



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

TESIS

**COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LADRILLOS ECOLÓGICOS
PRENSADOS EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL DE LA
CIUDAD DE ICA EN EL AÑO 2017**

PRESENTADO POR:

BACH. MONTOYA GARCÍA FABIOLA AMELIA

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ICA - PERÚ

2017

DEDICATORIA:

A Dios por guiarme durante todo el camino al éxito profesional.

AGRADECIMIENTO:

Una gratitud especial a mis padres por haberme guiado, y educado con buenos sentimientos, hábitos y valores.

RECONOCIMIENTO:

Al estamento directivo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil - Universidad Privada "Alas Peruanas" de Ica, quienes me han ofrecido el apoyo necesario para realizar el presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RECONOCIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	x

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL	2
1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL	2
1.3. PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	2
1.3.1. PROBLEMA PRINCIPAL	2
1.3.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	2
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.5. HIPÓTESIS Y VARIABLES	3
1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL	3
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	4
1.5.3. VARIABLES (OPERACIONALIZACIÓN)	4
1.6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	5

a) TIPO DE INVESTIGACIÓN	5
b) NIVEL DE INVESTIGACIÓN	5
1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	5
a) MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	5
b) DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	6
1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	6
a) POBLACIÓN	6
b) MUESTRA	7
1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
a) TÉCNICAS	7
b) INSTRUMENTOS	8
1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES	9
a) JUSTIFICACIÓN	9
b) IMPORTANCIA	9
c) LIMITACIONES	10

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	11
2.2 BASES TEÓRICAS	15
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	44

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

3.1 CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO	47
3.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES	50

CAPÍTULO IV
PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÒTESIS

4.1 PRUEBA DE HIPÒTESIS GENERAL	70
---------------------------------	----

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN DE RESULTADOS

DISCUSIÓN DE RESULTADOS	77
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
FUENTES DE INFORMACIÓN	82
ANEXOS	84
MATRIZ DE CONSISTENCIA	85
ENCUESTAS – CUESTIONARIOS – ENTREVISTAS	86

RESUMEN

La investigación que presento tiene por objetivo principal determinar cuáles son los efectos del comportamiento sísmico de viviendas de interés social construidas con ladrillos ecológicos prensados. La hipótesis contrastada en estos ladrillos ecológicos prensados influye significativamente en los efectos del comportamiento sísmico de las viviendas de interés social en la ciudad de Ica.

La presente investigación ha utilizado el método científico y cuantitativo, le corresponde el diseño no experimental y la muestra se quedó conformada por los 90 ingenieros del área de construcción de la ciudad de Ica. El instrumento empleado es propio de la técnica antes mencionada, es un cuestionario elaborado teniendo en cuenta criterios de estudio con respecto a las variables investigadas, para la contrastación de hipótesis, en primer lugar, se procedió a establecer el tipo relación existente entre las variables de estudio, para lo cual se empleó la estadística inferencial y la aplicación de software SPSS para validar cada uno de las operaciones que se contrastó en la presente investigación.

En base a los resultados obtenidos en la investigación se ha determinado que existe una relación directa entre las variables: Comportamiento sísmico y viviendas construidas con ladrillo ecológico; ya que se ha obtenido un coeficiente RO de 0,673; que identifica una conexión directa con la hipótesis general en la que se encuentra muy relacionada la construcción de viviendas de interés social con ladrillos ecológicos prensados.

La vivienda social es una infraestructura que albergara a la población de más bajos recursos y por ello también debe cumplir con las normas sobre sismicidad, tratando que esto no perjudique su valor económico.

Palabras clave:

Comportamiento sísmico, ladrillo ecológico prensado, construcción de viviendas

ABSTRACT

The main objective of the research I present is to determine what are the effects of the seismic behavior of low-income housing built with pressed green bricks. The hypothesis contrasted in these pressed green bricks has a significant influence on the effects of the seismic behavior of social housing in the city of Ica.

This research has used the scientific and quantitative method, corresponds to the non-experimental design and the sample was made up of 90 engineers from the construction area of the city of Ica. The instrument used is typical of the aforementioned technique, it is a questionnaire prepared taking into account study criteria with respect to the variables investigated, for the testing of hypotheses, first, we proceeded to establish the type relationship between the variables of study, for which the inferential statistics and the SPSS software application were used to validate each of the operations contrasted in the present investigation.

Based on the results obtained in the investigation it has been determined that there is a direct relationship between the variables: Seismic behavior and houses built with ecological brick; since a RO coefficient of 0.673 has been obtained; which identifies a direct connection with the general hypothesis in which the construction of social interest houses with pressed ecological bricks is closely related.

Social housing is an infrastructure that will shelter the population with the lowest resources and therefore it must also comply with the seismicity norms, trying that this does not harm its economic value.

Keywords:

Seismic behavior, pressed ecological brick, housing construction

INTRODUCCIÓN

El Perú se encuentra en una de las regiones de mayor actividad sísmica en el planeta, por lo tanto, estamos expuesto a cualquier sismo, que puede causar pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales. Es urgente realizar algunos estudios que analicen el comportamiento más probable de este fenómeno para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo. Una forma de conocer el probable comportamiento sísmico de un lugar es a través de la evaluación del peligro sísmico en términos probabilísticos, es decir inferir las probables aceleraciones que podrían ocurrir en una zona específica. En las normas de diseño se detallan las cargas sísmicas, por lo que no es necesario realizar investigaciones detalladas de la actividad sísmica del área donde se construirán estructuras comunes.

El coeficiente de diseño sísmico a ser usado en el diseño sísmico pseudo-estático se analiza en base a la zona, condición del suelo e importancia de la estructura. Si la estructura es flexible, la carga sísmica se modifica tomando en cuenta su periodo fundamental. Sin embargo, cuando se planifican estructuras importantes, deben evaluarse sus capacidades de resistir terremotos en base a estudios detallados de peligro sísmico.

La presente investigación analiza la posibilidad de usar los ladrillos ecológicos prensados en la construcción de viviendas sismo resistente de hasta 02 pisos como posible reemplazo a los ladrillos de arcillas quemados de manera artesanal.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los movimientos sísmicos ocurridos en el país vienen a ser las interacciones de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana y de los reajustes que se orinan en la corteza terrestre como consecuencia de la interacción y la morfología alcanzada por el Aparato Andino.

Los principales rasgos tectónicos de la región occidental de Sudamérica, como son la Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica Perú-Chile, están relacionados con la alta actividad sísmica y otros fenómenos telúricos de la región, como una consecuencia de la interacción de dos placas convergentes cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes. La teoría que postula esta relación es la Tectónica de Placas o Tectónica Global (Isacks et al, 1968). La idea básica de esta teoría es que la envoltura más superficial de la tierra sólida, llamada Litósfera (100 Km), está dividida en varias placas rígidas que crecen a lo largo de estrechas cadenas meso-oceánicas casi lineales; dichas placas son transportadas en otra envoltura menos rígida, la Astenosfera, y son comprimidas o destruidas en los límites compresionales de interacción, donde la corteza terrestre es comprimida las cadenas de montañas o donde existen fosas marinas (Berrocal et al, 1975).

En los últimos 30 años en el Perú se han venido realizando diferentes estudios sobre los tipos de refuerzo para las viviendas de adobe, pero son pocos los que

se han hecho sobre ladrillo ecológico por elementos de concreto armado en viviendas de un piso y ninguno en dos pisos, a pesar del gran número de viviendas de dos pisos en la región sierra.

El aumento del precio del crudo desde 2008, la deforestación, las nuevas normativas y regulaciones en materia medio ambiental y el aumento del coste, demandan la búsqueda de alternativas para las empresas de ladrillos cocidos tradicionales, como son los ladrillos ecológicos.

1.2 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Delimitación Espacial

Esta investigación se desarrolló en la provincia de Ica.

1.2.2 Delimitación Temporal

La investigación se realizó desde enero hasta diciembre de 2017.

1.3 PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema General

¿Cuáles son los efectos del comportamiento sísmico de viviendas construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?

1.3.2 Problemas Específicos

¿Cuáles son los efectos del ladrillo ecológico en la construcción de viviendas sociales construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?

¿Cuáles son los efectos del ladrillo ecológico en el refuerzo de muros construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?

¿Cuáles son los efectos del ladrillo ecológico en el rango elástico construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?

1.4 Objetivos de la Investigación:

1.4.1 Objetivo General:

Determinar cuáles son los efectos del comportamiento sísmico de viviendas sociales construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017.

1.4.2 Objetivos Específicos

Determinar cuáles son los efectos en la construcción de viviendas sociales haciendo uso de los ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017.

Determinar cuáles son los efectos en el refuerzo de muros construidos con ladrillos ecológicos prensados en las viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017

Determinar cuáles son los efectos en el rango elástico de las viviendas sociales construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017.

1.5 HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.5.1 Hipótesis general

La construcción de viviendas sociales con ladrillos ecológicos prensados influye significativamente en un mejor comportamiento sísmico de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

1.5.2 Hipótesis específicas

El manejo de ladrillos ecológicos prensados en la construcción de viviendas sociales influye significativamente en los efectos constructivos de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

El uso de ladrillos ecológicos prensados en las viviendas sociales influye significativamente en el refuerzo de muros de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

Los trabajos con ladrillo ecológico prensados influyen significativamente en el rango elástico estructural de las viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

1.5.3 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable (X) Ladrillos ecológicos prensados	Tipos	Residuos Dureza Temperatura
	Ventajas	Perjuicio Requerimiento Gastos
	Desventajas	Escases Variedad
Variable (Y) Comportamiento Sísmico	Construcción de viviendas	Ahorro Mano de obra Aislamiento acústico Sistema de ensamble Material constructivo
	Refuerzo	Refuerzo horizontal Refuerzo de viga Muros transversales
	Rango elástico	Comportamiento frágil Valores de cortante

1.6 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

a) Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo básica, en tanto que nos llevó a la búsqueda de nuevos conocimientos y campos de investigación. Su propósito es recolectar información de las variables de estudio a través de sus dimensiones e indicadores para enriquecer el conocimiento teórico y científico, y transformar la realidad en cuestión. Por lo tanto, su utilidad ha de ser teórico-científica. (Carrasco, 2006)

b) Nivel de Investigación

El presente estudio es relacional, ya que estuvo orientado a describir las variables en la muestra seleccionada, mediante el estudio del mismo, en una circunstancia temporo-espacial. En tal sentido, nos permitió recopilar información sobre la relación entre las variables de estudio (Comportamiento sismoresistente y ladrillo ecológico), en un intervalo de tiempo determinado, tal y conforme se presentan en la realidad. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

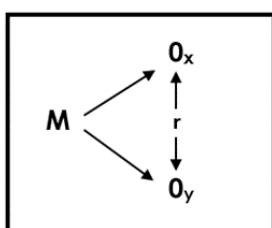
1.6.2 MÉTODO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:

a) Método de investigación

Se ha utilizado el método científico y cuantitativo, el cual tiene los siguientes pasos: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).

b) Diseño de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) por las características del estudio, al presente le corresponde el diseño no experimental, ya que no existe manipulación activa de alguna variable, es decir, porque no se manipuló deliberadamente las variables y sólo se observó los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos. De naturaleza correlacional, puesto que se determinó la relación de la variable X con la variable Y. El siguiente esquema corresponde a este tipo de diseño:



Donde:

M = Muestra.

O_x = Observación de la variable comportamiento sísmico.

O_y = Observación de la variable ladrillo ecológico.

r = Relación entre las variables estudiadas.

1.6.3 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

a) Población

Tal como señala Vara (2012) la población es un “conjunto de sujetos o cosas que tiene una o más propiedades en común, se encuentran en un espacio o territorio y varían en el transcurso del tiempo” (p. 221). La población llamada también universo, comprende la gran diversidad de unidades que forman las necesidades, no solamente puede referirse a personas si no a cosas o hechos de interés social.

La población se encuentra focalizada en 90 ingenieros civiles de la provincia de Ica.

c) Muestra

Según Vara (2012) la muestra "es el conjunto o una parte de casos extraídos de la población, seleccionado por algún método racional, siempre parte de la población, que se somete a observación científica en representación del conjunto con el propósito de obtener resultados validos" (p. 223).

La investigación consideró un muestreo no probabilístico, carácter causal por conveniencia, es decir se seleccionó la muestra tomando en cuenta grupos que han sido formados con razones diferentes a la investigación y quedo conformado por los 90 ingenieros civiles de la provincia de Ica, es decir la totalidad de la población.

1.6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

a) Técnicas

Según Carrasco (2006) esta técnica consiste en la indagación, exploración y recolección de datos, mediante ítems o preguntas formuladas directa o indirectamente a los sujetos que constituyen la unidad de análisis del estudio de investigación. Esta técnica se empleó para obtener datos sobre las variables de estudio: comportamiento sísmico y ladrillo ecológico, a partir de la información que se ha de registrar en los respectivos cuestionarios.

Encuesta, esta técnica permitió rescatar datos puntuales y más estructurados a través de preguntas que fueron formuladas de acuerdo con la investigación, esto fue un gran apoyo luego en el proceso analítico que se realizó para poder verificar la relación entre las variables de investigación.

b) Instrumentos

El instrumento empleado es propio de la técnica antes mencionada es un cuestionario elaborado teniendo en cuenta criterios de estudio con respecto a las variables investigadas.

Para el procesamiento de datos se siguió la siguiente secuencia:

a) Clasificación de datos: en donde los datos que fueron recogidos con el respectivo instrumento fueron clasificados.

b) Codificación de los datos: que consistió en codificar la información recogida con los respectivos instrumentos en la muestra de estudio.

c) Calificación: que consistió en dar la puntuación que corresponde según el instrumento aplicado, este criterio de evaluación se hizo de acuerdo a la matriz del instrumento.

d) Tabulación estadística: en donde se elaboró una data donde se encuentran todos los códigos de los sujetos muestrales.

Para el análisis de datos se siguió la siguiente secuencia:

a) Estadígrafos de tendencia central y de variabilidad:

Se aplicó estadígrafos que nos permitió conocer cuáles son las características de la distribución de los datos, como la media aritmética y varianza.

b) Interpretación:

Los datos que se presentaron en tablas y gráficos fueron interpretados en función de las variables:

- Variable X: "Ladrillos ecológicos prensados" y sus dimensiones: tipos, ventajas y desventajas.

- Variable Y: "Comportamiento sísmico" y sus dimensiones: construcción de viviendas, refuerzo y rango elástico.

Para probar las hipótesis se siguió la siguiente secuencia:

- Para la contrastación de hipótesis, en primer lugar, se procedió a establecer el tipo relación existente entre las variables de estudio, para lo cual se empleó el coeficiente de correlación de Pearson, el cual está dado por:

$$r = \frac{n \sum X.Y - (\sum X) (\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2] [n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

- Y en segundo lugar, se procedió a determinar la significancia entre las variables de estudio (Comportamiento sísmico), para lo cual se empleará la prueba t de correlación, la cual está dada por:

$$t = \frac{r - \rho}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

1.6.5 JUSTIFICACIÓN, IMPORTANCIA Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

a) Justificación

El estudio de casas hechas con de ladrillos ecológicos responde a las necesidades de disminuir el gasto energético y el impacto ambiental provocado por subproductos provenientes de cultivos agrícolas e industriales, y a la necesidad de aumentar la calidad medio ambiental.

b) Importancia

La principal ventaja de dar a conocer la construcción de viviendas con el uso de los ecoladrillos es que si se vuelve comercial se producirá la

eliminación de la emisión de CO₂ a la atmósfera al eliminar la cocción del proceso de elaboración de los mismos. Por otro lado, el hecho de que los aditivos residuales (tanto cáscaras como cenizas) procedan del cultivo del arroz tiene gran relevancia ya que se trata del cultivo de cereal que mayor extensión de superficie ocupa en el mundo.

c) Limitaciones

Se tuvo algunos obstáculos en cuanto a la recolección de los datos ya que no todos los ingenieros contaban con disponibilidad de tiempo para el llenado de las encuestas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Carmona & Rosas (2015), en su tesis titulada: Análisis comparativo del comportamiento sísmico dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú.

Esta investigación tuvo como objetivo realizar un análisis comparativo y diseño estructural utilizando aisladores sísmicos en la base (elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR)) para estudiar el comportamiento estructural de un edificio de oficinas contra un sistema dual bajo un criterio normativo sismo-resistente, utilizando un modelo sísmico mediante el programa de modelación, el cual nos proporcionará resultados necesarios para elegir el mejor modelo ante un evento sísmico.

Se realizó un análisis sísmico dinámico utilizando un espectro de respuesta de aceleración según tipo de suelo. Luego, Se colocó el aislador HDR (Aisladores Elastoméricos de Alto Amortiguamiento) en la base de la estructura. Además, se realizó el modelamiento adecuado con el programa de modelación estructural.

Luego de haber realizado una aproximación de costos de los dos modelos, se obtiene que el edificio aislado es aproximadamente 9.71 % más costoso

que el edificio con el sistema dual. Sin embargo, considerando una estimación de costos post-sismo, el sistema aislado (daño leve) es 37% más económico que el edificio con el sistema dual (daño severo). El ahorro en un edificio con un sistema de aislamiento no puede ser medido objetivamente en su construcción, sino después de haber ocurrido el sismo, debido a que los daños en el sistema aislado serán mínimos respecto a una edificación con un Sistema Dual. El suelo de Lima ayudó mucho en el desarrollo de este proyecto, ya que, al ser de tipo rígido, facilita la colocación de los aisladores y su correcto funcionamiento.

Rojas y Vidal (2014), Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

La presente tesis tiene como objetivo principal estudiar de manera experimental el comportamiento sísmico de un material no convencional como son los ladrillos ecológicos prensados, los cuales son elaborados con una mezcla de suelo, cemento y agua, mezclados y tamizados de manera que puedan ser comprimidos por una prensa hidráulica que ejerce una fuerza de 7 toneladas.

Se utilizó el procedimiento constructivo que el ladrillo ecológico propone, donde las columnas se refuerzan interiormente, utilizando los alveolos del mismo ladrillo para colocar tanto el refuerzo como las tuberías para instalaciones eléctricas y sanitarias. Para ello se utilizaron los principios de la norma de albañilería de manera que podamos comprobar si con los ladrillos ecológicos y con el adecuado refuerzo, se puede construir viviendas de hasta dos pisos. Para ello se construyó un módulo en forma de "U", de dos pisos a escala real con el sistema constructivo planteado, donde las columnas son moduladas con los mismos ladrillos, refuerzo horizontal y vertical debidamente confinado con mortero líquido. El módulo en forma de "U" contó con dos muros de corte y un muro de flexión siendo éste el de mayor longitud, así como con vigas de amarre construidas de forma convencional y no se colocó ningún tipo de elemento entre los pisos (losa aligerada o losa maciza). También se realizaron ensayos de compresión en

las unidades individuales del ladrillo ecológico prensado, así como ensayos de compresión axial en pilas y en muretes ensayos de compresión diagonal con la finalidad de obtener valores de las propiedades mecánicas que nos ayuden a determinar las condiciones con la que el modelo debe ser ensayado. El modelo se ensayó sobre la mesa vibratoria del laboratorio de estructuras, sometiéndolo a sismos leve, moderado y severo.

Los resultados que fueron procesados para cada una de las fases ensayadas, se presentan y comentan en el presente documento. Las conclusiones y recomendaciones pueden servir como punto de partida para futuros proyectos de estudio y poder introducir en el mercado un producto alternativo de construcción que sea viable y que pueda cumplir con las especificaciones que la norma peruana de construcción plantea.

Abanto y Akarley (2014), Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológica fabricada con suelo cemento en la ciudad de Trujillo. Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería.

Uno de los muchos problemas actuales de la contaminación ambiental es la fabricación del ladrillo artesanal, iniciando por la extracción del suelo agrícola hasta llegar a su cocción, representando un problema ecológico fundamental. En la presente investigación se determinó las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas, en la ciudad de Trujillo. Los objetivos fueron determinar las características del suelo, realizar el diseño de mezclas, elaborar el prototipo y realizar las pruebas experimentales respectivas que indiquen las características de la unidad suelo-cemento. Se realizaron los ensayos requeridos en el laboratorio de la Universidad Privada Antenor Orrego, determinando datos válidos y confiables. Como resultado se llegó a superar todas las características físicas y mecánicas del ladrillo artesanal (King Kong).

Barros (2010) en su artículo publicado: Resistencia sísmica del suelo-cemento post tensado en construcciones de baja complejidad geométrica.

Este artículo presenta el desarrollo y evaluación de un sistema constructivo-estructural a base de tierra cruda, que ofrece mejorar la sismo resistencia dentro de un rango aceptable (0.8g).

La investigación consistió en analizar y elaborar en laboratorio un material llamado suelo-cemento. Luego se procedió al desarrollo de un sistema constructivo estructural a base de tapial en suelo-cemento post tensado. A continuación, se fabricaron dos prototipos físicos escala 1:6 que fueron sometidos a ensayos de resistencia en el Laboratorio de Construcción Sismorresistente del Departamento de Obras Civiles UTFSM, para evaluar su comportamiento frente a sollicitaciones sísmicas.

Los resultados muestran que los ensayos fueron satisfactorios, por cuanto ambos modelos resistieron las simulaciones del terremoto de Kobe (0.8g) a un 100% sin indicios de colapso. Se piensa que este modelo podría ser aplicado en la construcción de obra nueva de baja complejidad geométrica a la luz del terremoto de febrero de 2010 en Chile.

Delgado (2006), desarrolló una tesis titulada: Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos Pisos con refuerzo horizontal y confinamientos de Concreto Armado.

El presente trabajo tuvo como objetivo principal el analizar experimentalmente el comportamiento sísmico del adobe confinado de dos pisos, así como estudiar el efecto del refuerzo horizontal utilizado para proveer ductilidad ante acciones coplanares del muro y ver si el refuerzo es efectivo ante acciones perpendiculares al plano del muro. Para ello es necesario analizar si es aplicable al adobe la teoría de diseño a la rotura utilizada en la albañilería de arcilla cocida confinada y determinar si las viviendas de adobe de dos pisos, con un adecuado refuerzo, son sísmicamente viables. Finalmente, el modelo se ensayó en la mesa vibradora del laboratorio de estructuras ante sismos leves moderados y

severos, los resultados obtenidos se procesaron mostrándose en forma gráfica los resultados para cada una de las fases de ensayo, obteniendo así conclusiones que permitieron determinar el comportamiento sísmico del módulo, estableciéndose sus zonas de debilidad, las que deben ser materia de estudio en proyectos futuros.

Los ensayos de compresión diagonal hecho sobre los muretes de adobe no fueron representativos, puesto que por la poca adherencia que hubo entre los adobes, estos terminaron desprendiéndose por su peso propio en las hiladas inferiores.

En la sierra del Perú, donde abundan las viviendas de adobe de 2 pisos, es posible aplicar la solución planteada en el proyecto de Norma E.080 para adobe confinado, en vista que allí se espera, según la Norma Sísmica E.030, aceleraciones de hasta 0.3 g para suelo duro, que corresponde a la fase 2 del ensayo en donde el muro de flexión del segundo piso no presentaba fallas significativas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Comportamiento sísmico

Podemos ahorrar cerca de un 40% al construir casas con ladrillos ecológicos, y más, ya que no se estuca, no se empasta, no se enyesa, no se pule, no se pinta, no lleva pilares ni cadenetas, tradicionales trabajosas y costosas, no necesita mano de obra muy especializada, No es necesario romper la pared por lo tanto, no se debilita la estructura ni la construcción, no es necesaria la cocción como el ladrillo convencional. Disminuyendo a la mitad el proceso de construcción de viviendas.

La rigidez es mayor en comparación a los ladrillos o bloques convencionales y aumenta con el tiempo. Los agujeros verticales de los ladrillos, nos brinda un excelente confort térmico, aislamiento acústico y la evaporación de la humedad

previniendo enfermedades respiratorias. Su diseño fue pensado para soportar fuerza y presión, funciona como un material de terminación, también ayuda a los soportes estructurales, como columnas internas, para instalar la enfierradura, cañerías de agua, luz, gas, teléfono, etc. ahorrando gastos en madera, amarres y mano de obra.

El mortero del revoque es el mismo recurso usado en el ladrillo, además es totalmente sismo resistente por el sistema de ensamble. Es más económico y resistente. Algunas terminaciones pueden ser lisas o torturadas ya sea con yeso, cerámica o estuco. Fácil para transportar, pegar, ensamblar, nivelar, impermeabilizar. Fácil y económico temperar o refrescar la vivienda. Se usan 10 sacos de cemento en una casa de 108 m² y con ladrillos convencionales excede 120 sacos de cemento reduce en un 65% el tiempo en la obra de mano, lo que permite rebajar costos. Finalmente estamos frente a un material constructivo eterno y definitivo que al paso de los años puede cambiarse su aspecto con pinturas tradicionales.

En Rojas (2014), se evaluó un módulo construido con ladrillo ecológico lo que brindo los siguientes datos:

- Después de aplicar al módulo un sismo equivalente al leve y moderado de la Norma de Albañilería E.070, para el ensayo Fase 1 y Fase 2 con aceleración de 0.3g y 0.7g en suelo duro, no se presentaron grietas en el espécimen.
- Al aplicar al módulo un sismo equivalente al severo de la Norma de Albañilería E.070, para el ensayo Fase 3 con aceleración de 1.3g, solamente se observó pequeñas fisuras. Por otro lado, a pesar de la simetría del módulo, se presentó una ligera torsión en la dirección del ensayo sin producirse deslizamiento entre los elementos.
- El refuerzo en los encuentros de muros, el refuerzo horizontal con ladrillos tipo viga y el refuerzo de la viga solera fueron adecuados para controlar la

falla por desgarramiento vertical en las esquinas del módulo. Este tipo de imperfecciones se dan principalmente por las fuerzas de inercia resultante de los muros transversales a la dirección del ensayo.

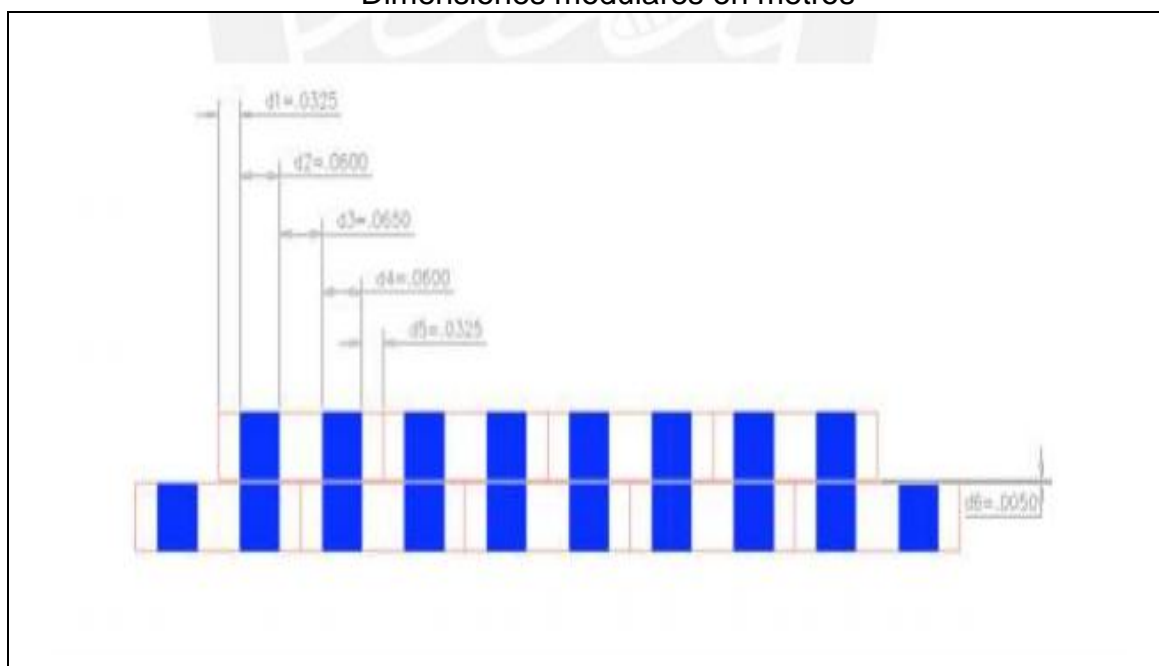
- Durante la Fase 3 del ensayo se calculó un esfuerzo cortante máximo de 4.26 kg/cm², valor que no llega a superar la resistencia a corte puro de los muretes de 4.98 kg/cm². Para comparar los valores, hay que considerar que los bordes del módulo presentan bordes arriostrados, a diferencia de los muretes que tuvieron cuatro bordes libres. Se espera que la resistencia a corte del módulo sea mayor a la obtenida con los ensayos en los muretes.
- De acuerdo a lo señalado en la Norma de Diseño Sismo resistente E.030 se recomienda utilizar una carga $V = Z \times U \times C1 \times P$, considerando los valores del ensayo se tiene: $U = 1$ para el caso de viviendas, $C1 = 1.3$ para elementos cuya falla entrañe peligro para personas, $Z = 0.4$ en la zona sísmica 3, con lo que tenemos un coeficiente sísmico de $V/P = 0.52$. Los resultados indican que el sistema es el adecuado para evitar la falla por desgarramiento en las esquinas y consecuentemente la volcadura del módulo.
- Culminando las tres fases de ensayo se procesaron los datos, se obtuvo valores de fuerza cortante basal que supera el peso de la estructura. Los valores se deben a la aceleración definida para los ensayos (0.3g, 0.7g y 1.3g). Se concluye que el peso de la construcción fue insuficiente para lograr una muestra representativa que permita evaluar los daños en una edificación con ladrillos ecológicos prensados de suelo-cemento ante diferentes eventos sísmicos.
- Comparando los resultados obtenidos se apreció que todo el ensayo se realizó dentro del rango elástico, sin embargo no resulta económico diseñar las estructuras de vivienda para que respondan elásticamente bajo las sollicitaciones sísmicas más severas. Las muestras de cortante basal en el tiempo revelan un comportamiento frágil de los materiales con valores de cortante constantes a lo largo de la duración total del ensayo.

2.2.2 Características geométricas del ladrillo ecológico

El sistema de albañilería con ladrillos ecológicos prensados de suelo – cemento se desarrolló como opción para la construcción armada teniendo en cuenta el refuerzo vertical y horizontal en su interior.

La albañilería se conforma con bloques alveolares de dimensiones modulares que permiten que las unidades coincidan unas con otras y a través de los alveolos se permita el paso de las varillas de refuerzo. Tanto las columnas como las vigas de amarre se construyen con las unidades de suelo – cemento.

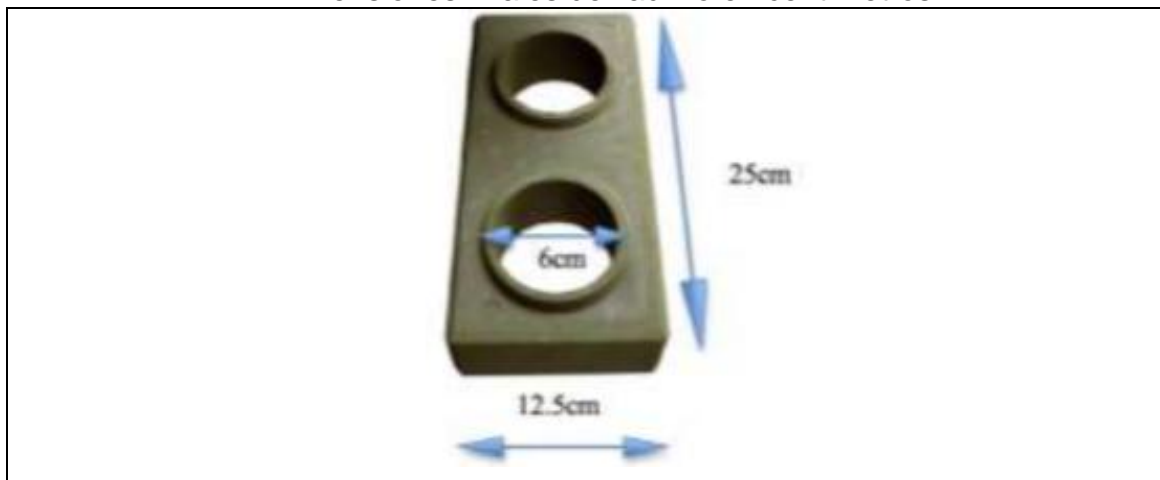
FIGURA NRO. 01
Dimensiones modulares en metros



Fuente: Elaboración Propia, SENCICO 2005

Los bloques tienen una longitud de 25 cm, un ancho de 12.5 cm y una altura de 7 cm, las juntas horizontales son de 0.5 cm de espesor como máximo, sin embargo las unidades presentan una desviación estándar de 0.40 cm. Las dimensiones de los alveolos permiten el paso de las varillas de refuerzo y las unidades de ladrillo de viga permiten la instalación del refuerzo horizontal.

FIGURA NRO. 02
Dimensiones finales del ladrillo en centímetros.



Fuente: SENCICO 2005

Para la construcción de los muros debemos cambiar las matrices (moldes) de la prensa hidráulica a fin de obtener los distintos tipos de unidades que permitan una correcta unión. Entre los modelos se encuentran (a) unidad de ladrillo simple, (b) unidad de ladrillo de viga, (c) unidad de ladrillo para piso y (d) unidad de medio ladrillo.

FIGURA NRO. 03
Tipos de ladrillos y matrices



Fuente: SENCICO 2005

Los alveolos circulares tienen un diámetro de 5.7 cm, con lo que el porcentaje de huecos en la unidad es de:

$$(2\pi r^2 D) / (L \times A) = (2 \times 3.1416 \times 5.7^2 / 4) / (25 \times 12.5) = 0.1633 \text{ (16.33\%)}$$

La sección transversal de la unidad es mayor al 70% del área bruta, por lo que el bloque se clasificó como sólido de acuerdo con la Norma E.070.

El peso de las unidades es de 3.5 kg aproximadamente, por lo que puede ser manipulado por los operarios con una sola mano y permite catalogarlo como ladrillo.

2.2.2.1 Definición de la Mezcla

A. Mezcla Suelo-Cemento

El suelo empleado en la fabricación de las unidades ecológicas de suelo cemento está compuesto por tierra arcillosa (65%), cemento (20%), arena fina (10%) y agua (5%), las tierras idóneas para la fabricación de las unidades son las que cumplen estas características.

- Aquellas que pasen por el tamizado de 4.8 mm al 100%.
- Aquellas que pasen por el tamizado de 0.075 mm de 10% al 50%.
- Límite de liquidez menor o igual al 45%.
- Índice de plasticidad menor o igual al 18%.

La arcilla es la materia prima esencial para la elaboración de las unidades por sus propiedades aglomerantes que mejoran su resistencia inicial y la trabajabilidad, sin embargo suelos arcillosos con propiedades diferentes a las antes descritas provocan fisuras después del secado del material.

Se realiza la mezcla del suelo con el cemento de tal manera que haya una mezcla homogénea, desarrollando las propiedades de ambos elementos. Diferentes componentes pueden incidir en las características del producto

final dentro de las que encontramos, dosificación del cemento, naturaleza del suelo, contenido de humedad y la compactación de la prensa hidráulica.

B. Ensayos preliminares de compresión y mezcla suelo - cemento

Pruebas de resistencia a la compresión en cinco unidades ecológicas de suelo cemento, los resultados se muestran a continuación:

CUADRO NRO. 01
Resistencia a la compresión

Identificación	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area bruta (cm ²)	Maxima Carga (Kg)	Resistencia compresion (kg/cm ²)
1	25.2	12.9	325.1	31770.0	97.7
2	25.2	12.7	318.1	32580.0	102.4
3	25.2	12.6	317.5	33010.0	104.0
4	25.2	12.7	318.8	32910.0	103.2
5	25.2	12.7	319.4	28840.0	90.3
Promedio					99.5

Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

El resultado obtenido mostro una resistencia mayor al valor mínimo (12 kg/cm²) exigido por la Norma de Adobe E.080, siendo un valor equivalente a la resistencia característica a compresión de los ladrillos tipo III (95 kg/cm²) de la tabla de clase de unidad de albañilería para fines estructurales de la Norma de Albañilería E.70.

2.2.2.2 Fabricación de las unidades

A. La Máquina Prensadora Hidráulica

La prensa compactadora hidráulica es un equipo de fabricación nacional portátil que se apoya sobre el terreno, lo que permite su traslado con facilidad a obra. La elaboración de los ladrillos ecológicos se realizó fuera de las instalaciones del laboratorio de estructuras antisísmicas. La máquina manual puede ser operada por tres personas, una para el manejo de la prensa y dos para abastecer de mezcla el proceso.

FIGURA NRO. 04
Proceso de Prensado



Fuente: SENCICO 2005

La faja transportadora entrega el material a la base de la compactadora y la prensa hidráulica ejerce una fuerza aproximada de 7 toneladas que permite conseguir un ladrillo compacto de suelo – cemento sin la necesidad de utilizar un horno tradicional. Para accionar la prensa se desplaza la palanca verticalmente al bloque. Luego, la unidad se retira manualmente, para seguir el proceso de curado por tres días y secado por tres días más.

B. Fabricación de las Unidades

Los insumos para la fabricación de las unidades pasan por un trompo mezclador. Con una pala se lleva a la siguiente fase de la producción de fabricación que incluye un licuador para homogenizar la mezcla.

FIGURA NRO. 05
Mezcladora y carreta para Materiales



Fuente: Elaboración Propia

Elimina las impurezas de la mezcla para obtener un material con dimensiones homogéneas. El resultado de ambos procesos ingresa al circuito de fabricación mediante el alimentador de la prensa hidráulica.

FIGURA NRO. 06
Campana de Mezcla Materiales antes del prensado



Fuente: Elaboración Propia

Los ladrillos permiten ser apilados hasta una altura de 10 unidades luego de ser curados.

FIGURA NRO. 07
Sistema completo para elaborar ladrillos Ecologicos prensados



Fuente: Elaboración Propia

El rendimiento observado durante la fabricación fue de 1000 a 1200 unidades por 8 horas de trabajos con tres operarios, es decir 1 unidad cada 2 minutos aproximadamente.

2.2.2.3 Definición del refuerzo

1. Refuerzo Vertical

La resistencia a la compresión y la resistencia a la Fuerza cortante de la albañilería dependen de las propiedades de la unidad de albañilería. El refuerzo vertical dentro de los alveolos de la unidad cumple la función de asegurar la unión entre los bloques de ladrillos ecológicos y garantizar el comportamiento del muro como una sola unidad. Como refuerzo estructural se utilizará barras de acero que tiene propiedad dúctil con una elongación mínima de 9%.

El sistema se destina para la construcción de viviendas de hasta 2 pisos. Por tanto se debe considerar que el refuerzo vertical vaya anclado a la cimentación. Para el refuerzo se usó una varilla de $\frac{1}{2}$ " cada 50 a 60 cm. Luego se procedió a llenar los alveolos que presentan varillas de refuerzo con mortero de las juntas hasta alcanzar la altura de medio ladrillo, dicho proceso permite aumentar la resistencia a cizalle de las juntas horizontales.

FIGURA NRO. 08
Colocación del Refuerzo Vertical en los Ladrillos Ecológicos Prensado



Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

2. Solera

Las vigas soleras permiten transmitir las fuerzas horizontales desde el techo hacia los muros perimetrales y aproximar la acción de un diafragma rígido en cada uno de los dos niveles. Se utilizó concreto armado con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con 2 varillas de $\frac{1}{4}$ " y estribos de fierro de $\frac{1}{4}$ " espaciados cada 20 cm.

FIGURA NRO. 09
Vigas Soleras



Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

En la mitad de cada nivel se colocó una hilada de ladrillos ecológicos tipo viga con refuerzo horizontal de 2 varillas de $\frac{1}{4}$ " sin estribos, los niveles de ladrillos tipo viga se completan con mortero para lograr un arriostre horizontal a los muros.

2.2.2.4 Características de los especímenes

Para las pruebas se preparan tres tipos de especímenes, pilas, muretes y el módulo de dos pisos. Para todos los especímenes es necesario recalcar que las juntas fueron casi nulas. Se aplica entre ladrillo y ladrillo una lechada de mortero, esta junta podrá ser máximo de 0.5 cm, para que los enclaves hembra y macho sigan trabajando.

A. Características de las Pilas y Muretes

Se construyen 4 pilas de 9 unidades cada una. Las pilas se refuerzan con varillas de acero verticalmente con una altura de 63 cm. También se construyen 4 muretes de 63x75 cm, los cuales se refuerzan vertical y

horizontalmente. Ambos especímenes se construyeron con la misma técnica de construcción convencional para que sean representativos.

B. Características del Módulo

El módulo de ladrillos prensado tuvo en planta una sección en forma de "U".

El peso del módulo no debe ser mayor a 15 toneladas debido a las restricciones del puente grúa y la mesa vibratoria. Para calcular el peso del módulo se toman en consideración los siguientes pesos unitarios de los materiales empleados:

- Peso unitario del ladrillo prensado: 1700 kg/m³
- Peso unitario del concreto: 2400 kg/m³ módulo

CUADRO NRO 02

Peso de un modulo

Elemento	Peso (kg)
Cimentación en x e y	2,200
Acero de refuerzo en x e y	148
Concreto en vigas y columnas	1,005
Muros de ladrillos en x e y	4,375
	7,728

Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

El peso un módulo con frecuencia es de 7.73 tonelada.

2.2.2.5 Construcción de los especímenes

a). Pilas y Muretes

Para la construcción de las 4 pilas se requieren 9 unidades por pila, las cuales se refuerzan verticalmente con acero de $\frac{1}{2}$ " en ambos alveolos y estos fueron llenados con mortero. Para las juntas se usa mortero líquido para consolidar la adherencia entre los ladrillos ecológicos prensados. Luego de que el grout ha fraguado, se recubren en la parte superior como inferior con capping de yeso-cemento, esto sirve de apoyo una vez que el espécimen ingrese a la prueba de compresión axial. Para los muretes se emplean 23 ladrillos ecológicos prensados por cada uno. Por cada hilada de ladrillos se colocan dos ladrillos y medio, en los alveolos de los extremos se colocará un refuerzo vertical de acero de $\frac{1}{2}$ " y se recubrirá de mortero líquido. En la parte central se reemplaza el ladrillo prensado por el ladrillo prensado de viga con la finalidad de colocar como refuerzo horizontal una barra de $\frac{1}{2}$ ".

Esta hilera de ladrillos de viga se rellena pero previamente se tapan los alveolos libres para que éstos no se rellenen. Luego de finalizar la construcción de los cuatro especímenes y después que hallan fraguado, se colocarán en las esquinas superior e inferior, en dirección diagonal, capping de yeso-cemento, donde la máquina aplica carga sobre el espécimen.

b). Módulo

El módulo se construye sobre una cimentación, la cual debe contar con tres vigas principales VC-01 y VC-02 que soporta el peso de la estructura. Las vigas VC-01 tienen una sección de 30x40 cm reforzada con 6 fierros corrugados de $\frac{5}{8}$ " y estribos de $\frac{3}{8}$ ". En ella se coloca los puntos de anclaje, en los extremos de la viga, tanto para la mesa vibratoria como para la grúa que desplazará el módulo del taller a la mesa vibratoria. La viga VC-02 tiene una sección de 30x30 cm con un refuerzo de 6 fierros corrugados de $\frac{5}{8}$ " con estribos de $\frac{3}{8}$ ".

Por último, se tiene una viga secundaria VC-03 con una sección de 20x30 cm, un refuerzo de 4 fierros de 5/8" y estribos de 3/8". Las vigas se sobredimensionan con la finalidad que puedan soportar los esfuerzos producidos por el traslado del módulo a la mesa vibratoria y los producidos durante el ensayo en la mesa vibratoria.

FIGURA NRO. 10
Armado de Vigas de Amarre

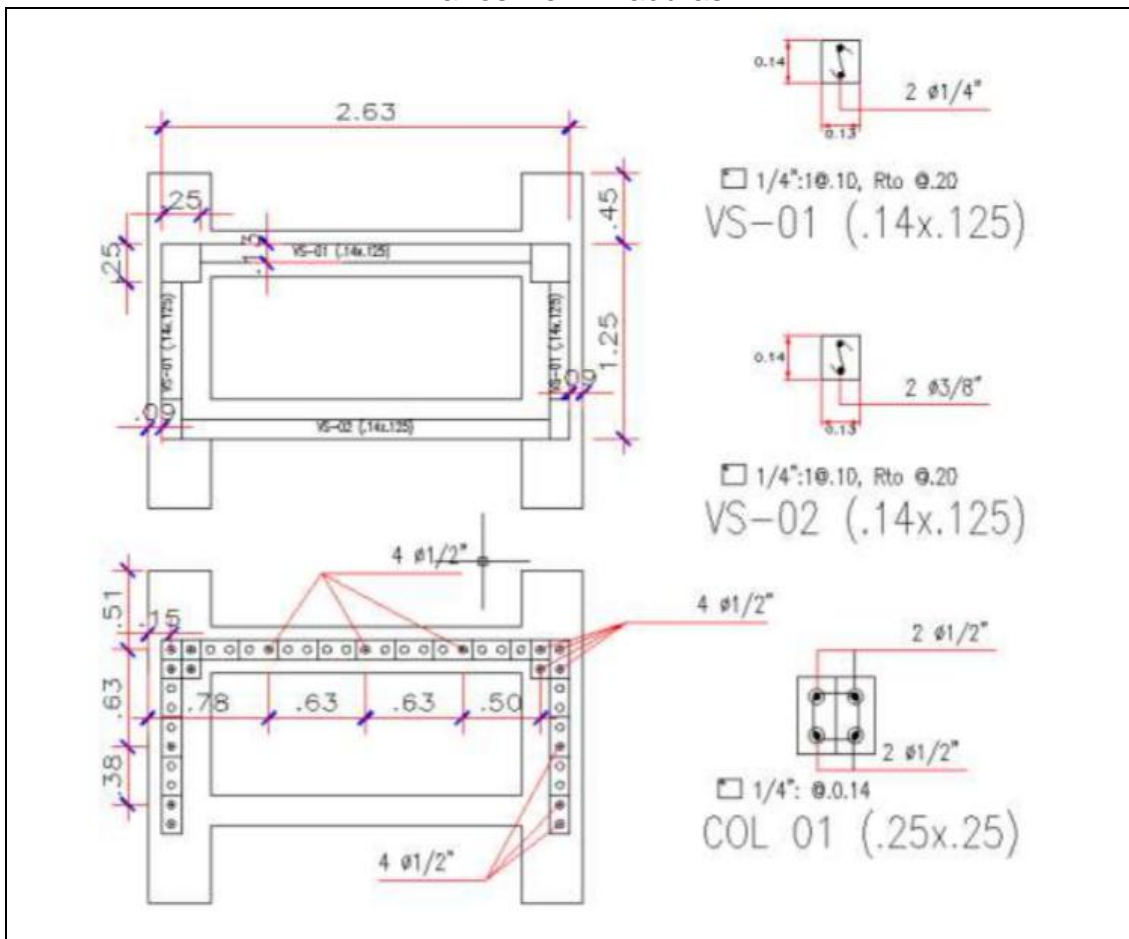


Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

Los muros paralelos al eje X tienen una longitud de 1.25 metros y el otro de 2.63 metros, con una altura de 1.89 por nivel. Sobre éstos se confeccionará un collarín de vigas de amarre VS-01 y VS-02 reforzadas con acero corrugado, como se aprecia en la figura.

Asimismo, los muros se reforzaron con acero vertical y horizontal, los refuerzos verticales se colocan entre 50 y 60 cm tratando de mantener la simetría entre ellos, mientras que el horizontal se coloca en la mitad de cada paño, Como observamos en las siguientes figuras, que nos muestran el proceso constructivo del módulo.

FIGURA NRO. 11
Planos De Armaduras



Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

FIGURA NRO. 12
Asentado de ladrillos Ecologicos Prensados con sus Refueros Verticales



Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

FIGURA NRO. 13
Armado de la hilera para el refuerzo horizontal con los ladrillos de viga



Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

FIGURA NRO. 14
Armado de la viga solera del primer nivel



Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

FIGURA NRO. 15
Módulo terminado



Fuente: Tesis "Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados".

2.2.2.6 Ladrillos ecológicos

Los ladrillos ecológicos son ladrillos construidos con materiales amigables con el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con este, frente a los ladrillos habituales cuya fabricación y materiales no es tan inocua.

Los ladrillos ecológicos tienen propiedades similares a los convencionales que se usan en la construcción de las casas. Por tanto, su uso no se deriva en pérdida de calidad puesto que, como la mayoría de productos ecológicos, sufren más pruebas de su viabilidad que los tradicionales. La bioconstrucción no está en absoluto reñida con una casa confortable, bonita y segura.

Para elaborar estos ladrillos, se utiliza tierra arcillosa arenosa. Luego se añade el 20% de cemento y un 10% de agua. Dichas cantidades son determinadas por cálculos de dosificación, y posteriormente es llevado al molde.

A. Tipos de ladrillos ecológicos

Diferenciaremos los ladrillos ecológicos por los materiales con que están contruidos ya que existen varias alternativas (en vía o ya en marcha) de ladrillos con diferentes componentes:

a) Cenizas de carbón:

Esta fue una idea de un ingeniero civil, Henry Liu, en 1999, con un doble beneficio ecológico. Con este material los ladrillos se obtienen a 212 grados en 10 horas y se aprovechan los 45 millones de toneladas de residuos del mismo que generan las centrales térmicas de carbón

b) Cábamo y paja:

Este ladrillo ecológico está siendo usado por empresas españolas. Pese a la aparente fragilidad de los materiales su dureza es semejante a los convencionales. Su única característica en contra es su precio y su beneficio es que muy bien de la temperatura exterior. Ello supone un ahorro del gasto de energía en calefacción y aire acondicionado.

c) Plástico usado y cáscaras de cacahuete:

Los ladrillos ecológicos de este material son una creación del Centro Experimental de la Vivienda Económica de Argentina quien asegura que son duros, aislantes ligeros y económicos. Además de producir un ahorro energético incentiva a la conciencia del reciclaje de residuos.

B. Ventajas de los ladrillos ecológicos

Como se vio anteriormente algunas ventajas de estos ladrillos también dependen del material con que se construya, unas estarán más potenciadas que otras.

Pero en general sus ventajas son:

- Disminuir el impacto negativo hacia para la naturaleza, ya que para su elaboración se requiere menos energía y residuos, así como el reciclaje de otros materiales de desecho.
- Son mejores aislantes del frío y del calor exterior, con lo que se gasta menos energía en el hogar.
- Resultan más económicos que los convencionales, pero cuando no es así, al ser mejores aislantes, el ahorro de energía amortiza la diferencia.
- Los materiales usados para la fabricación de los ladrillos ecológicos los vuelven más ligeros y manejables para el trabajador agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo los gastos.
- El costo de estos ladrillos oscila entre 0.80 a 0.90 céntimos por el flete de transportar la tierra, precio más bajo que los comunes.

C. Desventajas de los ladrillos ecológicos

La desventaja de los ladrillos ecológicos es que están empezando a entrar en el mercado y en algunas zonas aún no son muy comerciados y hay que pedirlos ante la escasez. También tienen otra desventaja derivada de lo nuevo de este producto y es que, de momento, no existen variedades decorativas como los convencionales para decorar fachadas, muros, jardines, etc.

D. Ladrillo ecológico basado en residuos de construcciones

Según Guzmán (2016). Es más económico que el convencional y utiliza energía solar para el secado

En el Instituto de Ingeniería se creó un ladrillo ecológico mediante un proceso sustentable; para su fabricación se utilizan residuos de construcción

como materia prima y energía solar para el secado, en vez de la cocción tradicional en ladrilleras.

Su producción industrial y comercialización podrían ayudar a reciclar sobrantes de los miles de obras civiles que se hacen en México. En el Distrito Federal sólo se envían mil de las siete mil toneladas que se generan al día, refirió María Neftalí Rojas Valencia.

FIGURA NRO. 16
Comparaciones sobre el Ladrillo Ecológico



Fuente: descargado de <http://www.gaceta.unam.mx/20160111/ladrillo-ecologico-basado-en-residuos-de-construcciones/>

La producción en masas de ladrillo ecológico podría satisfacer parte de la demanda nacional de ese material de construcción convencional, que por estado es de 279.6 millones de piezas por año.

También contribuiría a mitigar problemas ambientales como la sobreexplotación de bancos de materiales vírgenes, además de la contaminación atmosférica, pues el secado del ecoladrillo no genera emisiones como sucede en el caso de la cocción de tabique en hornos: en México, 16 mil 953 productores artesanales queman diferentes combustibles que producen gases de efecto invernadero.

E. Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción

La realización de un nuevo material constructivo, denominado ecoladrillo, inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se emplea un suelo marginal no empleado hasta el momento para la fabricación de ladrillos. Como aditivos comerciales se emplean el cemento para la realización de las combinaciones de referencia y, la menos usual pero igual de eficiente cal hidráulica. Como aditivo resistente se utilizan las cenizas de cáscaras de arroz y como aditivo estructurante las cascarillas también de arroz. La adición de estos dos últimos aditivos residuales supone la reducción de un gran impacto medio ambiental ya que las cenizas procedentes de la biomasa generada por la combustión de los restos de la cosecha del arroz, permanecen por millones de toneladas en vertederos de todo el mundo.

La elaboración de ladrillos ecológicos responde a las necesidades de disminuir el gasto energético y el disminuir el impacto ambiental provocado por subproductos provenientes de cultivos agrícolas e industriales, y a la necesidad de aumentar la calidad medio ambiental.

FIGURA NRO. 17
Cascarillas de arroz: restos de trillado



Fuente: descargado de www.materialesecologicosenconstruccion.com

2.2.2.7 Aditivos

a) Cemento Portland

El cemento empleado para realizar las muestras de referencia es el Cemento Portland TIPO II B-M (V-L) 32,5 N según la norma UNE-EN 197. El cemento Portland es un conglomerante hidráulico que se obtiene por molturación conjunta de su clínker, de adiciones activas, en su caso, y de la cantidad adecuada de un regulador de fraguado, normalmente piedra de yeso natural.

El clínker es el producto que se obtiene al calcinar mezclas de calizas y arcillas preparadas adecuadamente hasta conseguir la combinación prácticamente total de sus componentes. Los principales componentes del clínker son el silicato tricálcico (SC3), el silicato bicálcico (SC2), el aluminato tricálcico (AC3) y el ferritoaluminato tetracálcico (C4AF), a los que agregamos materiales complementarios. Algunos de ellos, como el silicato y el aluminato tricálcico, presentan un calor de hidratación, una velocidad de fraguado y una resistencia inicial elevados.

El cemento es el aditivo comercial por excelencia ya que sus buenos resultados de resistencia y durabilidad son garantía de éxito. Por ello para este trabajo, se ha elegido este aditivo como referencia para todas las combinaciones a realizar y ensayar.

b) Cal Hidráulica natural (NHL 5)

La cal hidráulica natural empleada se clasifica según la norma UNE-EN 459-1, 2, 3 como NHL-5. Coloquialmente llamada "cal sucia", debe esta denominación a que se utiliza en la fabricación de la misma, un 20% de arcilla como materia prima. Como consecuencia de la calcinación de la arcilla se forman, entre otros, SiO_2 y Al_2O_3 los cuales le confieren a la cal la capacidad de fraguar en contacto con el agua lo que la convierte en un aditivo con capacidad cementante y un poderoso conglomerante hidráulico.

La cal hidráulica se emplea principalmente en morteros, pinturas, estucos, etcétera. Posee un alto contenido en calcio (ver tabla 2 con los compuestos químicos más importantes) y posee interesantes propiedades puzolánicas (ver tabla 1 con las propiedades físicas más características) con lo que resulta muy adecuada para su uso en la estabilización de suelos de naturaleza arcillosa. No obstante, hoy en día no es muy común su uso en obra civil, como la estabilización de suelos, debido a que el actual Pliego de Prescripciones Técnicas (PG-3) no lo recoge (Bustos, 2001).

c) Cenizas cáscara de arroz (RHA)

Las cenizas de cáscara de arroz (RHA) cuyo único combustible es el subproducto agrícola del tratamiento de los granos de arroz.

FIGURA NRO. 18
Composición de la cascara de Arroz al ser quemado

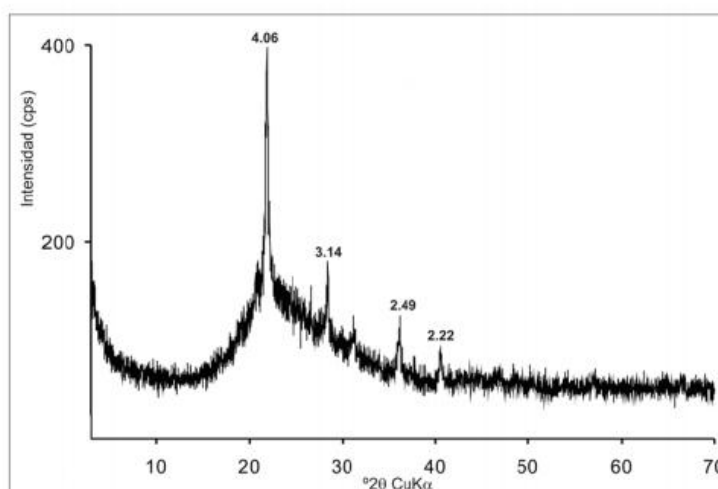


Fuente: Elaboración Propia

Siendo un residuo a nivel mundial, las cenizas suponen un gran problema de almacenamiento y un grave impacto medio ambiental, y por el momento, no se ha desarrollado ninguna aplicación concreta ni uso para valorizarlas. Estas cenizas se han utilizado tal y como salen del horno procesos de tratamiento purificador previo a su uso como aditivo estabilizador. La composición mineral de las cenizas se determinó mediante DRX

GRAFICA NRO 01

Difractograma de las cenizas de cascara de arroz



Fuente: Elaboración Propia

Tal y como se puede observar en el Difractograma superior, los máximos de difracción indican exclusivamente la presencia de SiO₂ en forma de cristobalita. Este alto contenido en silicio proporciona a las cenizas, mezcladas con otros aditivos, unas buenas propiedades puzolánicas; reacciones básicas para la elaboración de los ecoladrillos.

d) Cáscaras de arroz

La cáscara de arroz, como subproducto del cultivo del arroz, se caracteriza por su baja densidad, por ser aislante acústico y por su fácil trabajabilidad, no oponiendo resistencia al corte. En lo que respecta al fuego se ha comprobado no ser inflamable y de condiciones aceptables de combustibilidad, no produciendo gases.

FIGURA NRO. 19
Apariencia de las cáscaras de arroz



Fuente: Elaboración Propia

La cáscara de arroz (RH) tiene una composición química parecida a la de la madera, contiene, celulosa, lignina, grasas y resinas, diferenciándose por la magnitud de cenizas con un 18% en sílice.

La siguiente tabla quedan reflejados los porcentajes de óxidos más importantes de los aditivos caracterizados químicamente: el cemento Portland, la cal hidráulica natural y las cenizas de cáscaras de arroz.

CUADRO NRO. 03

Compuestos químicos más importantes de los aditivos empleados

PESO (%) DE LOS PRINCIPALES ÓXIDOS			
Óxidos principales	Cemento (PC)	Cal hidráulica (NHL-5)	Cenizas (RHA)
CaO	65	-	-
Ca(OH) ₂	-	53	-
MgO	1	-	-
Al ₂ O ₃	3	10	-
SiO ₂	25	12	95
Fe ₂ O ₃	0,5	-	-
Otros	5,5	25	5

Fuente: Elaboración Propia

2.2.2.8 Las Construcciones frente a sismos

Se han de tener en cuenta:

- Propiedades de los materiales de construcción
- Características dinámicas del sistema del edificio
- Características de las cargas de flexión de los componentes del edificio.

Para un diseño adecuado del edificio se debe de definir la categoría a la que pertenece el edificio y hacer una planificación adecuada del diseño que consistirá en:

- Planificación del edificio, conceptos básicos a cumplir: simetría, regularidad, separación en bloques, simplicidad y área cerrada.
- Escoger el lugar. Es muy importante la estabilidad del suelo: estabilidad de la losa, arenas muy débiles y arcillas inestables.
- Diseño estructural: depende mucho del material y es el factor más importante
- Resistencia al fuego: se ha de tener en cuenta a la hora de escoger los materiales

Para un buen diseño estructural sismorresistente se ha de tener en cuenta lo siguiente:

- Un buen suelo de base
- Utilizar un mortero de junta de ladrillos de buena calidad
- Se han de poner paredes de cizalla en lugares concretos
- Losas de techo y suelo han de estar suficientemente ligadas a las paredes

Siempre es mejor una estructura deformable que una muy rígida.

Luego del terremoto de Nazca en 1996, la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente en el Perú, enfocada exclusivamente a nuevas construcciones, tuvo que ser fortalecida en 1997. "La norma actual está adaptada a las necesidades del país y no es un principio terminado, es dinámico y se va modificando y actualizando de acuerdo con el avance de las técnicas de construcción. Ahora va a salir la última actualización, que tiene que ver con los focos de amenaza sísmica para el Perú", explica Santa Cruz. En ese sentido, comenta que, actualmente, hay un proyecto para conseguir unas modificaciones en la norma que permita el reforzamiento de edificaciones existentes.

Para Vargas, ahora hay que trabajar en soluciones y tratar de resolver el problema antes de que ocurra un terremoto. "Cuando uno refuerza antes, no solo salva vidas sino que es mucho más económico. Luego del terremoto, tienes una casa rajada y la puedes reparar. Peor es reconstruir una casa caída, así que no tiene sentido lógico", dice.

Además, ofrecer soluciones de reforzamiento, en vez de prohibir construir con tierra, es tener una lectura clara de la realidad de nuestro país. "En las partes más alejadas del Perú, no tenemos herramientas, ni las tendremos en mucho tiempo, para impedir que la gente construya con tierra. Tenemos que aplicar una norma que evite que las casas sean débiles, en vez de evitar que se construya con este material, que es muy accesible".

Para muchos, el silencio sísmico podría amenazar a Lima con un terremoto de consecuencias que podrían ser terribles, sin embargo, el Ing. Julio Vargas opina que, antes que alarmar, hay que trabajar. Al final, la responsabilidad mayor es de nuestras autoridades. "No creo que sea racional pronosticar que ya nos toca. La sismología y la ingeniería solo dan indicios de estos silencios. Hay un riesgo, pero podría ocurrir mañana o en 300 años", señala. Solo el tiempo dirá si tomamos las decisiones adecuadas.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Construcción ecológica:**
Construcción verde o construcción sustentable se refiere a las estructuras o procesos de construcción que sean responsables con el ambiente y ocupan recursos de manera eficiente durante todo el tiempo de vida de una construcción.
- **Medio ambiente:**
Es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana.
- **El ecodiseño:**
Es la metodología para el diseño de productos industriales en que el Medio ambiente es tenido en cuenta durante el proceso de desarrollo del producto como un factor adicional a los que tradicionalmente se utilizan para la toma de decisiones: diseño estético, coste, calidad, etc.

-
- **Comportamiento elástico:**
Es aquel en el cual existe una relación lineal, es decir, de proporcionalidad directa, entre el esfuerzo aplicado y la deformación obtenida y, además, la respuesta es instantánea.
 - **Comportamiento frágil:**
Cuando las rocas se encuentran en condiciones de presiones de confinamiento y temperaturas bajas, las mismas se comportan frágilmente. El comportamiento frágil se manifiesta con la formación de fracturas leves.
 - **Ladrillos ecológicos:**
Son ladrillos construidos con materiales que no degradan el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con este, frente a los ladrillos habituales cuya fabricación y materiales no es tan inocua.
 - **Estructura Rígida:**
Una estructura rígida es aquella que, al someterla a diferentes esfuerzos, no se puede deformar sin que se produzca la rotura de sus elementos.
 - **Estructura Deformable o Articulada:**
Es la que se deforma por medio del desplazamiento de sus elementos al aplicarle una fuerza.
 - **Sismorresistencia:**
Es la ciencia que se encarga que las edificaciones sean capaces de resistir la acción de las fuerzas causadas por sismos frecuentes aunque se presenten daños, en el caso de un sismo muy fuerte.

CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

	α	=	$\frac{K}{K-1}$	$\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$		
		=	1,111111	$1 - (6,94/15,6)$		
		=	1,111111	$(1 - 0,444872)$		
		=	1,111111	0,5551		
		=	0,616778			

Los resultados obtenidos del alfa de Cronbach determinan el valor de 0,627 lo que se interpreta que el instrumento que mide la variable del Comportamiento sísmico elaborado es confiable.

La validez de este instrumento fue a través del formato de juicio de expertos, quienes dieron su opinión de aplicable evidenciándose que este instrumento ha sido elaborado a partir de la construcción y fundamentación teórica a través de la variable, dimensiones e indicadores.

LADRILLO ECOLOGICO PRENSADO														
	D1: TIPOS				D1	D2: VENTAJAS			D2	D3: DESVENTAJAS				Total
	P1	P2	P3	P4		P5	P6	P7		P8	P9	D3		
1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	3	
2	1	0	1	2	0	1	0	1	0	1	0	1	4	
3	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	6	
4	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	6	
5	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	2	4	
6	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	0	1	4	
7	0	1	1	2	0	1	0	1	0	1	1	2	5	
8	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	6	
9	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	6	
10	0	1	1	2	0	1	1	2	0	0	1	1	5	
11	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	2	4	8	
12	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	2	4	8	
13	0	1	2	3	0	0	1	1	0	1	0	1	5	
14	0	1	2	3	0	0	1	1	0	1	2	3	7	
15	1	0	0	1	0	1	1	2	0	0	1	1	4	
16	0	1	1	2	0	1	1	2	0	0	1	1	5	
17	0	1	0	1	0	1	1	2	0	1	1	2	5	
18	0	2	2	4	0	2	2	4	0	0	2	2	10	
19	0	2	2	4	0	2	2	4	0	2	2	4	12	
20	0	1	0	1	0	1	2	3	0	1	2	3	7	
21	0	0	2	2	0	0	2	2	0	2	0	2	6	
22	0	2	2	4	0	0	2	2	0	0	1	1	7	
23	2	2	2	6	0	2	2	4	1	0	0	1	11	
24	0	1	2	3	0	2	2	4	1	0	1	2	9	
25	0	2	2	4	0	1	2	3	0	1	1	2	9	
26	0	2	2	4	0	2	2	4	0	1	1	2	10	
27	0	0	2	2	0	2	2	4	0	1	0	1	7	
28	0	2	2	4	0	2	2	4	0	1	1	2	10	
29	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	2	3	
30	0	2	2	4	0	2	2	4	0	1	1	2	10	
31	2	2	1	5	0	2	2	4	0	1	1	2	11	
32	0	2	2	4	0	2	2	4	0	1	1	2	10	
33	0	2	2	4	2	2	2	6	0	2	0	2	12	
34	2	2	2	6	2	2	2	6	0	2	0	2	14	
35	2	2	2	6	0	1	2	3	0	1	2	3	12	
36	0	2	1	3	0	1	2	3	0	1	2	3	9	
37	0	2	2	4	0	2	2	4	1	0	0	1	9	
38	0	2	2	4	2	0	2	4	0	1	1	2	10	
39	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	0	1	5	
40	0	2	2	4	0	0	1	1	0	1	1	2	7	
41	2	2	2	6	0	2	2	4	0	1	1	2	12	
42	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	0	1	7	
43	0	2	2	4	0	2	2	4	0	0	2	2	10	
44	0	0	2	2	0	2	2	4	0	2	2	4	10	
45	1	0	0	1	0	0	1	1	0	2	2	4	6	
46	1	0	1	2	0	1	0	1	0	1	0	1	4	
47	0	1	1	2	0	1	1	2	1	0	0	1	5	
48	0	1	1	2	0	1	1	2	1	0	1	2	6	
49	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	2	4	
50	0	1	1	2	0	0	1	1	0	1	1	2	5	
51	0	1	1	2	0	1	0	1	0	1	0	1	4	
52	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	6	
53	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	6	
54	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	1	2	6	
55	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1	1	2	6	
56	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1	1	2	6	
57	0	1	2	3	0	0	1	1	0	2	0	2	6	
58	0	1	2	3	0	0	1	1	0	2	0	2	6	
59	1	0	0	1	0	1	1	2	0	1	2	3	6	
60	0	1	1	2	0	1	1	2	0	1	2	3	7	
61	0	1	0	1	0	1	1	2	1	0	0	1	4	
62	0	2	2	4	0	2	2	4	0	1	1	2	10	
63	0	2	2	4	0	2	2	4	0	1	0	1	9	
64	0	1	0	1	0	1	2	3	0	2	2	4	8	
65	0	0	2	2	0	0	2	2	0	2	2	4	8	
66	0	2	2	4	1	0	2	2	0	1	0	1	7	
67	2	2	2	6	0	2	2	4	0	0	2	2	12	
68	0	1	2	3	0	2	2	4	0	2	2	4	11	
69	0	2	2	4	0	1	2	3	2	2	2	6	13	
70	0	2	2	4	0	2	2	4	0	1	2	3	11	
71	0	0	2	2	0	2	2	4	0	2	2	4	10	
72	0	2	2	4	0	2	2	4	0	2	2	4	12	
73	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2	2	3	
74	0	2	2	4	0	2	2	4	0	2	2	4	12	
75	0	1	0	1	0	2	2	4	0	0	0	0	5	
76	0	1	0	1	0	2	2	4	0	2	2	4	9	
77	0	1	1	2	2	2	2	6	1	2	2	5	13	
78	0	1	1	2	2	2	2	6	1	2	2	5	13	
79	0	1	1	2	0	1	2	3	0	2	2	4	9	
80	0	1	0	1	0	1	2	3	0	2	2	4	8	
81	0	1	1	2	0	2	2	4	0	2	2	4	10	
82	0	1	1	2	2	0	2	4	0	1	2	3	9	
83	0	1	1	2	0	1	1	2	0	0	0	0	4	
84	0	0	1	1	0	0	1	1	0	2	2	4	6	
85	0	2	2	4	0	0	2	2	2	2	2	6	12	
86	0	2	2	4	0	1	2	3	2	2	2	6	13	
87	0	1	0	1	0	2	2	4	2	2	2	6	11	
88	0	1	2	3	0	2	0	2	0	2	2	4	9	
89	0	0	1	1	0	1	0	1	0	2	2	4	6	
90	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	2	3	5	
	0,2933	0,5088	0,6173		0,2569	0,5833	0,524		0,2351	0,4791	0,6278		4,126 8,255	

	$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$		
	=	1,125	1 - (4,13/8,26)
	=	1,125	(1 - 0,5)
	=	1,125	0,5
	=	0,5625	

Los resultados obtenidos del alfa de Cronbach determinan el valor de 0,56 lo que se interpreta que el instrumento que mide la variable Ladrillo ecológico elaborado es confiable.

3.2 Análisis cuantitativo de las variables

3.2.1 Análisis de la variable Comportamiento sísmico

Para la recolección de datos sobre la variable Comportamiento sísmico se aplicó un cuestionario de opinión dirigido a los ingenieros civiles dl distrito de Ica, 2017.

El cuestionario está constituido por 10 ítems que fueron elaborados en función de las dimensiones de la variable Comportamiento sísmico: Construcción de viviendas (5 ítems); refuerzo (3 ítems) y el rango elástico (2 ítems)

Las respuestas a cada ítem del cuestionario tuvieron un puntaje asignado como se presenta a continuación:

Siempre (2 puntos)

A veces (1 punto)

Nunca (0 punto)

La variable Y (COMPORTAMIENTO SÍSMICO) se categorizó en:

CUADRO NRO 04 Categorías E Intervalos para la Interpretación Cualitativa		
Categoría	Intervalo	Interpretación cualitativa
Bajo	[0-15]	Los ingenieros del área construcción viviendas sociales consideran un bajo nivel de Comportamiento sísmico.
Medio	[16-31]	Los ingenieros del área construcción viviendas sociales se ubican en la categoría "medio" con respecto al nivel de Comportamiento sísmico.
Alto	[32-48]	Los ingenieros del área construcción viviendas sociales consideran un alto nivel de comportamiento sísmico.
Fuente: Elaboración Propia		

Las dimensiones de la variable se categorizaron en:

CUADRO NRO 05 Categorías para la Interpretación Cualitativa		
Dimensión 1: Construcción de viviendas	Dimensión 2: Refuerzo	Dimensión 3: Rango elástico
Bajo [0-4]	Bajo [0-4]	Bajo [0-4]
Medio [5-9]	Medio [5-9]	Medio [5-9]
Alto [10-16]	Alto [10-16]	Alto [10-16]
Fuente: Elaboración Propia		

A continuación, se presentan los resultados en tablas y gráficos estadísticos con sus respectivas interpretaciones:

Tabla 1:

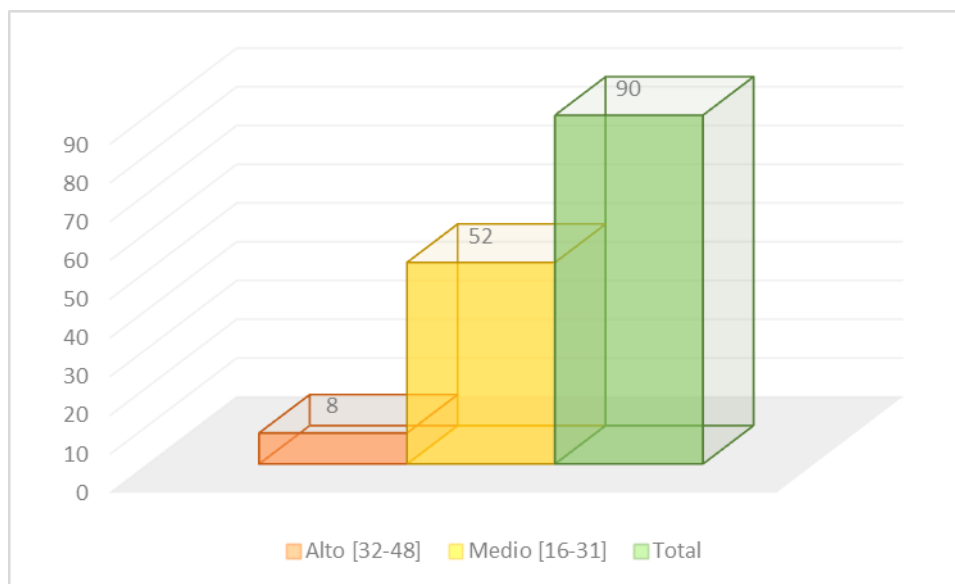
Nivel de comportamiento sísmico en el distrito de Ica según las opiniones de ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017

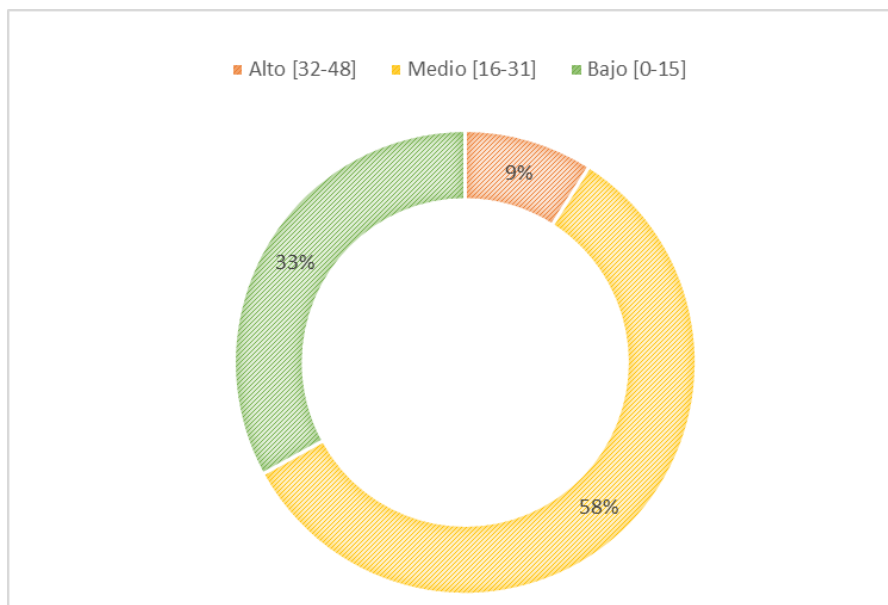
Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Alto [32-48]	8	9%	9.0%	9.0%
Medio [16-31]	52	58%	58.0%	67.0%
Bajo [0-15]	30	33%	33.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	20,16			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 2:

Nivel de comportamiento sísmico en el distrito de Ica según las opiniones de los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017





Interpretación: En la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre comportamiento sísmico que fue aplicado a los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.

Se observa en la tabla que; el 33% presentan un nivel bajo de comportamiento sísmico; el 58% de un nivel medio de comportamiento sísmico y el 9% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel alto de comportamiento sísmico.

En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 20,16 puntos que indica que los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría medio con respecto al nivel de comportamiento sísmico.

Tabla 2:

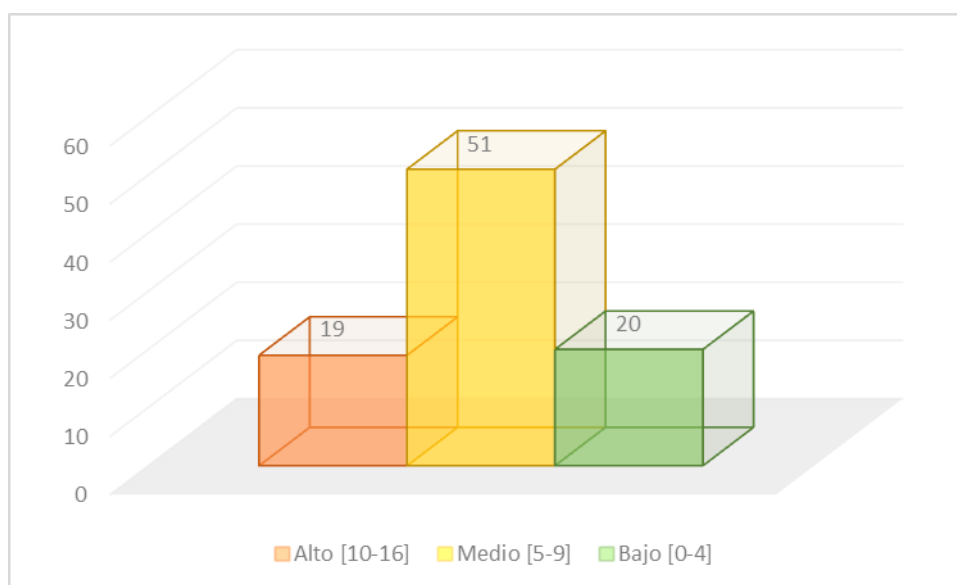
Nivel de Construcción de viviendas en el distrito de Ica según las opiniones de los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017

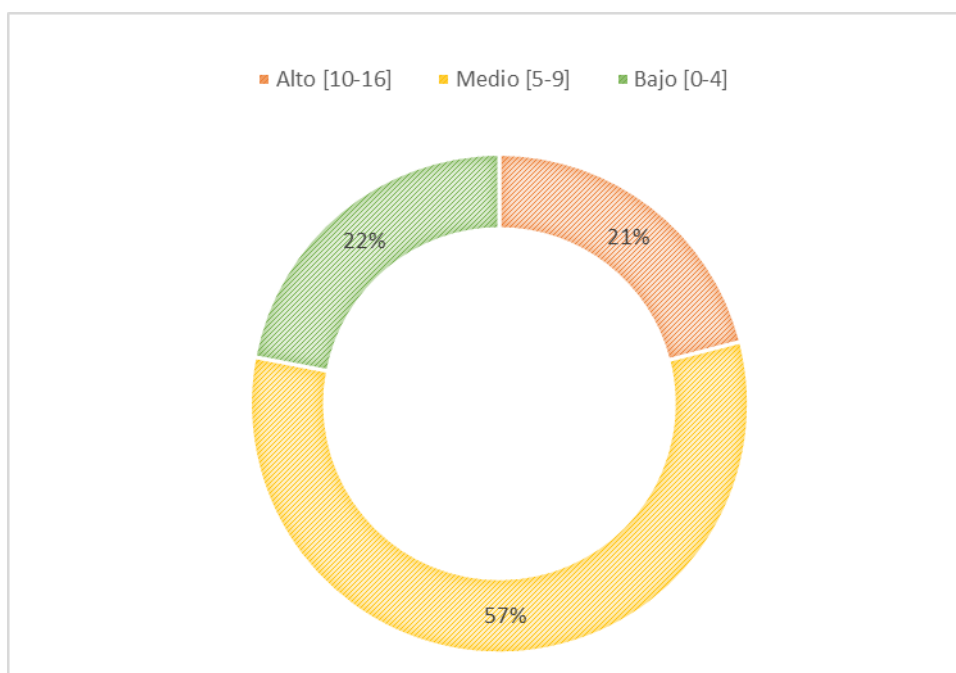
Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Alto [10-16]	19	21%	21.0%	21.0%
Medio [5-9]	51	57%	57.0%	78.0%
Bajo [0-4]	20	22%	22.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	2,5			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 3:

Nivel de Construcción de viviendas en el distrito de Ica según las opiniones de los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017





Interpretación: En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre la construcción de viviendas en la ciudad de Ica del año 2017; con la finalidad de conocer el nivel de construcción de viviendas.

Se observa en la tabla que; el 22% de ingenieros civiles presentan un nivel bajo de construcción de viviendas; el 57% de ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel medio de construcción de viviendas y el 21% de ingenieros civiles presentan un nivel alto de construcción de viviendas.

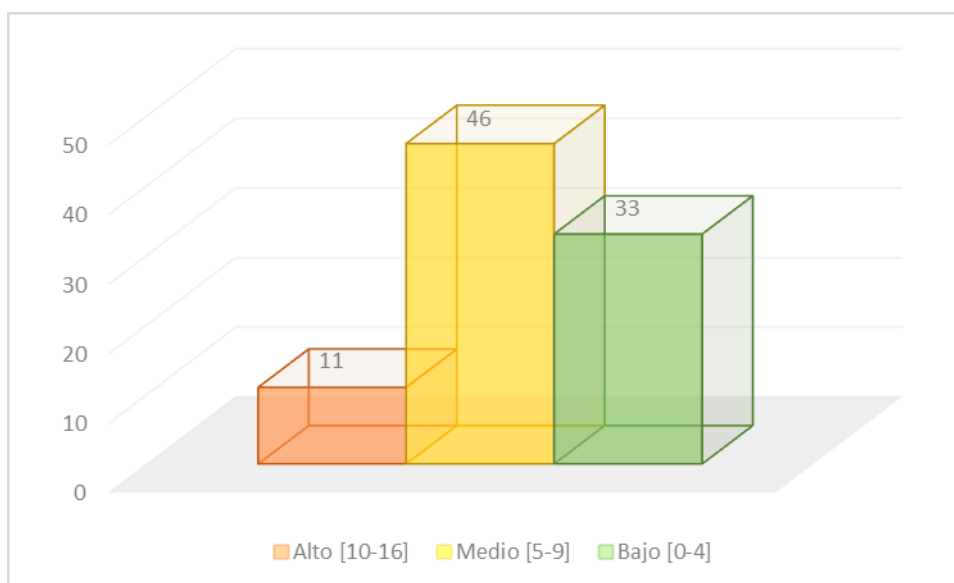
En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 2,5 puntos que indica que los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría medio con respecto al nivel de construcción de viviendas.

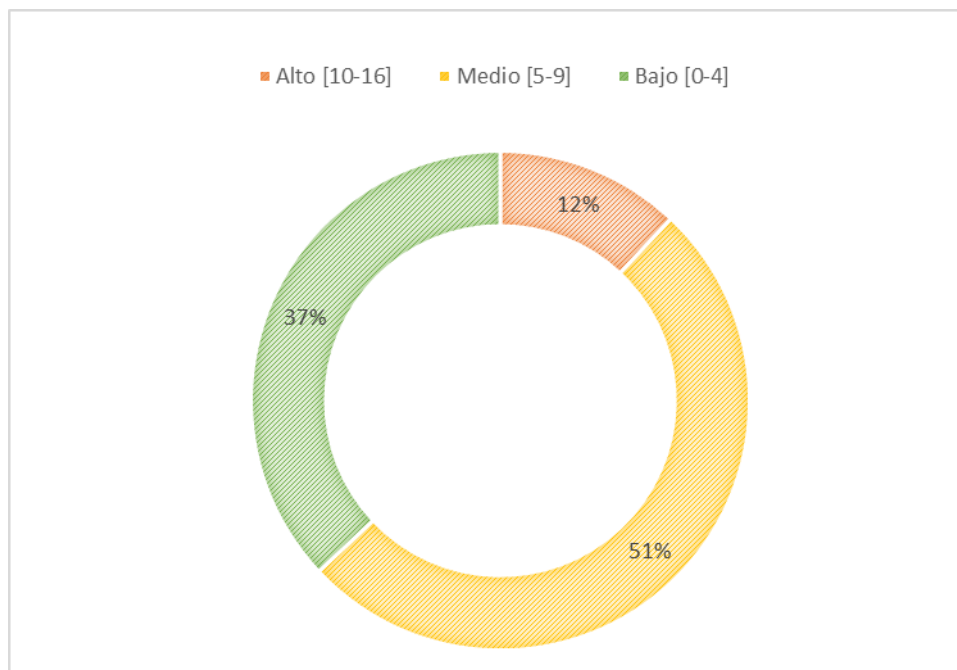
Tabla 3:
Nivel de refuerzo del comportamiento sísmico según la opinión de los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017

Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Alto [10-16]	11	12%	12.0%	12.0%
Medio [5-9]	46	51%	51.0%	63.0%
Bajo [0-4]	33	37%	37.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	5,91			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 4:
Nivel de refuerzos según la opinión de los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017





Interpretación: En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre los refuerzos que fue aplicado a los estudiantes Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017; con la finalidad de conocer el nivel de los refuerzos.

Se observa en la tabla que; el 37% de Ingenieros civiles consideran un nivel bajo de refuerzos; el 51% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 sostienen un nivel medio de refuerzos y el 12% de Ingenieros civiles manifiestan la presencia de un nivel alto de refuerzos.

En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 5,91 puntos que indica que los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría media con respecto al nivel de refuerzos.

Tabla 4:

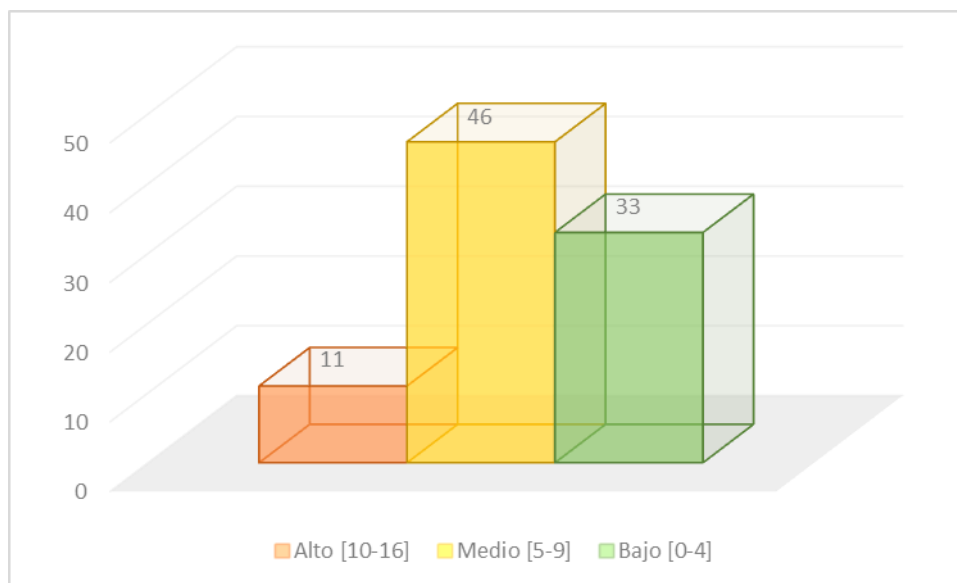
Nivel de rangos elásticos en las construcciones según las opiniones de los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.

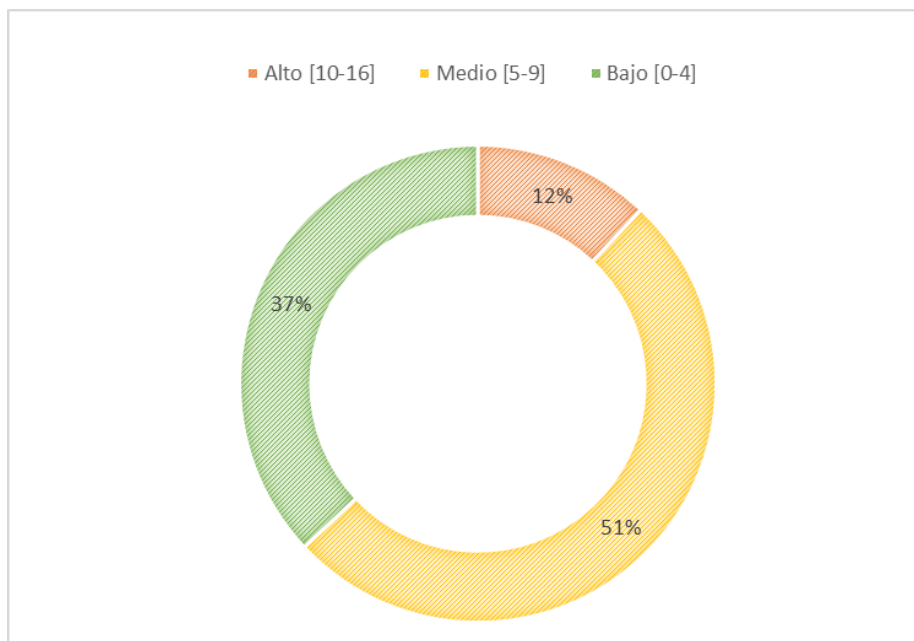
Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Alto [10-16]	11	12%	12.0%	12.0%
Medio [5-9]	46	51%	51.0%	63.0%
Bajo [0-4]	33	37%	37.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	7,17			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 5:

Nivel de rangos elásticos en las construcciones según las opiniones de los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.





Interpretación: En la tabla 4 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre los rangos elásticos que fue aplicado a los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017; con la finalidad de conocer el nivel de rangos elásticos.

Se observa en la tabla que; el 37% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel bajo de aceptación del uso de rangos elásticos; el 51% presentan un nivel medio de aceptación de rangos elásticos y el 12% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel alto de aceptación de rangos elásticos.

En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 7,17 puntos que indica que los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría medio con respecto al nivel de aceptación de rangos elásticos.

3.2.2 Análisis de la variable dependiente

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre ladrillos ecológicos en el distrito de Ica.

El cuestionario está constituido por 09 ítems que fueron elaborados en función de las dimensiones de la variable ladrillos ecológicos: tipos (3 ítems), ventajas (3 ítems), desventajas (3 ítems).

Las respuestas a cada ítem del cuestionario tuvieron un puntaje asignado como se presenta a continuación:

Si (2 puntos) Más o menos (1 punto) No (0 punto)

La variable X (LADRILLOS ECOLÓGICOS PRENSADOS) se categorizó en:

CUADRO NRO. 06				
Categorías y Rangos para la variable X				
CATEGORÍAS	V Y	D1: Tipos	D2: Ventajas	D3: Desventajas
	Rangos	Rangos	Rangos	Rangos
Deficiente	[0-12>	[0-3>	[0-3>	[0-3>
Regular	[12-24>	[3-6>	[3-6>	[3-6>
Bueno	[24-36>	[6-9>	[6-9>	[6-9>
Eficiente	[36-48]	[9-12]	[9-12]	[9-12]
Fuente: Elaboración Propia				

A continuación, se presentan los resultados en tablas y gráficos estadísticos con sus respectivas interpretaciones:

Tabla 5:

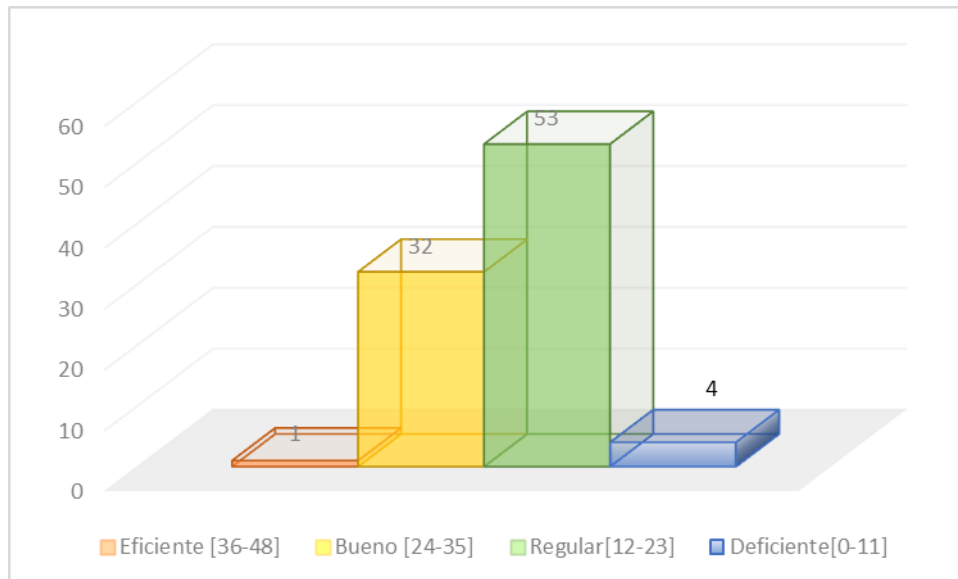
Ladrillos ecológicos para las construcciones en el distrito de Ica según la opinión de los ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017

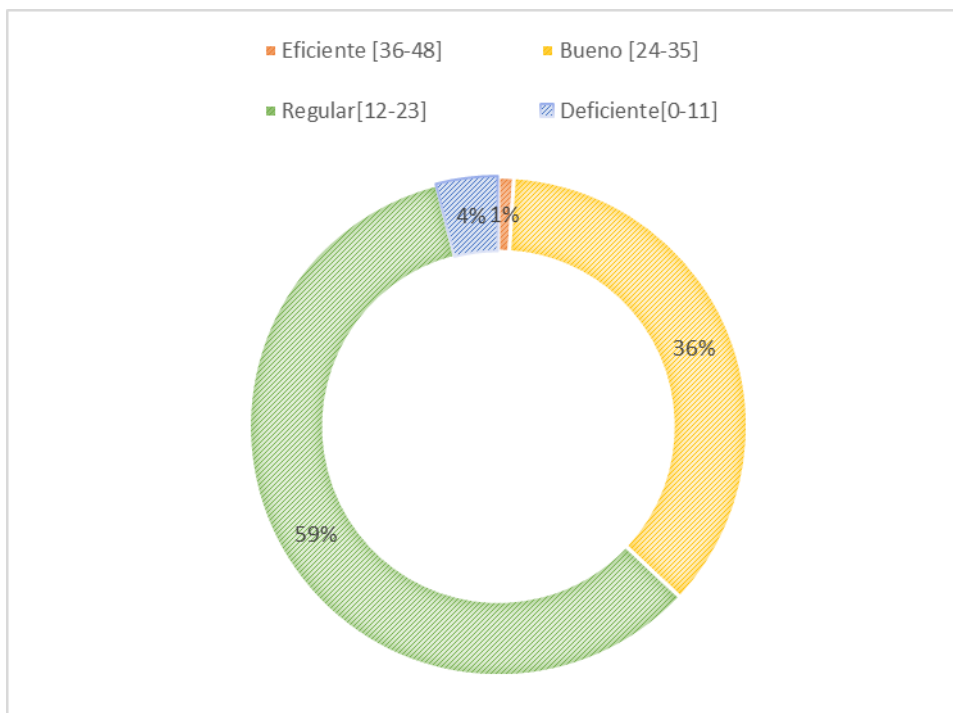
Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Eficiente [36-48]	1	1%	1.0%	1.0%
Bueno [24-35]	32	36%	36.0%	37.0%
Regular[12-23]	53	59%	59.0%	96.0%
Deficiente[0-11]	4	4%	4.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	21,14			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 6:

Ladrillos ecológicos para las construcciones en la ciudad de Ica según la opinión de los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.





Interpretación: En la tabla N° 5 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre los ladrillos ecológicos que fue aplicado a los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.

Se observa en la tabla que; el 4% de Ingenieros civiles presentan un nivel deficiente en ladrillos ecológicos; el 59% de Ingenieros civiles presentan un nivel regular, el 36% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel bueno en relación con la utilización de ladrillos ecológicos y el 1% de Ingenieros civiles presentan un nivel eficiente.

En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 21,14 puntos que indica que los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría regular con respecto al nivel de aplicación de los ladrillos ecológicos.

Tabla 6:

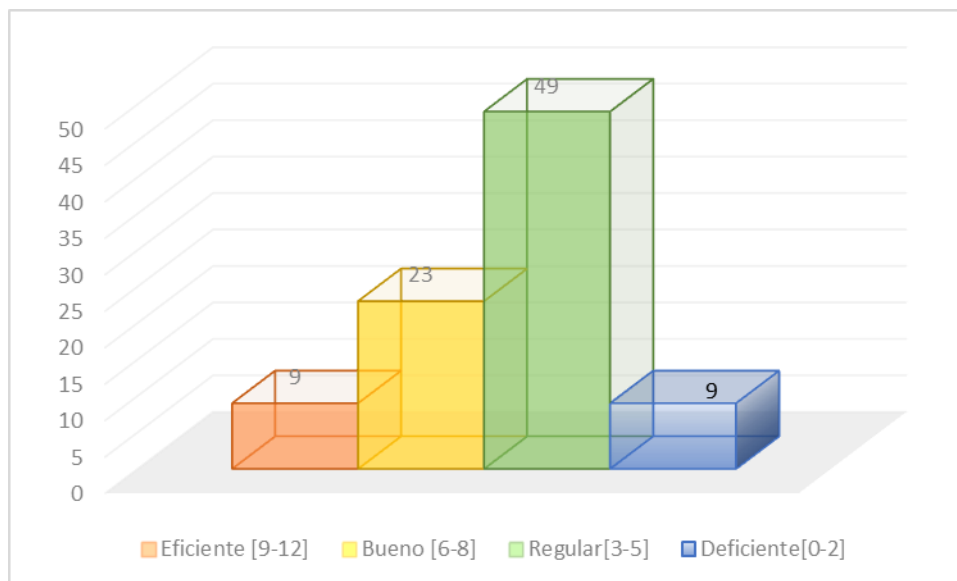
Tipos de ladrillos ecológicos según la opinión de los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.

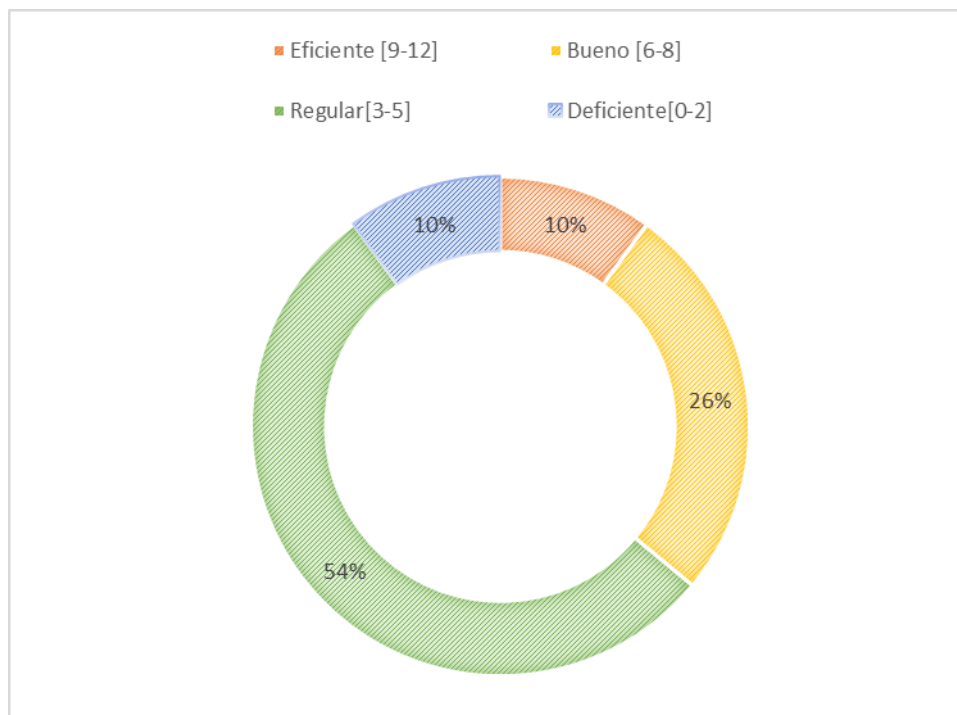
Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Eficiente [9-12]	9	10%	10.0%	10.0%
Bueno [6-8]	23	26%	26.0%	36.0%
Regular[3-5]	49	54%	54.0%	90.0%
Deficiente[0-2]	9	10%	10.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	5,19			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 7:

Tipos de ladrillos ecológicos según la opinión de los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.





Interpretación: En la tabla N° 6 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre los tipos de ladrillos ecológicos, que fue aplicado a los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.

Se observa en la tabla que; el 10% de Ingenieros civiles sostienen que los tipos de ladrillos ecológicos presentan un nivel deficiente para que sea utilizado en la construcción de viviendas; el 54% un nivel regular se evidencia de acuerdo a las características de cada uno de los tipos de ladrillos ecológicos, el 26% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel bueno y el 10% de Ingenieros civiles consideran un nivel eficiente.

En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 5,19 puntos que indica que los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría regular con respecto a la utilización de ladrillos ecológicos de acuerdo a sus tipos.

Tabla 7:

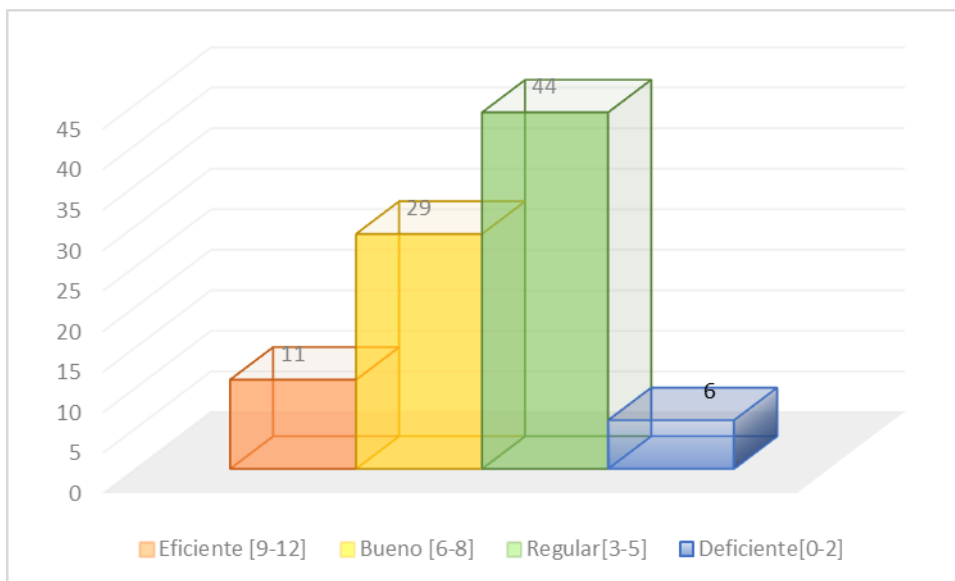
Ventajas de la aplicación de los ladrillos ecológicos en la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Ica, 2017.

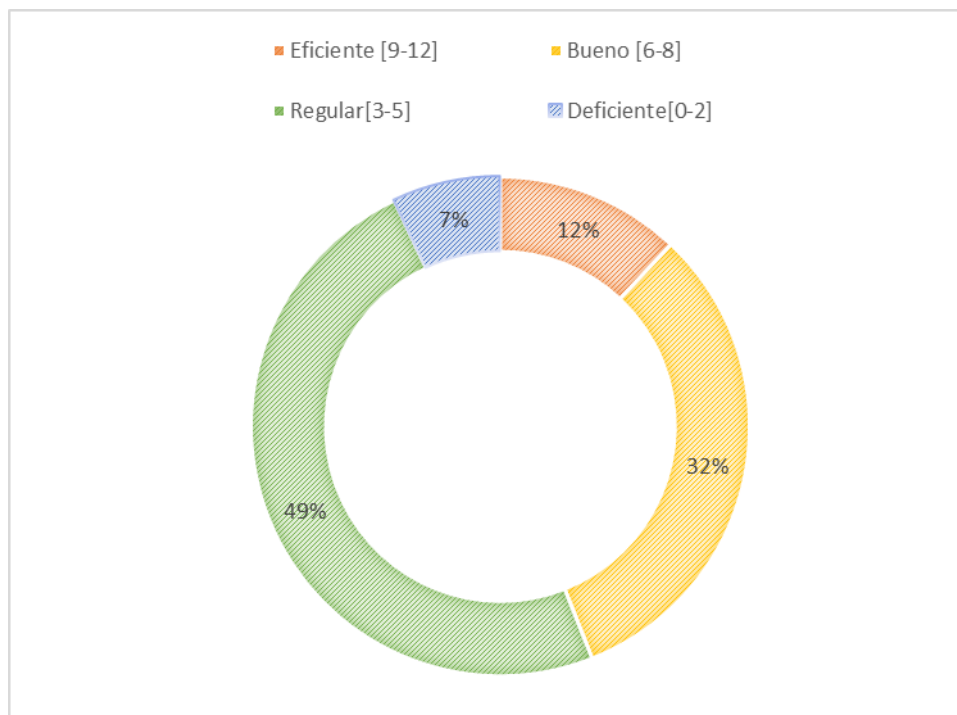
Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Eficiente [9-12]	11	12%	12.0%	12.0%
Bueno [6-8]	29	32%	32.0%	44.0%
Regular[3-5]	44	49%	49.0%	93.0%
Deficiente[0-2]	6	7%	7.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	5,69			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 8:

Ventajas de la aplicación de los ladrillos ecológicos en la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Ica, 2017





Interpretación: En la tabla N° 7 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre ladrillos ecológicos que fue aplicado a los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017.

Se observa en la tabla que; el 7% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel deficiente en lo que se refiere a las ventajas que ofrece la aplicación de ladrillos ecológicos; el 49% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 consideran un nivel regular en ventajas, el 32% de Ingenieros civiles consideran un nivel bueno y el 12% de Ingenieros civiles presentan un nivel eficiente.

En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 5,69 puntos que indica que los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría regular con respecto al nivel de ventajas al aplicar los ladrillos ecológicos.

Tabla 8:

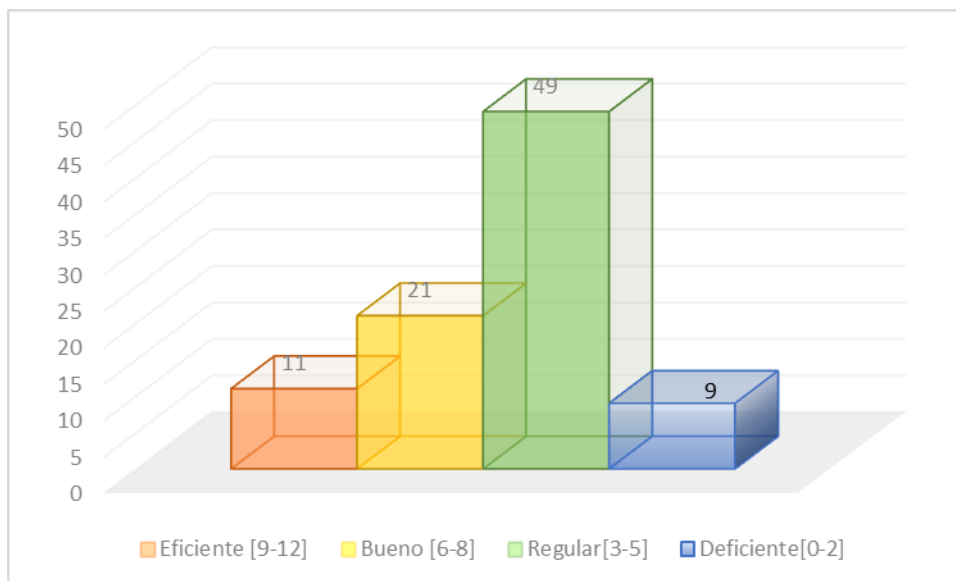
Desventajas de la aplicación de los ladrillos ecológicos en la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Ica, 2017

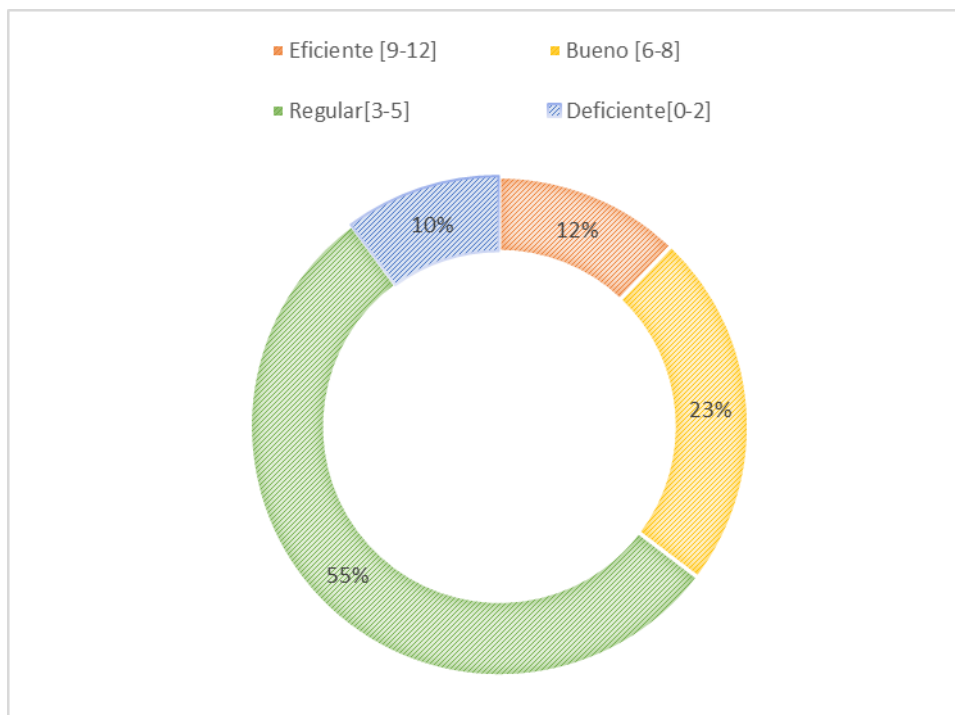
Categoría	f(i)	h(i)%	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Eficiente [9-12]	11	12%	12.0%	12.0%
Bueno [6-8]	21	23%	23.0%	35.0%
Regular[3-5]	49	54%	54.0%	90.0%
Deficiente[0-2]	9	10%	10.0%	100.0%
Total	90	100%	100.0%	
Media aritmética	5,27			

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 9:

Desventajas de la aplicación de los ladrillos ecológicos en la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Ica, 2017





Interpretación: En la tabla N° 8 se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario sobre las desventajas de la utilización de ladrillos ecológicos para la construcción de viviendas sociales en la ciudad de Ica, 2017.

Se observa en la tabla que; el 10% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 presentan un nivel deficiente en lo que se refiere a las desventajas de la utilización de ladrillos ecológicos para la construcción de viviendas; el 54% de Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 manifiestan de un nivel regular, el 23% un nivel bueno y el 12% de Ingenieros civiles presentan un nivel eficiente.

En base a los resultados se ha obtenido una media aritmética de 5,69 puntos que indica que los Ingenieros del área de construcción de viviendas sociales de la ciudad de Ica, 2017 se ubican en la categoría regular con respecto al nivel de Dirección.

Tabla 09

Coeficiente de correlación de Pearson entre las dimensiones de la variable comportamiento sísmico y la variable viviendas sociales con ladrillos ecológicos prensados

Correlación	Variable X: Ladrillos ecológicos prensados
D1: Construcción de viviendas sociales	Coeficiente de correlación de Pearson $r=0,649$
D2: Refuerzo	Coeficiente de correlación de Pearson $r=0,520$
D3: Rango elástico	Coeficiente de correlación de Pearson $r=0,526$
Variable Y: Comportamiento sísmico	Coeficiente de correlación de Pearson $r=0,673$

Interpretación:

En la tabla 9 se muestran los resultados sobre el coeficiente de correlación de Pearson entre las dimensiones de la variable Y (Comportamiento sísmico) y la variable X (Ladrillos ecológicos prensados).

El coeficiente de correlación de Pearson entre la dimensión construcción de viviendas sociales y ladrillo ecológico es 0, 649

El coeficiente de correlación de Pearson entre la dimensión refuerzo y ladrillo ecológico es 0, 520

El coeficiente de correlación de Pearson entre la dimensión rango elástico y ladrillo elástico es 0,526

Los resultados obtenidos en la correlación reflejan que existe una relación positiva de 0,673 entre la construcción de viviendas sociales con ladrillos ecológicos prensados; es decir a un mayor nivel de construcción de viviendas sociales con ladrillos ecológicos le corresponde un mayor efecto positivo del comportamiento sísmico, o cuanto menor sea el nivel de construcción de viviendas sociales con ladrillos ecológicos menor será nivel de efecto positivo del comportamiento sísmico.

CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

4.1 Prueba de hipótesis

4.1.1 Prueba de la hipótesis general

1º: Formulación de las hipótesis de investigación.

Ho: $\rho = 0$

La construcción de viviendas sociales con ladrillos ecológicos prensados influye significativamente en un mejor comportamiento sísmico de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017

Ha: $\rho \neq 0$

La construcción de viviendas sociales con ladrillos ecológicos prensados no influye significativamente en un mejor comportamiento sísmico de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017

2º: Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ (prueba bilateral)

3º: Cálculo del estadístico de prueba:

$$t = \frac{r - \rho}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

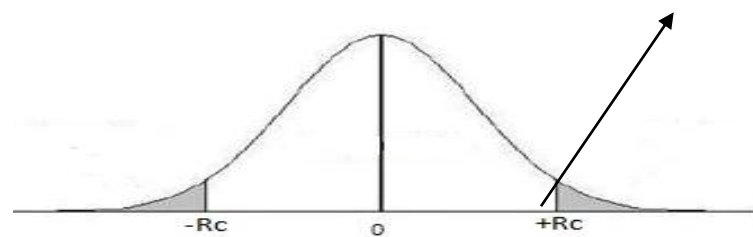
$$t = \frac{0,673 - 0}{\sqrt{\frac{1 - (0,673)^2}{90 - 2}}} = \frac{0,673}{\sqrt{\frac{1 - 0,452929}{88}}}$$

$$t = \frac{0,673}{\sqrt{\frac{0,547071}{88}}} = \frac{0,673}{\sqrt{0,006216715909}}$$

$$t = \frac{0,673}{0,078846153} = 8,54$$

4º: Toma de decisiones.

$$t_{cal} = 8,54$$



$$Rc = t \text{ de Tabla} = \pm 1,99$$

Como t calculado 8,54 cae en la región de rechazo, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a).

∴ A un nivel de confianza del 95% podemos afirmar que la construcción de viviendas con ladrillos ecológicos prensados influye significativamente en los efectos del comportamiento sísmico.

4.1.2 Contratación de las Hipótesis Específicas

Contratación de la Hipótesis Específica N° 01:

1º: Formulación de las hipótesis de investigación.

Ho: $\rho = 0$

El manejo de ladrillos ecológicos prensado en la construcción de viviendas sociales influye significativamente en sus efectos constructivos de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

Ha: $\rho \neq 0$

El manejo de ladrillos ecológicos prensado en la construcción de viviendas sociales no influye significativamente en sus efectos constructivos de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

2º: Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ (prueba bilateral)

3º: Cálculo del estadístico de prueba:

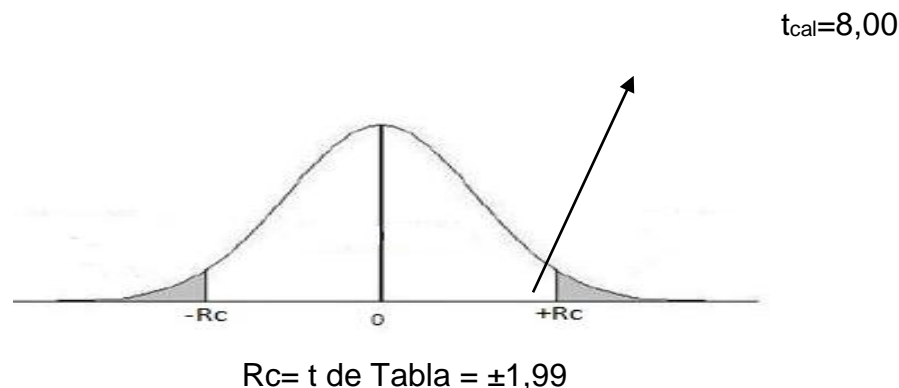
$$t = \frac{r - \rho}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

$$t = \frac{0,649 - 0}{\sqrt{\frac{1-(0,649)^2}{90-2}}} = \frac{0,649}{\sqrt{\frac{1-0,421201}{88}}}$$

$$t = \frac{0,649}{\sqrt{\frac{0,578799}{88}}} = \frac{0,649}{\sqrt{0,006577261364}}$$

$$t = \frac{0,649}{0,081100316} = 8,00$$

4º: Toma de decisiones.



Como t calculado 8,00 cae en la región de rechazo, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a).

∴ A un nivel de confianza del 95%, podemos afirmar que los efectos del ladrillo ecológico influyen significativamente en la construcción de viviendas.

Contrastación de la Hipótesis Específica N° 02:

1º: Formulación de las hipótesis de investigación.

$H_0: \rho = 0$

El uso de ladrillos ecológicos prensados en las viviendas sociales influye significativamente en el refuerzo de muros de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

$H_a: \rho \neq 0$

El uso de ladrillos ecológicos prensados en las viviendas sociales no influye significativamente en el refuerzo de muros de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

2º: Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ (prueba bilateral)

3º: Cálculo del estadístico de prueba:

$$t = \frac{r - \rho}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

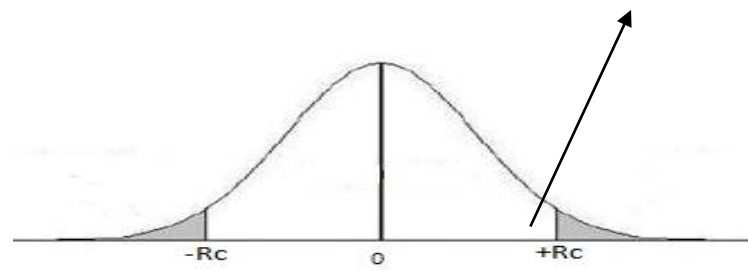
$$t = \frac{0,520 - 0}{\sqrt{\frac{1-(0,520)^2}{90-2}}} = \frac{0,520}{\sqrt{\frac{1-0,2704}{88}}}$$

$$t = \frac{0,520}{\sqrt{\frac{0,7296}{88}}} = \frac{0,520}{\sqrt{0,00829090909}}$$

$$t = \frac{0,520}{0,091054429} = 5,71$$

4º: Toma de decisiones.

$t_{cal}=5,71$



$Rc = t \text{ de Tabla} = \pm 1,99$

Como t calculado 5,71 cae en la región de rechazo, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a).

∴ A un nivel de confianza del 95% podemos afirmar que los efectos del ladrillo ecológico no influyen significativamente en el refuerzo de muros.

Contrastación de la Hipótesis Específica N° 03:

1º: Formulación de las hipótesis de investigación.

Ho: $\rho = 0$

Los trabajos con ladrillo ecológico prensados influyen significativamente en el rango elástico estructural de las viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

Ha: $\rho \neq 0$

Los trabajos con ladrillo ecológico prensados no influyen significativamente en el rango elástico estructural de las viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.

2º: Nivel de significación: $\alpha = 0,05$ (prueba bilateral)

3º: Cálculo del estadístico de prueba:

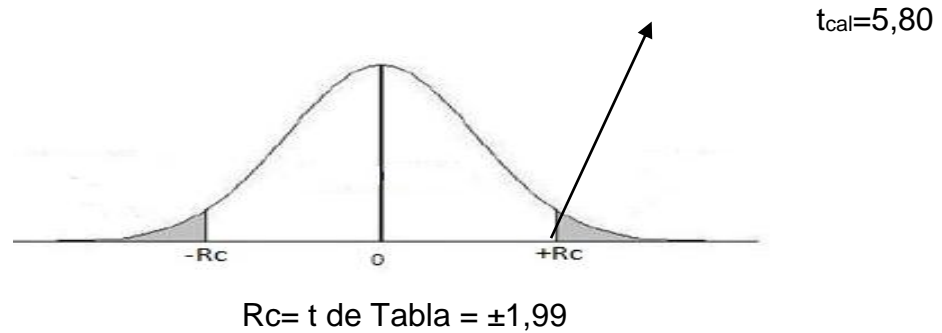
$$t = \frac{r - \rho}{\sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}}$$

$$t = \frac{0,526 - 0}{\sqrt{\frac{1-(0,526)^2}{90-2}}} = \frac{0,526}{\sqrt{\frac{1-0,276676}{88}}}$$

$$t = \frac{0,526}{\sqrt{\frac{0,723324}{88}}} = \frac{0,526}{\sqrt{0,008219590909}}$$

$$t = \frac{0,526}{0,090661959} = 5,80$$

4º: Toma de decisiones.



Como t calculado 5,80 cae en la región de rechazo, entonces se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_a).

∴ A un nivel de confianza del 95% podemos afirmar que los efectos del ladrillo ecológico influyen significativamente en el rango elástico.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En base a los resultados obtenidos en la investigación se ha determinado que existe una relación directa entre las variables: Comportamiento sísmico y viviendas construidas con ladrillo ecológico; ya que se ha obtenido un coeficiente de correlación de Pearson de 0,673 que indica que a una buena construcción de viviendas con ladrillo ecológico le corresponde un buen efecto del comportamiento sísmico o a una deficiente construcción de viviendas con ladrillo ecológico le corresponde un deficiente comportamiento sísmico.

Los resultados analizados guardan relación con lo mencionado por Carmona & Rosas (2015) quien manifiesta en su trabajo de investigación "Análisis comparativo del comportamiento sísmico dinámico del diseño normativo sismoresistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento de un sistema aporticado", que el ahorro en un edificio con un sistema de aislamiento no puede ser medido objetivamente en su construcción, sino después de haber ocurrido el sismo, debido a que los daños en el sistema aislado serán mínimos respecto a una edificación con un Sistema Dual

Por su parte Rojas y Vidal (2014) en su investigación titulada Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados, determinó que pueden servir como punto de partida para futuros proyectos de estudio y poder introducir en el mercado un producto

alternativo de construcción que sea viable y que pueda cumplir con las especificaciones que la norma peruana de construcción plantea.

Lo señalado guarda relación con la información del marco teórico sustentada por Guzmán (2016). Manifestando que el ladrillo ecológico prensado es más económico que el convencional y utiliza energía solar para el secado, siendo en el Instituto de Ingeniería donde creó un ladrillo ecológico mediante un proceso sustentable; para su fabricación se utilizan residuos de construcción como materia prima y energía solar para el secado, en vez de la cocción tradicional en ladrilleras.

Por otro lado, en relación a las hipótesis específicas se obtuvieron los siguientes resultados:

En la hipótesis específica N^o1; se señala que: Los efectos del ladrillo ecológico influyen significativamente en la construcción de viviendas; ya que se ha obtenido un coeficiente de correlación de Pearson de $r=0,649$

En la hipótesis específica N^o2; se señala que: Los efectos del ladrillo ecológico influyen significativamente en el refuerzo de muros; ya que se ha obtenido un coeficiente de correlación de Pearson de $r=0,520$

En la hipótesis específica N^o3; se señala que: Los efectos del ladrillo ecológico influyen significativamente en el rango elástico; ya que se ha obtenido un coeficiente de correlación de Pearson de $r=0,526$

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. Se ha logrado determinar que la construcción de viviendas con ladrillos ecológicos prensados influye significativamente en los efectos del comportamiento sísmico, esta decisión se sustenta en el valor del coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,673$ (tabla 09) es decir a un mayor nivel de construcción de viviendas con ladrillos ecológicos le corresponde un mayor efecto positivo del comportamiento sísmico, o cuanto menor sea el nivel de construcción de viviendas con ladrillos ecológicos menor será nivel de efecto positivo del comportamiento sísmico.

Por otro lado se ha obtenido un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,453$ que indica que la construcción de viviendas con ladrillo ecológico explica el desarrollo del comportamiento sísmico en un 45,3% de los casos observados.

2. Se ha logrado determinar que la construcción de viviendas se relaciona directamente con los ladrillos ecológicos del distrito de Ica, 2017; esta decisión se sustenta en el valor del coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,649$ (tabla 09) es decir a un buen refuerzo en los muros de construcción le corresponde un buen desarrollo en el comportamiento sísmico o a una deficiente construcción de viviendas le corresponde un deficiente comportamiento sísmico.

Por otro lado se ha obtenido un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,421$ que indica que los refuerzos en los muros de construcción explica la influencia significativa del comportamiento sísmico en un 42,12% de los casos observados.

3. Se ha logrado determinar que los refuerzos verticales, han proporcionado ductilidad a los muros de albañilería, el cual funciona conjuntamente con los ladrillos ecológicos prensados que componen los muros, quedando demostrado en el valor del coeficiente de correlación de Pearson. Al cual

contribuyo el refuerzo horizontal que se colocó a mitad de cada paño de los muros.

4. Por lo anteriormente expuesto se ha logrado determinar que los refuerzos se relacionan directamente con la aplicación de ladrillo ecológico en el distrito de Ica, 2017, esta decisión se sustenta en el valor del coeficiente de correlación de Pearson $r = 0,520$ (tabla 09) es decir a un buen refuerzo en las construcciones le corresponde un buen desarrollo de ladrillo ecológico o a un deficiente refuerzo en las construcciones le corresponde un deficiente desarrollo de ladrillo ecológico.

Por otro lado se ha obtenido un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,2704$ que indica que los efectos del ladrillo ecológico explica la influencia significativa en el rango elástico en un 27,04% de los casos observados.

RECOMENDACIONES

1. Para los usuarios de este método constructivo la utilización del rango elástico para las construcciones de viviendas con ladrillos ecológicos no resulta económico, pero se debe diseñar las estructuras de vivienda para que respondan elásticamente bajo las solicitaciones sísmicas más severas.
2. Se recomienda a los ingenieros civiles que realicen este tipo de construcción el realizar ensayos en muros de albañilería con unidades de suelo-cemento para determinar la resistencia a corte para distintas condiciones de esbeltez, arrostramiento de bordes y niveles de carga lateral. Los ensayos propuestos permitirán revisar el proceso constructivo y verificar la adherencia de la solera a las unidades de albañilería, así como la ductilidad otorgada por el refuerzo vertical.
3. Se recomienda a los ingenieros civiles de la ciudad de Ica, utilizar un valor de reducción de fuerza sísmica de $R = 3$ de la Norma de Diseño Sismo resistente E.030 para la albañilería con ladrillos ecológicos prensados de suelo y cemento.
4. Al diseñar las construcciones con ladrillos ecológicos los ingenieros deberán utilizar el refuerzo horizontal con ladrillos tipo viga y el refuerzo de la viga solera que son los más adecuados para controlar fallas que puedan producirse por desgarramiento vertical en las esquinas del módulo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Abanto y Akarley (2014) Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológica fabricada con suelo cemento en la ciudad de Trujillo. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

Arriagada, Jaime (2005) Aislación sísmica de un edificio de oficinas de siete pisos. (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional). Chile: Universidad Austral de Chile. (<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/154>) (Consulta 30 de julio 2013).

Barros (2010) Resistencia sísmica del suelo-cemento post tensado en construcciones de baja complejidad geométrica. Revista de la Construcción vol.9 no.2 Santiago dic. 2010

Blanco, Antonio (1998) Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Lima: Consejo Departamental de Lima.

Bonilla, Lily (2012) Teoría del aislamiento sísmico para edificaciones. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

San Bartolomé, Construcciones de Albañilería, Tercera Edición, PUCP, Lima, 2001.

Muñoz, Ingeniería Sismo resistente, Segunda Edición, PUCP, Lima, 1999. Derechos Reservados, Nuevas casas resistentes de adobe, Primera Edición, Chiclayo, Perú 2004.

Carmona & Rosas (2015). Análisis comparativo del comportamiento sísmico dinámico del diseño normativo sismo-resistente de un sistema dual frente al modelo con aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR) de un

sistema aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de seis pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Perú.

Delgado (2006). Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos Pisos con refuerzo horizontal y confinamientos de Concreto Armado. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Matos, D. Quiun y A. San Bartolomé (1997) Ensayo de simulación sísmica en un módulo de adobe confinado por elementos de concreto armado, PUCP, Lima, 1997 10.

Pehovaz, (2002) Comportamiento a carga lateral cíclica de muros de adobe confinado. PUCP, Lima, 2002.

Rojas y Vidal (2014). Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados. Tesis para optar el título de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

ANEXO 02: INSTRUMENTOS

**ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA
LADRILLOS ECOLOGICOS PRENSADOS Y SU COMPORTAMIENTO SÍSMICO EN VIVIENDAS DE
INTERES SOCIAL EN LA CIUDAD DE ICA EN EL AÑO 2017**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
<p>Problema Principal</p> <p>¿Cuáles son los efectos del comportamiento sísmico de viviendas construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuáles son los efectos del ladrillo ecológico en la construcción de viviendas sociales construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?</p> <p>¿Cuáles son los efectos del ladrillo ecológico en el refuerzo de muros construidos con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?</p> <p>¿Cuáles son los efectos del ladrillo ecológico en el rango elástico construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017?</p>	<p>Objetivo Principal</p> <p>Determinar cuáles son los efectos del comportamiento sísmico de viviendas sociales construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar cuáles son los efectos en la construcción de viviendas sociales haciendo uso de los ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017.</p> <p>Determinar cuáles son los efectos en el refuerzo de muros construidos con ladrillos ecológicos prensados en las viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017</p> <p>Determinar cuáles son los efectos en el rango elástico de las viviendas sociales construidas con ladrillos ecológicos prensados en la ciudad de Ica en el año 2017.</p>	<p>Hipótesis Principal</p> <p>La construcción de viviendas sociales con ladrillos ecológicos prensados influye significativamente en un mejor comportamiento sísmico de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <p>El manejo de ladrillos ecológicos prensado en la de viviendas sociales influyen significativamente sus efectos constructivos de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.</p> <p>El uso de ladrillos ecológico prensados en las viviendas sociales influyen significativamente en el refuerzo de muros de estas viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.</p> <p>Los trabajos con ladrillo ecológico prensados influyen significativamente en el rango elástico estructural de las viviendas sociales en la ciudad de Ica en el año 2017.</p>	<p>VARIABLE 1:</p> <p>Comportamiento sísmico</p> <p>VARIABLE 2:</p> <p>Ladrillo ecológico</p>	<p>X1: Construcción de viviendas</p> <p>X2: Refuerzo de muros</p> <p>X3: Rango elástico</p> <p>Y1: Tipos</p> <p>Y2: Ventajas</p> <p>Y3: Desventajas</p>

ANEXO 02: INSTRUMENTOS
**ENCUESTA SOBRE EFECTOS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE
VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ECOLÓGICOS PRENSADOS.**

Estimado Ingeniero el presente cuestionario es con fines de investigación, agradecemos conteste con sinceridad las siguientes preguntas:

Si	A veces	No
3	2	1

Dimensiones e Indicadores	1	2	3
Construcción de viviendas			
1. ¿Las casas construidas con ladrillo ecológico tienen un ahorro en el costo final de la obra?			
2. ¿No se necesita mano de obra muy especializada?			
3. ¿Proporcionan un excelente confort térmico, aislamiento acústico?			
4. ¿Es totalmente sismo resistente por el sistema de ensamble?			
5. ¿Estamos frente a un material constructivo de larga duración?			
Refuerzo			
6. ¿Proporciona un buen refuerzo horizontal?			
7. ¿Se puede adecuar el refuerzo para controlar la falla por desgarramiento vertical en las esquinas?			
8. ¿Las fallas se dan principalmente por las fuerzas de inercia provenientes de los muros transversales?			
Rango elástico			
9. ¿Existe comportamiento frágil en este tipo de viviendas?			
10. ¿Existe valores de cortante constantes a lo largo de la duración total del ensayo?			

ANEXO 02: INSTRUMENTOS

**ENCUESTA SOBRE EFECTOS DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE
VIVIENDAS CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ECOLÓGICOS
PRENSADOS.**

Estimado Ingeniero el presente cuestionario es con fines de investigación, agradecemos conteste con sinceridad las siguientes preguntas:

Si	A veces	No
3	2	1

Dimensiones e Indicadores	1	2	3
Tipos			
1. ¿Los ladrillos ecológicos se realizan con materiales ya existentes y con residuos?			
2. ¿Su dureza es semejante a los convencionales?			
3. ¿Aíslan muy bien de la temperatura exterior?			
Ventajas			
4. ¿Origina un menor perjuicio para la naturaleza?			
5. ¿Su fabricación requiere menos energía?			
6. ¿Agiliza el tiempo de construcción y disminuyendo los gastos?			
Desventajas			
7. ¿En algunas zonas aún no se consiguen y hay que pedirlos ante los escasos?			
8. ¿Son eficientes los sistemas de alarmas tempranas?			
9. ¿No cuenta con variedades decorativas?			

Gracias por su colaboración