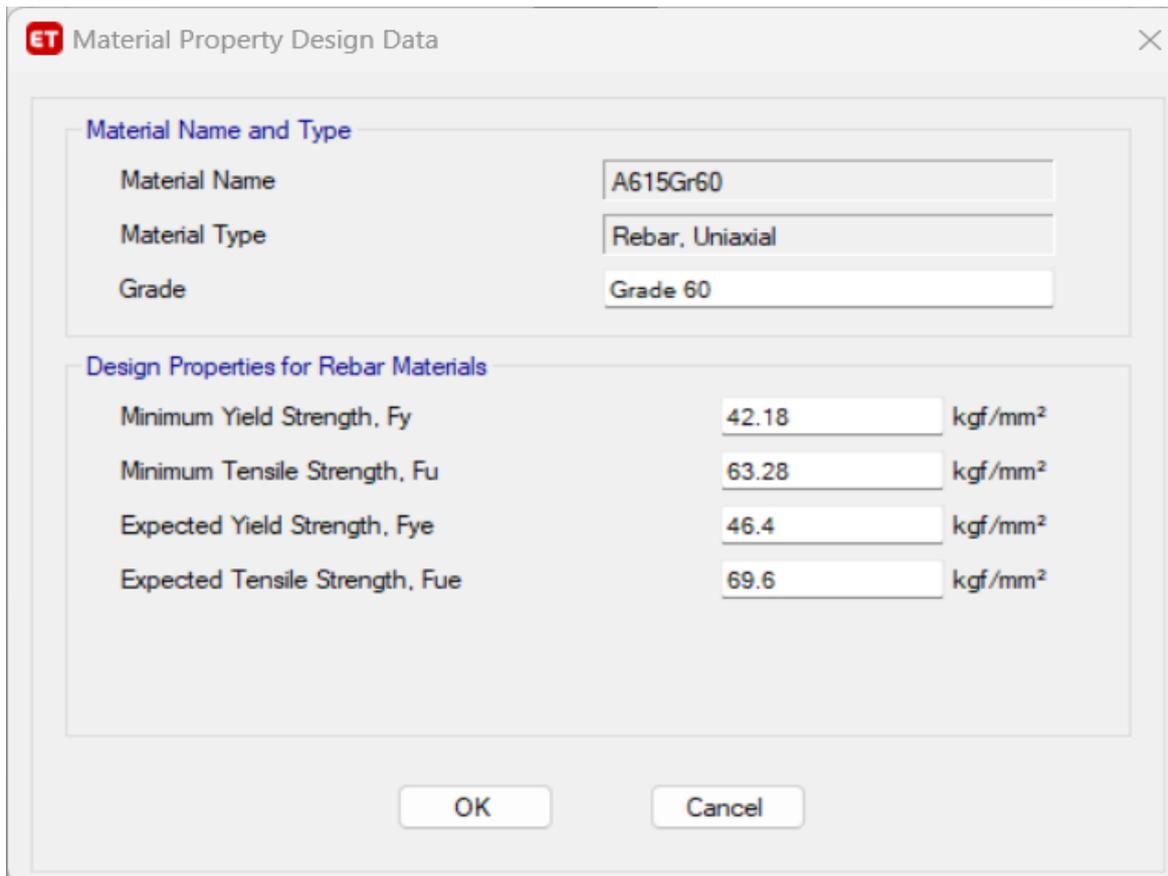
Advanced Material Property Data

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

Time Dependent Properties...

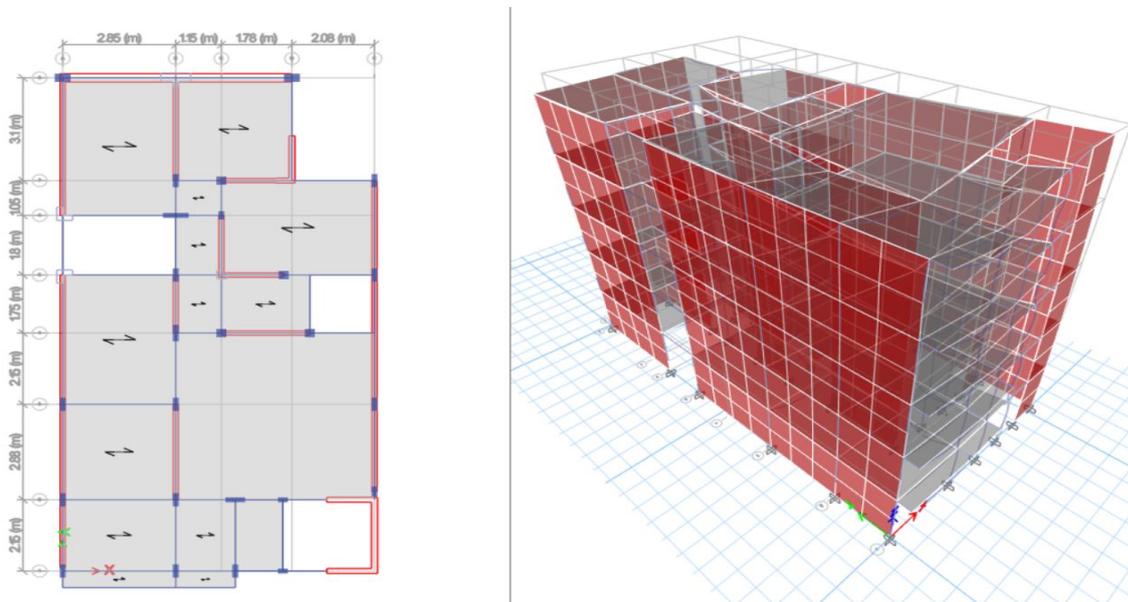
OK Cancel

Se observa: Propiedades del acero grado 60 en la edificación con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado.



Se observa: Propiedades de resistencia del acero grado 60 en la edificación con muros estructurales a base ladrillo de plástico reciclado.

7. Dibujamos el modelo con los elementos definidos.



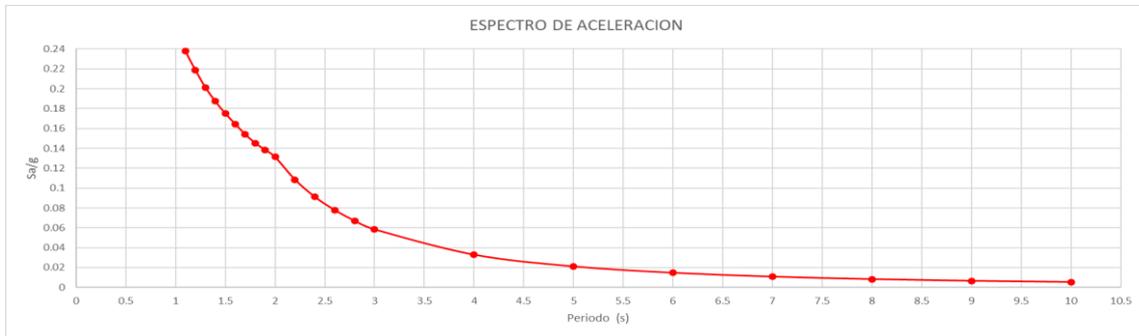
Se observa: distribución de la planta típica y vista del diseño en 3d en el programa ETABS.

7. Definimos el espectro de aceleraciones que vamos a utilizar en el modelo con la ayuda de una hoja de cálculo.

SISMO EN XX

C	T	SUCS/g
2.5	0	0.4375
2.5	0.02	0.4375
2.5	0.04	0.4375
2.5	0.06	0.4375
2.5	0.08	0.4375
2.5	0.1	0.4375
2.5	0.12	0.4375
2.5	0.14	0.4375
2.5	0.16	0.4375
2.5	0.18	0.4375
2.5	0.2	0.4375
2.5	0.25	0.4375
2.5	0.3	0.4375
2.5	0.35	0.4375
2.5	0.4	0.4375
2.5	0.45	0.4375
2.5	0.5	0.4375
2.5	0.55	0.4375
2.5	0.6	0.4375
2.31	0.65	0.4043
2.14	0.7	0.3745
2.00	0.75	0.35
1.88	0.8	0.329
1.76	0.85	0.308
1.67	0.9	0.2923
1.58	0.95	0.2765
1.50	1	0.2625
1.36	1.1	0.238
1.25	1.2	0.2188
1.15	1.3	0.2013
1.07	1.4	0.1873
1.00	1.5	0.175
0.94	1.6	0.1645
0.88	1.7	0.154
0.83	1.8	0.1453
0.79	1.9	0.1383
0.75	2	0.1313
0.62	2.2	0.1085
0.52	2.4	0.0911
0.44	2.6	0.0777
0.38	2.8	0.067
0.33	3	0.0583

0.19	4	0.0328
0.12	5	0.021
0.08	6	0.0146
0.06	7	0.0107
0.05	8	0.0082
0.04	9	0.0065
0.03	10	0.0053



Se observa: definimos el espectro de aceleraciones XX e incorporamos al programa ETABS de la edificación con muros estructurales a base de ladrillo con plástico reciclado.

8. Importamos el espectro definido al modelo que estamos utilizando

ET Response Spectrum Function - Peru NTE E.030 2014

Function Name: Func1

Function Damping Ratio: 0.05

Parameters:

- Seismic Zone: Zone 2
- Occupation Category: B
- Soil Type: S1
- Irregularity Factor, Ia: 1
- Irregularity Factor, Ip: 1
- Basic Response Modification Factor, R0: 7

Define Function:

Period	Acceleration
0	0.1161
0.1	0.1161
0.2	0.1161
0.3	0.1161
0.4	0.1161
0.5	0.0929

Plot Options:

- Linear X - Linear Y
- Linear X - Log Y
- Log X - Linear Y
- Log X - Log Y

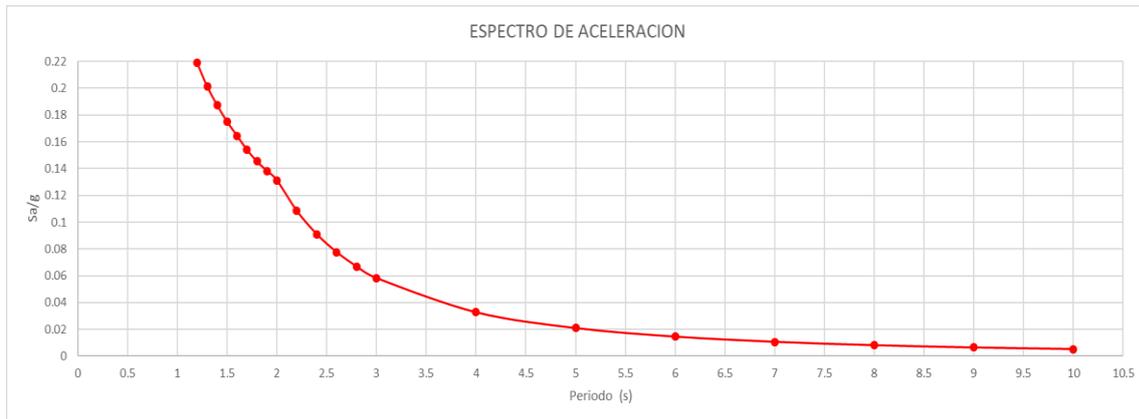
Function Graph: Gráfico de la función de espectro de aceleración (E-3) vs periodo (s).

Se observa: Incorporación del espectro en el eje XX hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de ladrillo con plástico reciclado

SISMO EN YY

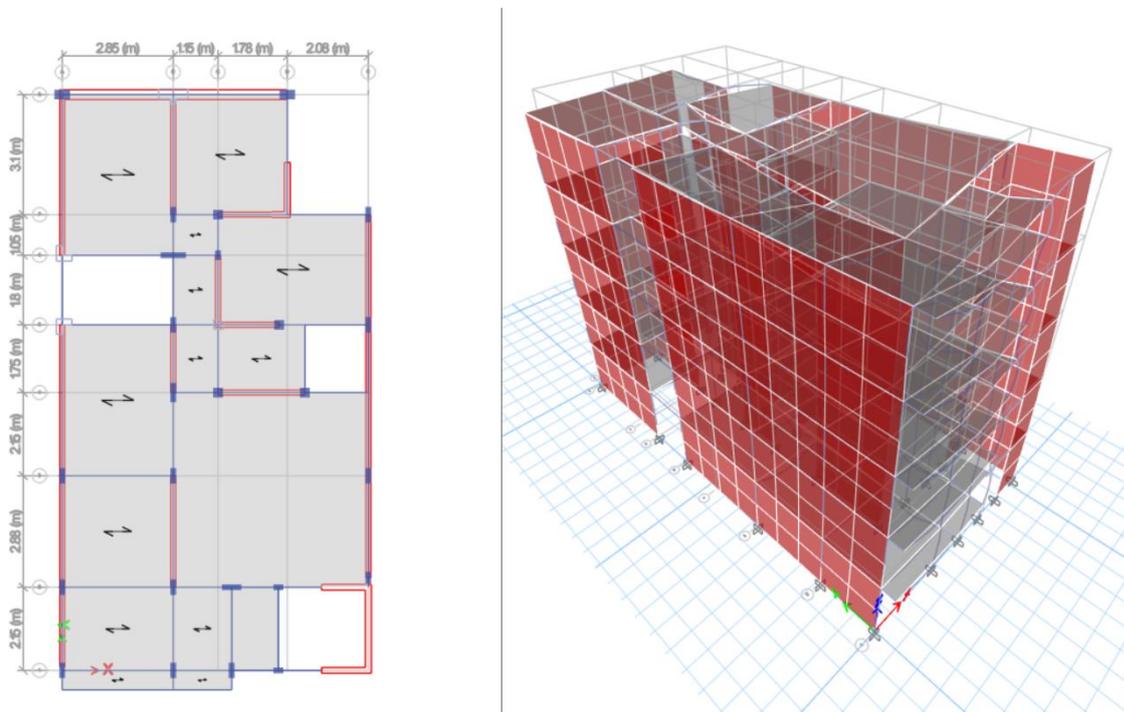
C	T	SUCS/g
2.5	0	0.4375
2.5	0.02	0.4375
2.5	0.04	0.4375
2.5	0.06	0.4375
2.5	0.08	0.4375
2.5	0.1	0.4375
2.5	0.12	0.4375
2.5	0.14	0.4375
2.5	0.16	0.4375
2.5	0.18	0.4375
2.5	0.2	0.4375
2.5	0.25	0.4375
2.5	0.3	0.4375
2.5	0.35	0.4375
2.5	0.4	0.4375
2.5	0.45	0.4375
2.5	0.5	0.4375
2.5	0.55	0.4375
2.5	0.6	0.4375
2.31	0.65	0.4043
2.14	0.7	0.3745
2.00	0.75	0.35
1.88	0.8	0.329
1.76	0.85	0.308
1.67	0.9	0.2923
1.58	0.95	0.2765
1.50	1	0.2625
1.36	1.1	0.238
1.25	1.2	0.2188
1.15	1.3	0.2013
1.07	1.4	0.1873
1.00	1.5	0.175
0.94	1.6	0.1645
0.88	1.7	0.154
0.83	1.8	0.1453
0.79	1.9	0.1383
0.75	2	0.1313
0.62	2.2	0.1085
0.52	2.4	0.0911
0.44	2.6	0.0777
0.38	2.8	0.067
0.33	3	0.0583
0.19	4	0.0328
0.12	5	0.021
0.08	6	0.0146
0.06	7	0.0107

0.05	8	0.0082
0.04	9	0.0065
0.03	10	0.0053



Se observa: Incorporación del espectro en el eje YY hacia el programa ETABS la edificación con muros estructurales a base de plástico reciclado.

9. Corremos el modelo

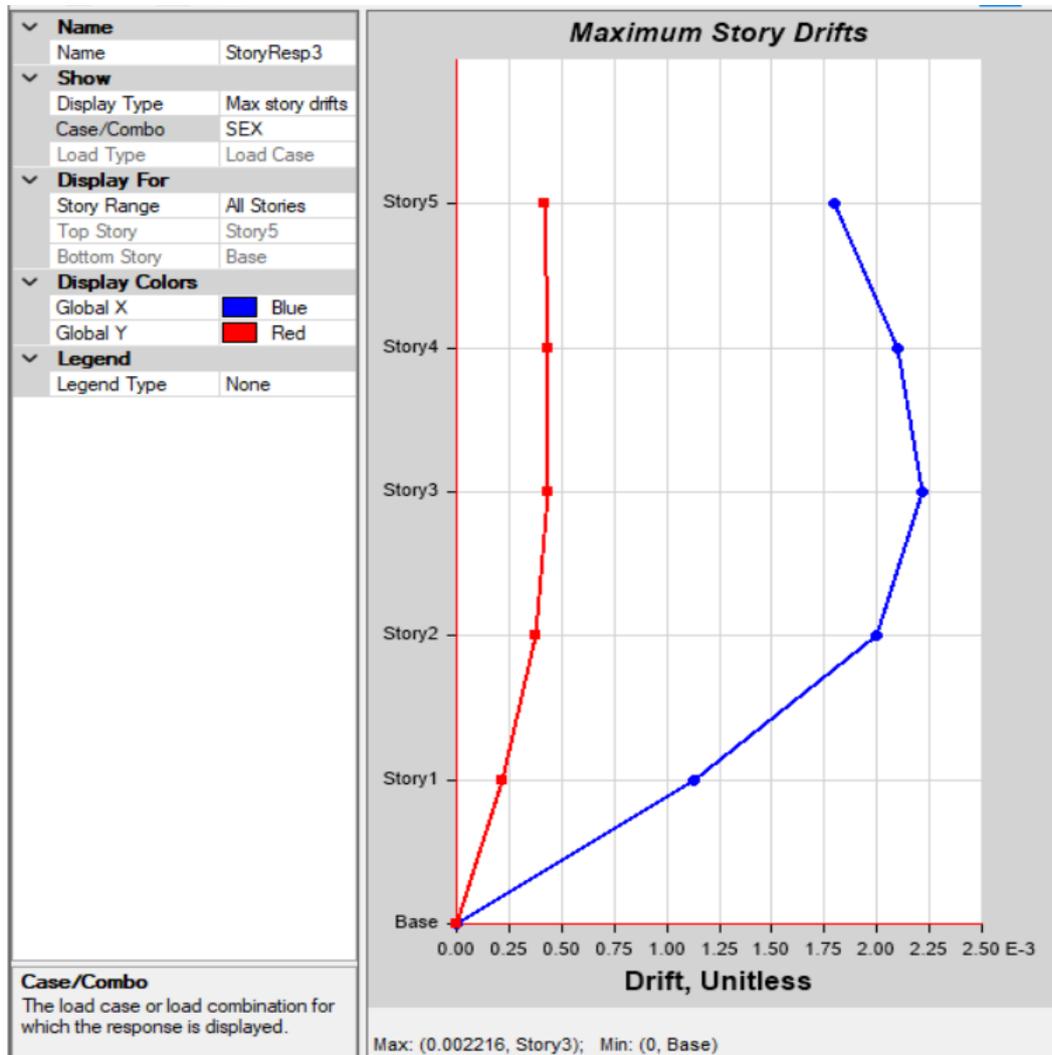


10. Calculamos de drift y determinamos los resultados finales

DERIVAS XX

TABLE: Story Response			
Story	Elevation m	Location	X-Dir
Story5	12.5	Top	0.001794
Story4	10	Top	0.002097
Story3	7.5	Top	0.002216
Story2	5	Top	0.001995
Story1	2.5	Top	0.001127
Base	0	Top	0

Se observa: Tabla distorsiones de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de plástico reciclado.

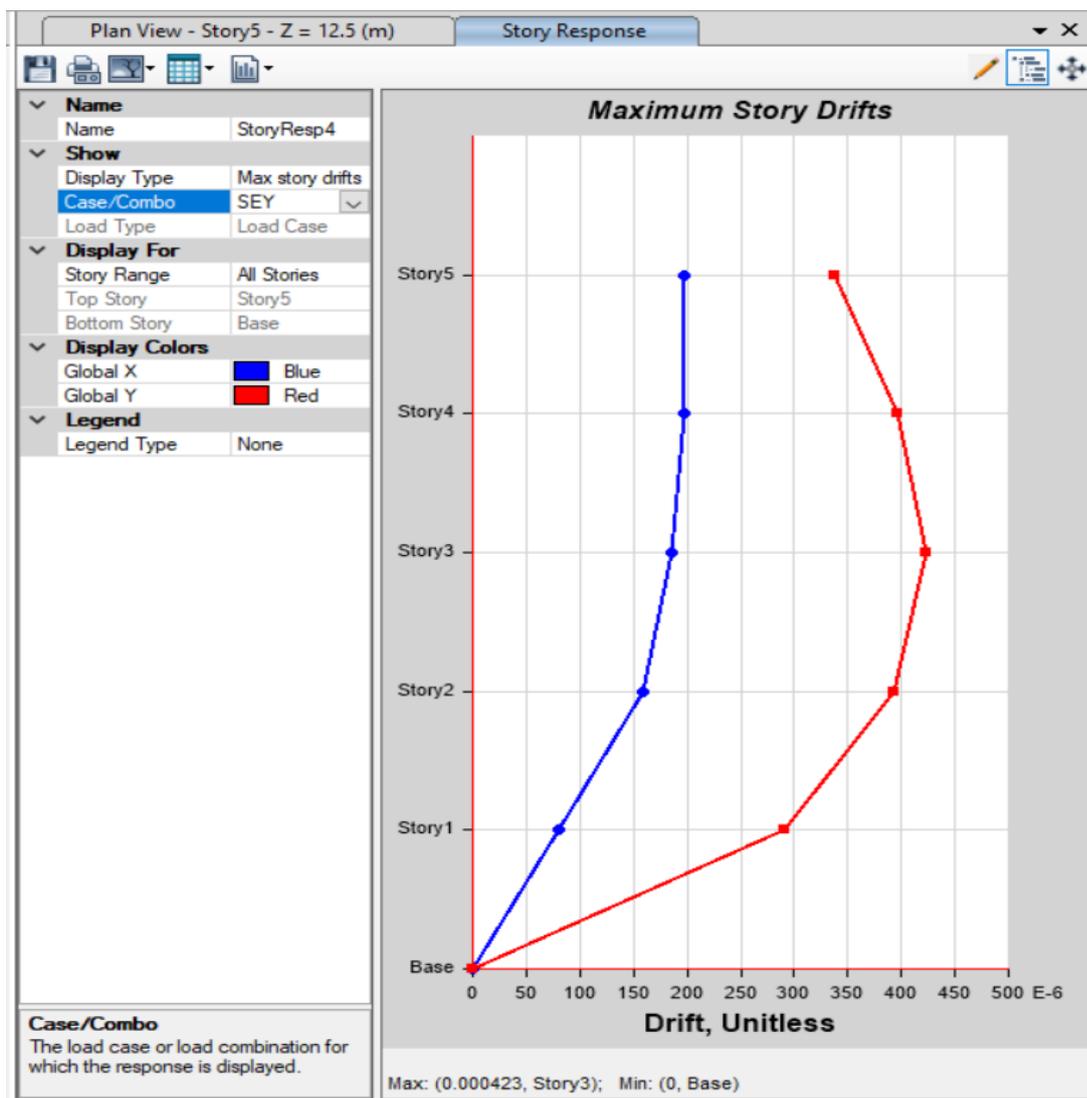


Se observa: Desplazamiento de la estructura en el eje XX que cuenta con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado.

DERIVAS YY

TABLE: Story Response			
Story	Elevation m	Location	Y-Dir
Story5	12.5	Top	0.000338
Story4	10	Top	0.000397
Story3	7.5	Top	0.000423
Story2	5	Top	0.000394
Story1	2.5	Top	0.00029
Base	0	Top	0

Se observa: Tabla distorsiones de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado



Se observa: Desplazamiento de la estructura en el eje YY que cuenta con muros estructurales a base de ladrillo de plástico reciclado.

ANÁLISIS DE LA EDIFICACIÓN CON MUROS A BASE DE LADRILLOS DE PLASTICO RECICLADO

análisis sísmico estático

1. Chequeamos la densidad de muros de albañilería.

$$\frac{\sum L_T}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

- según normativa

Z= 0.45

U= 1.00

S= 1.05

N= 2.00

A_p = 103.777 m²

Tabla. Eje "X". Densidad Total De Muros

Muro (A:Albañilería, P: Concreto)	Material	espesor total (cm)	Tarrajeo u otro (cm)	espesor efectivo "t" (cm)	Longitud "L" (m)	L*t
MA1X	Albañilería	25	2	25	2.850	0.713
MA2X	Albañilería	25	2	25	2.930	0.733
MA3X	Albañilería	12.5	2	12.5	1.380	0.173
MA4X	Albañilería	12.5	2	12.5	1.570	0.196
MA5X	Albañilería	12.5	2	12.5	2.230	0.279
ME1X	Concreto	15	0	15	1.200	3.402
ME2X	Concreto	15	0	15	1.200	3.402
ΣL*t					8.90	m²

Z.U.S.N/56 = 4.22 %

DM 8.57% > 4.22%

Como el área de corte de los muros reforzados dividido entre el área de planta típica, es mayor al producto de los parámetros sísmicos dividido entre 56 (19.2b E-070) entonces se concluye que en el eje "X" si cumple con la densidad.

Tabla. Eje "y": Área de corte de los muros reforzados

Muro (A:Albañilería, P: Concreto)	Material	espesor total (cm)	Tarrajeo u otro (cm)	espesor efectivo "t" (cm)	Longitud "L" (m)	L*t
MA1Y	Albañilería	12.5	2	12.5	2.150	0.269
MA2Y	Albañilería	12.5	2	12.5	2.880	0.360
MA3Y	Albañilería	12.5	2	12.5	3.900	0.488
MA4Y	Albañilería	12.5	2	12.5	4.150	0.519
MA5Y	Albañilería	12.5	2	12.5	2.880	0.360
MA6Y	Albañilería	12.5	2	12.5	1.750	0.219
MA7Y	Albañilería	12.5	2	12.5	3.100	0.388
MA8Y	Albañilería	12.5	2	12.5	1.800	0.225
MA9Y	Albañilería	12.5	2	12.5	4.780	0.597
MA10Y	Albañilería	12.5	2	12.5	1.750	0.219
MA11Y	Albañilería	12.5	2	12.5	2.850	0.356
ME1Y	Concreto	15	0	15	2.150	6.096
ME2Y	Concreto	15	0	15	1.350	3.828
$\Sigma L*t$					13.92	m ²

Fuente: Elaboración propia

Descripción: Como el área de corte de los muros reforzados dividido entre el área de planta típica, es mayor al producto de los parámetros sísmicos dividido entre 56 (19.2b E-070) entonces se concluye que en el eje "Y" si cumple con la densidad.

$$\mathbf{Z.U.S.N/56 = 4.22 \%}$$

$$\mathbf{DM 13.42\% > 4.22 \%}$$

2. Determinamos el periodo fundamental de la estructura.

El periodo para analizar será calculado utilizando el del software y no con lo especificado en la norma, teniendo en cuenta que el uso de la fórmula de la normativa es para realizar cálculos a mano alzada y se usa más para calcular empíricamente.

Modal Participating Mass Ratios													
File Edit Format-Filter-Sort Select Options													
Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None Modal Participating Mass Ratios													
Filter: None													
	Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX
▶	Modal	1	0.224	0.8623	0.0011	0	0.8623	0.0011	0	0.0007	0.3821	0.0456	0.0007
	Modal	2	0.132	0.0001	0.897	0	0.8624	0.8981	0	0.3724	0.0001	0.0197	0.3731
	Modal	3	0.128	0.0407	0.0168	0	0.9031	0.9149	0	0.0085	0.0204	0.8636	0.3816
	Modal	4	0.083	0.092	0.0006	0	0.9951	0.9154	0	1.54E-05	0.5638	0.0021	0.3816
	Modal	5	0.051	0.0015	0.0528	0	0.9966	0.9682	0	0.4052	0.009	0.0221	0.7868
	Modal	6	0.05	0.0034	0.0318	0	1	1	0	0.2132	0.0246	0.0468	1
	Modal	7	0.005	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
	Modal	8	0.005	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
	Modal	9	0.005	0	0	0	1	1	0	5.564E-07	0	0	1
	Modal	10	0.004	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
	Modal	11	0.004	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
	Modal	12	0.004	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1

$T_{xx}=0.22400$

$T_{yy}=0.13200$

Reconocimiento de planos, características y especificaciones generales:

Ubicación de la vivienda: departamento de la libertad provincia de Trujillo, distrito Trujillo, Urbanización San Isidro.

Tabla. Medida del muro

Número de pisos	N.º 5
Altura de la 1º planta	$h = 2.50 \text{ m.}$
Altura de resto de pisos típico	$h = 2.50 \text{ m.}$
Espesor de losa	$e = 0.20 \text{ m.}$
Espesor de muros portantes	$t = 0.125 \text{ m}$
Peso de la vivienda	554.39 Tn

Tabla. Materiales convencionales de la edificación

Albañilería	Concreto	Acero de Refuerzo
<ul style="list-style-type: none">• Ladrillos: k-k 18 huecos.• Pilas: resistencia a compresión $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2 = 650 \text{ T/m}^2$• Módulo de elasticidad: $E_m: 500 f'm = 32500 \text{ kg/cm}^2 = 325000 \text{ T/m}^2$	<ul style="list-style-type: none">• Resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$• Módulo de elasticidad: $E_c = 15000 \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2 = 217\,370.6 \text{ kg/cm}^2 \approx 2173706 \text{ T/m}^2$	<ul style="list-style-type: none">• Acero corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 = 42\,000 \text{ T/m}^2$

Tabla. Materiales como propuesta nueva

Albañilería con ladrillo de plástico reciclado
- Pilas: resistencia a la compresión $f'm = 126\text{kg/cm}^2 = 1260 \text{ T/m}^2$
- Módulo de elasticidad $E_m = 11500 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson's = 0.33

Tabla. Parámetros sísmicos

Zonificación	Parámetros de Sitio	Categoría del Edificio
Zona: 4	Perfil Tipo: S2	Categoría:
$Z = 0.45 \text{ g}$	$S = 1.05$	Común C
	$TP = 0.60$	$U = 1.00$
	$TL = 2.00$	

Tabla. Coeficiente Básico de reducción de fuerzas sísmicas

Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas
Categoría: Albañilería Armada o Confinada
$R_0 = 3$
Factores de Irregularidad
Irregularidad en Altura, I_a : 01 Regular
$I_a = 1.00$
Irregularidad en Planta, I_p : 04 Esquinas Entrantes
$I_p = 0.90$
Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas
$R = R_0 \times I_a \times I_p = 2.7$

4.2 Análisis de la edificación con muros a base de ladrillos king kong 18 huecos

Análisis sísmico

Densidad de muros de albañilería estático

$$\frac{\sum L_T}{A_p} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

Según normativa
Z= 0.45
U= 1.00
S= 1.05
N= 2.00.
Ap= 103.777 m ²

Tabla: Eje "x" Densidad Total De Muros

Muro (A:Albañilería, P: Concreto)	Material	espesor total (cm)	Tarrajeo u otro (cm)	espesor efectivo "t" (cm)	Longitud "L" (m)	L*t
MA1X	Albañilería	23	2	23	2.850	0.656
MA2X	Albañilería	23	2	23	2.930	0.674
MA3X	Albañilería	13	2	13	1.380	0.179
MA4X	Albañilería	13	2	13	1.570	0.204
MA5X	Albañilería	13	2	13	2.230	0.290
ME1X	Concreto	15	0	15	1.200	1.204
ME2X	Concreto	15	0	15	1.200	1.204
$\Sigma L*t$					4.41	m ²

$$Z.U.S.N/56 = 4.22 \%$$

$$DM 4.25\% > 4.22 \%$$

Como el área de corte de los muros reforzados dividido entre el área de planta típica, es mayor al producto de los parámetros sísmicos dividido entre 56 (19.2b E-070) entonces se concluye que en el eje "X" si cumple con la densidad.

Tabla. Eje "y"

Muro (A:Albañilería, P: Concreto)	Material	espesor total (cm)	Tarrajeo u otro (cm)	espesor efectivo "t" (cm)	Longitud "L" (m)	L*t
MA1Y	Albañilería	15	2	13	2.150	0.280
MA2Y	Albañilería	15	2	13	2.880	0.374
MA3Y	Albañilería	15	2	13	3.900	0.507
MA4Y	Albañilería	15	2	13	4.150	0.540
MA5Y	Albañilería	15	2	13	2.880	0.374
MA6Y	Albañilería	15	2	13	1.750	0.228
MA7Y	Albañilería	15	2	13	3.100	0.403
MA8Y	Albañilería	15	2	13	1.800	0.234
MA9Y	Albañilería	15	2	13	4.780	0.621
MA10Y	Albañilería	15	2	13	1.750	0.228
MA11Y	Albañilería	15	2	13	2.850	0.371
ME1Y	Concreto	15	0	15	2.150	2.157
ME2Y	Concreto	15	0	15	1.350	1.354
$\Sigma L*t$					7.67	m ²

$$Z.U.S.N/56 = 4.22 \%$$

$$DM 7.39\% > 4.22 \%$$

Como el área de corte de los muros reforzados dividido entre el área de planta típica, es mayor al producto de los parámetros sísmicos dividido entre 56 (19.2b E-070) entonces se concluye que en el eje "Y" si cumple con la densidad.

Tabla 10. Factores de ampliación sísmica

El factor de ampliación sísmica (C) se define según lo que indica el artículo 14 de la norma
$T_p = 0.6$
$T_I = 2.00$
Como $T < T_p$
$C = 2.5$

Anexo 11: Certificados de calibración de equipos



CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-F-012-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0006
2. Solicitante	HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA S.R.L.
3. Dirección	AV. PAISAJISTICA LT. 12 MZ. I URB. UPAO II - LA LIBERTAD - TRUJILLO - TRUJILLO
4. Instrumento calibrado	MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL (PRENSA DE CONCRETO)
Marca	TAMIEQUIPOS LTDA
Modelo	No indica
N° de serie	140
Identificación	No indica
Procedencia	No indica
Intervalo de indicación	0 kgf a 100000 kgf
Resolución	10 kgf
Clase de exactitud	No indica
Modo de fuerza	Compresión
Indicador Digital	
Marca	No indica
Modelo	No indica
Transductor de Presión	
Marca	ZEMIC
Modelo	YB15
5. Fecha de calibración	2024-01-16

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-01-20



Firmado digitalmente por:
ASTETE SORIANO LUCIO FIR
42817545 hard
Inédito. Soy el autor del documento
Fecha: 20/01/2024 00:20:23-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
☎ ventascalibratec@gmail.com
☎ CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-012-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

6. Método de calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DM.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Suelos y Materiales de HUERTAS ESTRUCTURAS & GEOTECNIA S.R.L. ubicado en Av. Paisajística Lt. 12 Mz. I Urb. Upao II - La Libertad - Trujillo - Trujillo

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,8 °C
Humedad relativa	53 %	54 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 271 kg	INF-LE N° 093-23 B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-012-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Promedio	Error de medición
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso kgf	Ascenso kgf	Ascenso kgf	Descenso kgf	Ascenso kgf		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	
10	10000	10018	10028	10031	--	--	10025	-25
20	20000	20019	20024	20019	--	--	20020	-20
30	30000	30000	30005	30010	--	--	30005	-5
40	40000	40001	40006	40016	--	--	40008	-8
50	50000	50011	50011	50016	--	--	50013	-13
60	60000	60036	60041	60051	--	--	60043	-43
70	70000	70055	70080	70065	--	--	70080	-80
80	80000	80024	80029	80039	--	--	80030	-30
90	90000	90026	90036	90046	--	--	90036	-36
100	99000	99051	99081	99051	--	--	99055	-55

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
%	kgf	%	%	%	%	%	%
10	10000	-0,25	0,15	--	0,10	--	0,95
20	20000	-0,10	0,02	--	0,05	--	0,53
30	30000	-0,02	0,03	--	0,03	--	0,41
40	40000	-0,02	0,04	--	0,03	--	0,38
50	50000	-0,03	0,01	--	0,02	--	0,33
60	60000	-0,07	0,02	--	0,02	--	0,32
70	70000	-0,09	0,01	--	0,01	--	0,31
80	80000	-0,04	0,02	--	0,01	--	0,30
90	90000	-0,04	0,02	--	0,01	--	0,30
100	99000	-0,06	0,01	--	0,01	--	0,30

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	Resolución relativa a %	Cero f0 %
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MAXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f₀) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-012-2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC