



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**“EVALUACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO  
MACHIHEMRADO EN RESISTENCIA, COSTO Y  
RENDIMIENTO PARA SU APLICACIÓN EN VIVIENDAS  
ECONÓMICAS HUACRACHUCO 2017”**

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Bach. Leonides Mendoza Salinas

**Asesor:**

Mgs. Marlon Robert Cubas Armas

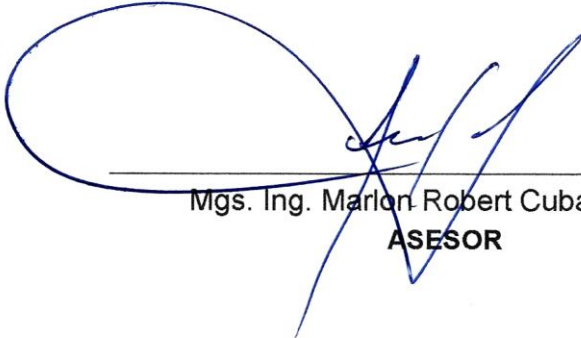
Trujillo – Perú

2018

## APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Leónides Mendoza Salinas**, denominada:

### **“EVALUACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMRADO EN RESISTENCIA, COSTO Y RENDIMIENTO PARA SU APLICACIÓN EN VIVIENDAS ECONÓMICAS HUACRACHUCO 2017”**



---

Mgs. Ing. Marlon Robert Cubas Armas  
**ASESOR**



---

Mgs. Ing. Gonzalo Díaz García  
**JURADO**  
**PRESIDENTE**



---

Mgs. Ing. Juan Ágrede Barbarán  
**JURADO**



---

Ing. Julio Félix Valeriano Murga  
**JURADO**

## DEDICATORIA

Dedico ésta tesis a Dios, por la bondad de sus bendiciones durante mi formación Profesional.

A Margarita Salinas, un ser inmensamente ejemplar, quien con mucho sacrificio y constancia, fue el motor de este reto, jamás podré entender lo que significó para ti mamá.

A mis hermanos por sus gestos de apoyo y confianza, por brindarme el apoyo necesario para realizarme profesionalmente, a mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que han contribuido para el logro de este objetivo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, por el apoyo y comprensión, que siempre me brindaron la fortaleza de seguir mis sueños, sin importar los obstáculos, por enseñarme el valor humano y hacer de mí, un hombre de bien, por tantas ocasiones que no estuve a su lado por seguir mis ideales, mis sinceros agradecimientos.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.3. Justificación .....	14
1.4. Limitaciones .....	15
1.5. Objetivos.....	16
1.5.1. <i>Objetivo general</i> .....	16
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	16
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Bases teóricas.....	21
2.2.1. <i>Déficit de viviendas en el Perú</i> .....	21
2.2.2. <i>Unidades de Albañilería (Norma E.070)</i> .....	26
2.2.3. <i>Clasificación de las unidades de albañilería</i> .....	26
2.2.4. <i>Características generales</i> .....	27
2.2.5. <i>Propiedades de las unidades de albañilería</i> .....	28
2.2.6. <i>Clasificación para fines estructurales</i> .....	29
2.2.7. <i>Limitaciones en su Aplicación</i> .....	30
2.2.8. <i>Pruebas</i> .....	32
2.2.9. <i>Aceptación como unidad de albañilería</i> .....	32
2.2.3. <i>Adobe (NTP. E0.80)</i> .....	33
2.2.4. <i>Ladrillo</i> .....	35
2.2.5. <i>Ladrillo Ecológico Machihembrado (LEM)</i> .....	36
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>47</b>
3.1. Operacionalización de variables .....	47
3.2. Diseño de Investigación .....	49
3.3. Formulación de hipótesis. ....	49
3.4. Unidad de estudio .....	49
3.5. Población .....	49
3.6. Muestra .....	49
3.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	50

3.7.1.	<i>Revisión de documentos</i> .....	50
3.7.2.	<i>Análisis de datos</i> .....	50
3.7.3.	<i>Observación</i> .....	50
3.7.4.	<i>Instrumentos</i> .....	50
3.7.5.	<i>Procedimiento de recolección de datos</i> .....	50
3.8.	Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos .....	51
3.8.1.	<i>Métodos</i> .....	51
3.8.2.	<i>Instrumentos</i> .....	51
3.8.3.	<i>Procedimientos</i> .....	52
<b>CAPÍTULO 4. DESARROLLO</b> .....		<b>52</b>
4.1.	Ensayos al Ladrillo Ecológico Machihembrado .....	52
4.1.1.	<i>Variación Dimensional</i> .....	52
4.1.2.	<i>Alabeo</i> :.....	54
4.1.3.	<i>Prueba de absorción</i> :.....	55
4.1.4.	<i>Prueba de densidad</i> :.....	56
4.1.6.	<i>Prueba de Compresión de Unidades</i> :.....	57
4.1.7.	<i>Ensayo de Compresión Axial en Pilas(f'm)</i> .....	58
4.2.	Procesos Constructivos con Ladrillo Ecológico Machihembrado .....	61
4.3.	Costo de construcción con Ladrillos Ecológicos Machihembrado .....	70
4.3.1.	<i>Mano de Obra</i> .....	70
4.3.2.	<i>Materiales</i> .....	71
4.3.3.	<i>Porcentaje de desperdicios</i> .....	76
4.3.4.	<i>Herramientas</i> .....	76
4.3.5.	<i>Análisis de Precios Unitarios</i> .....	76
4.3.6.	<i>Comparación de Costos Unitarios</i> .....	81
<b>CAPÍTULO 5. IMPACTO AMBIENTAL</b> .....		<b>86</b>
5.1.	Enfoque.....	86
5.2.	Objetivos y Alcances.....	86
5.3.	Descripción de impactos positivos .....	87
5.4.	Descripción de impactos negativos.....	88
5.5.	Matriz de evaluación de impactos .....	89
5.6.	<i>Medidas de mitigación</i> .....	91
<b>CAPÍTULO 6. RESULTADOS</b> .....		<b>94</b>
<b>CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN</b> .....		<b>99</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....		<b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		<b>107</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....		<b>108</b>
<b>ANEXOS</b> .....		<b>109</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N.º 1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES.....	29
TABLA N.º 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES.....	30
TABLA N.º 3 VARIEDAD DE MATRICES DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMRADO .....	44
TABLA N.º 4 OPERACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE - COSTOS.....	48
TABLA N.º 5 RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL .....	53
TABLA N.º 6 DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO .....	54
TABLA N.º 7 DATOS DE ABSORCIÓN.....	55
TABLA N.º 8 DATOS DENSIDAD DEL LADRILLO .....	56
TABLA N.º 9 DATOS RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	57
TABLA N.º 10 DIMENSIONES DE LA PILA .....	58
TABLA N.º 11 CORRECCIÓN POR ESBELTEZ .....	59
TABLA N.º 12 DATOS DEL ENSAYO DE PILAS .....	60
TABLA N.º 13 A.P.U. EN 1M2 MURO DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMRADO .....	77
TABLA N.º 14 A.P.U. MURO DE LADRILLO KING KONG 18 HUECOS .....	78
TABLA N.º 15 ANÁLISIS DE COSTO EN 1M2 DE TARRAJEO DE INTERIORES MURO DE LADRILLO KING KONG .....	79
TABLA N.º 16 ANÁLISIS DE COSTO EN 1M2 DE ENLUCIDO CON YESO - MURO DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMRADO.....	80
TABLA N.º 18 CANTIDAD DE MATERIALES EN MURO DE LADRILLO.....	81
TABLA N.º 19 CONFORMACIÓN DE PILARES EN LAS ESQUINAS .....	82
TABLA N.º 20 CANTIDAD DE MATERIALES EN MURO DE LADRILLO.....	83
TABLA N.º 21 CANTIDAD DE MATERIALES EN MURO DE LADRILLO.....	84
TABLA N.º 22 CANTIDAD DE MATERIALES EN MURO DE LADRILLO.....	85
TABLA N.º 23 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS .....	94

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N.º 1: DÉFICIT HABITACIONAL REGIÓN HUÁNUCO.....	22
FIGURA N.º 2: DEFICIT HABITACIONAL A NIVEL NACIONAL .....	23
FIGURA N.º 3: SEGÚN TIPO DE DÉFICIT REGIÓN HUÁNUCO.....	23
FIGURA N.º 4 MAPA DE LA PROVINCIA DE MARAÑÓN – HUÁNUCO .....	24
FIGURA N.º 5 VISTA PANORÁMICA DEL DISTRITO DE HUACRACHUCO .....	25
FIGURA N.º 6 MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA, SEGÚN NORMA E.030 DISEÑO SISMO RESISTENTE .....	31
FIGURA N.º 7 MEDIDAS DEL ADOBE.....	34
FIGURA N.º 8 TIPOS DE LADRILLOS USADOS EN ALBAÑILERÍA .....	35
FIGURA N.º 9 CLASIFICACIÓN DEL SUELO.....	37
FIGURA N.º 10 TIPOS DE CEMENTO .....	39
FIGURA N.º 11 TAMIZADO DEL SUELO (TAMIZ N.º 4 = 4.8MM) .....	40
FIGURA N.º 12 PROPORCIONES PARA LA MEZCLA DE LADRILLO ECOLÓGICO .....	40
FIGURA N.º 13 SUELO TAMIZADO .....	41
FIGURA N.º 14 MEZCLADO MANUAL.....	41
FIGURA N.º 15 AGREGANDO AGUA A LA MEZCLA .....	42
FIGURA N.º 16 MESCLADOR AUTOMATIZADO .....	42
FIGURA N.º 17 VERIFICANDO LA MEZCLA .....	43
FIGURA N.º 18 MÁQUINA CONFORMADORA DE LADRILLO ECOLÓGICO.....	43
FIGURA N.º 19 MEDIDAS DEL LADRILLO ECOLÓGICO.....	45
FIGURA N.º 20 CURADO DE LADRILLOS ECOLÓGICOS .....	46
FIGURA N.º 21 MATERIALES UTILIZADOS EN EL ENSAYO .....	51
FIGURA N.º 22 VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMBRADO .....	52
FIGURA N.º 23 HERRAMIENTAS PARA EL ENSAYO DE ALABEO .....	54
FIGURA N.º 24 ESPÉCIMENES SATURADOS .....	55
FIGURA N.º 25 DENSIDAD DEL LADRILLO .....	56
FIGURA N.º 26 LADRILLOS QUE SERÁN SOMETIDOS A COMPRESIÓN .....	57
FIGURA N.º 27 ESPÉCIMEN DE PILAS PARA COMPRESIÓN .....	58
FIGURA N.º 28 FALLA DE LAS PILAS POR DESPLAZAMIENTO VERTICAL .....	60
FIGURA N.º 29 ACERO DE REFUERZO VERTICAL .....	61
FIGURA N.º 30 COLOCANDO ACERO DE REFUERZO A UN SUELO YA CIMENTADO. ....	62
FIGURA N.º 31 ACERO DE REFUERZO VERTICAL EN ESQUINAS.....	63
FIGURA N.º 32 MUROS DE LADRILLOS ECOLÓGICOS.....	63
FIGURA N.º 33 AMARRE EN LAS ESQUINAS .....	64
FIGURA N.º 34 LLENADO DE MORTERO LOS AMARRES EN LAS ESQUINAS .....	64
FIGURA N.º 35 REFUERZOS HORIZONTALES Y AMARRES ESQUINEROS.....	65
FIGURA N.º 36 VACIADO DE CONCRETO ENCIMA DEL MURO .....	66
FIGURA N.º 37 CONFINAMIENTO DE MUROS .....	67
FIGURA N.º 38 CANTIDAD DE LADRILLOS POR M <sup>2</sup> .....	75
FIGURA N.º 38 MATRIZ DE INTERACCIONES DE LEOPOLD.....	89



## RESUMEN

En la presente tesis, no experimental, desarrollada de manera descriptiva, tuvo como objetivo evaluar al Ladrillo Ecológico Machihembrado en, resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas en el distrito de Huacrachuco, provincia de Marañón, departamento de Huánuco 2017; el Ladrillo Ecológico Machihembrado conformado por suelo arcilloso, cemento Portland tipo I y agua, compactada por una prensa hidráulica de 7 toneladas y curados por humedecimiento; los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte, considerando que la Norma E.070 Albañilería, señala el muestreo será efectuado a pie de obra, hasta 50 millares, se cogerán 10 unidades para los ensayos respectivos, en éste caso se tomaron 25 unidades, se efectuaron pruebas de variación dimensional, alabeo, absorción y resistencia a compresión unitaria y de pila; obteniéndose características físicas y mecánicas aceptables, que fueron comparadas con adobe, y ladrillo tipo I, demostrando que es viable contar con alternativas ecológicas de construcción que brindan confort, calidad y seguridad para las familias de sectores "C" y "D", resultando ser una mejor alternativa, respecto a *resistencia, costo y rendimiento* en comparación con los ladrillos tradicionales y los materiales de construcción más utilizadas en la zona, como adobes, tapia, quinchas, que no guardan un respaldo técnico ni seguridad para sus ocupantes estos resultados se puede evidenciar con los ensayos realizados y el Análisis de Precios Unitarios por m<sup>2</sup>, en partidas; construcción de muros, tarrajeo y enlucido con yeso.

**Palabras claves:** *Ladrillo ecológico machihembrado, costo, resistencia, rendimiento, Sectores C y D.*

## ABSTRACT

In this thesis, non - experimental, developed in a descriptive way, had the objective of evaluating the Brick Ecological Machihembrado in, resistance, cost and performance for its application in economic housing in the district of Huacrachuco, Marañón, department of Huánuco 2017, Brick Ecological Machihembrado formed by clay soil, Portland cement type I and water, compacted by a hydraulic press of 7 tons and cured by wetting; the tests were carried out in the Laboratory of Soils of the Private University of the North, considering that the E.070 Masonry Standard, indicates the sampling will be carried out on site, up to 50 thousands, 10 units will be taken for the respective tests, in this one if 25 units were taken, tests of dimensional variation, warpage, absorption and resistance to unitary and pile compression were carried out; obtaining acceptable physical and mechanical characteristics, which were compared with adobe and brick type I, proving that it is feasible to have ecological alternatives of construction that provide comfort, quality and safety for families of sectors "C" and "D", being a better alternative, with respect to resistance, cost and performance compared to traditional bricks and building materials most used in the area, such as adobes, wall, quinchas, which do not keep a technical support nor safety for its occupants these results can be evidence with the tests performed and the Unit Price Analysis per m<sup>2</sup>, in items; construction of walls, tarrajeo and plastering with plaster.

Key words: Ecological brick, cost, resistance, yield, Sectors C and D.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El problema actualmente es la gran contaminación del medio ambiente que ocasiona las actividades de la construcción siendo los principales causantes del deterioro del medio ambiente; consumen enormes cantidades de recursos y son los responsables de la deforestación o la contaminación atmosférica, la gran demanda de ladrillos, y hasta la fecha es uno de los materiales de construcción más utilizados; tanto interior como exterior, siendo fabricados en diferentes medidas, ancho, largo y espesor, permitiéndole adaptarse a cualquier tipo de obra. Sin embargo, a los productores artesanales o industriales les resulta cada vez más difícil, ( Linarez Ocmin, 2016), refiere que “el incremento del precio del petróleo desde 2008, la deforestación, las nuevas normativas y regulaciones en materia medio ambiental y el aumento del coste de producción, incrementan su precio”.

En América Latina, en los últimos 10 años se ha hecho notable la escasez de viviendas adecuadas, ante la falta de una buena planificación urbana, estos muestran un impacto que ya se ven en muchos lugares del mundo, crecimiento de tugurios, la pobreza y el desempleo siguen en aumento, desastres naturales causados por el ser humano y se estima de acuerdo a los datos de ONU Hábitat, (Organización de las Naciones Unidas) en su portal, informa que 1 de cada 4 personas en zonas urbanas vive en asentamientos informales o precarios. Esto significa que 113,4 millones de personas el equivalente a las poblaciones de Colombia, Argentina y Venezuela juntas, carecen de un lugar adecuado donde vivir (ONU Hábitat, 2017).

En Colombia, también existen registros de un alto porcentaje de personas con vivienda inadecuada y está en aumento, según cifras de ONU Hábitat, un billón de personas de la población mundial reside en asentamientos informales y de baja calidad, los cuales carecen de vivienda adecuada y servicios básicos. “En 2020, se estima que 889 millones de residentes urbanos en todo el mundo vivirán en asentamientos precarios”. La vivienda inadecuada se caracteriza, entre otros factores, por la baja calidad de la construcción, la carencia de servicios básicos,

la inseguridad de la tenencia y la precaria situación de los atributos urbanos de los barrios; lo cual, en conjunto, acarrea una alta vulnerabilidad social y económica, frente a los riesgos naturales y ante varios tipos de enfermedades asociados a las malas condiciones habitacionales. (CODHES, 2014)

Argentina. La Provincia de Río Negro, a través del programa Bioconstruyendo, “Celebrar Construyendo con la Tierra y no en Contra de ella”, que une autoconstructores, vecinos, profesionales, y a la comunidad, quienes ostentan otra forma ecológica de construir cuando se trata de pensar en el hogar, poniendo manos en la tierra y aprovechando todos los recursos que la Pacha Mama nos da, según sus propias palabras. Los organizadores de estas jornadas que se dan una cita anualmente creen que construir con tierra, es la solución a la gran problemática mundial, la escasez de vivienda para los sectores de escasos recursos. (Alternativa, 2015)

Perú es el tercer país de Latinoamérica con mayor déficit de viviendas, de acuerdo al informe del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, hay un déficit de 1 800 000 viviendas, entre familias que no cuentan con una vivienda o habitan una vivienda precaria. Después de Nicaragua y Bolivia, Perú ocupa el tercer puesto a nivel de América Latina como el país con mayor déficit de vivienda, con un 72% de las familias (respecto al total de hogares en 2012) no cuentan con un techo para vivir o habitan viviendas de mala calidad.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) ha identificado tres problemas: hay un limitado acceso a la vivienda propia, persiste las construcciones informales y un escaso desarrollo en la planificación urbana, se consideran la falta de acceso a los servicios financieros y un insuficiente proceso de desarrollo territorial, han obligado a las familias pobres obtener vivienda por medio de las invasiones de tierras y la autoconstrucción con materiales de baja calidad y carecen de uno o más servicios básicos.

Desde el año 2011 hasta 2015, se han promovido más de 180 mil Bonos Familiares Habitacionales, más de 56 mil créditos MiVivienda, más de 5 mil créditos por Techo Propio y más de 140 mil créditos hipotecarios privados.

Sin embargo, el Ministerio de Construcción, Vivienda y Saneamiento indica que actualmente, las medidas políticas “no logran cerrar la brecha del déficit habitacional”. (Ministerio de Vivienda, 2016)

En el Perú, los ladrillos y tejas generalmente son fabricados por pequeñas empresas informales y trabajadores agrícolas migrantes que se inician en la actividad, ayudando a otros pequeños empresarios. Se conjetura que sus causas más importantes podrían ser que la mayoría de los productores de ladrillos tienen conocimientos limitados de gestión de negocios. Estos factores influyen en el uso de combustibles baratos pero muy contaminantes, los hornos artesanales que son una fuente importante de contaminación del aire. La práctica de emplear leña, llantas usadas, plásticos, aceites y otros residuos como combustible para el encendido y operación de los hornos, genera altas emisiones de contaminantes atmosféricos así como de los centros poblados o ciudades de los alrededores, si bien no existen estadísticas oficiales al respecto, se estima que las empresas artesanales abastecen al 50% del mercado nacional, esas ladrilleras son en su mayoría, pequeñas empresas familiares, con un alto grado de informalidad.

El sector de los ladrilleros artesanales en el Perú presenta una serie de problemas, entre los cuales se puede mencionar como principales: la baja eficiencia en los hornos empleados, el uso de combustibles inadecuados, la baja calidad de los productos terminados, los deficientes procesos de comercialización y como consecuencia la economía precaria en la que se desarrollan estos productores y esta situación es similar en otras partes del país, región y el mundo. (PRAL, 2009)

En el Perú, las edificaciones que más predominan son de albañilería confinada. En este tipo, las fuerzas sísmicas son resistidas en su mayoría por los muros estructurales que generalmente se construyen con ladrillos y tienen un comportamiento aceptable. La mayoría de ciudades de la Costa Norte, y centro del país, las edificaciones son de mediana altura, entre 1 a 5 pisos, son las que más se han construido bajo el sistema de albañilería confinada. (San Bartolomé, 2011)

En la Región Huánuco, de acuerdo al censo de Población y Vivienda que cada 10 años se realiza, según el último censo del 2007; el 20,5% de viviendas son construidas con ladrillo o bloque de cemento, 61,4% con adobe o tapia, 14,6% con madera, 0,9% con quincha, 0,2% con estera, 1,5% piedra con barro, 0,1% piedra sillar con cal o cemento y 0,9 % es construido con otro material. La cual representa

que el 79.6% de viviendas son construcciones de baja calidad sin un respaldo técnico (Región Huánuco, 2014)

El problema que actualmente presenta el distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón, Departamento de Huánuco, viviendas inadecuadas, con auto construcciones usando materiales como tapia, quinchas y adobes artesanales sin el adecuado control de calidad, las mismas que no se tiene conocimiento de cómo actuarían frente a un sismo a ocurrir y los posibles daños que ocasionarían.

Se consideran que las causas más importantes son la falta de unidades de albañilería con un respaldo técnico en la zona y al no contar con otras alternativas frente a los ladrillos cerámicos, que son transportados desde la ciudad de Chimbote, Trujillo, llegando a un costo elevado que limitan tener una construcción de calidad a familias de bajos recursos económicos (sectores C y D).

## 1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el resultado de evaluar al Ladrillo Ecológico Machihembrado, en resistencia, costo y rendimiento, para su aplicación en viviendas económicas, en el Distrito de Huacrachuco, 2017?

## 1.3. Justificación

### Teórica

Tener como alternativas de construcción al Ladrillo Ecológico Machihembrado, resistente, económico que ofrecen mayor productividad en procesos constructivos, teniendo en cuenta que en nuestro país lo que más predomina son construcciones de albañilería, según afirma (Arango Ortiz, 2008) en su libro de Albañilería Estructural:

- Construcción Urbana: Entre el 60% y 70%
- Construcción Rural: Entre el 90% al 100%
- Construcción informal: el 100%

Teniendo como principal beneficiario al Distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón, Departamento de Huánuco, como también en el Norte del País, muchas familias se han quedado sin viviendas, por lo que el estudio actual plantea ser una propuesta para el apoyo a damnificados, esta alternativa, sería una solución por la practicidad de su construcción de una vivienda en menor tiempo.

**En cuanto a su aplicación o puesta en práctica.** Los Ladrillos Ecológicos Machihembrados, son cara vistas y presentan un buen acabado, no llevan juntas son embonados una sobre otras por su diseño machihembrado. Es una propuesta para el Ministerio de Vivienda, a través de programas sociales como Techo Propio, puedan incluir el uso de Ladrillo Ecológico Machihembrado, para viviendas económicas llegando a más beneficiarios en zonas vulnerables y pobres del país.

**Justificación académica.** Como profesionales del rubro de la construcción debemos continuar investigando, proponiendo materiales para la construcción que sirvan como alternativas, contribuyendo al cuidado del medio ambiente, demanden menor costo y colaboren con sectores de la población menos favorecidos, ayudando mejorar la calidad de vida.

#### 1.4. Limitaciones

Por motivos de fuerza mayor, no fue posible la observación directa en la etapa de producción de Ladrillo Ecológico Machihembrado en el distrito de Huacrachuco, limitándome controlar los parámetros de calidad en la etapa de fabricación, curados, almacenaje, etc.

Por lo expuesto, para poder determinar los parámetros de calidad se realizaron los ensayos correspondientes geometría del ladrillo y resistencia a la compresión, que define no solo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de resistencia a la intemperie.

Otra limitación considerable el ensayo de Murete por corte ( $V'm$ ), no se realizó, debido a que el Laboratorio de Suelos de la Universidad Privada del Norte, no tiene equipos para dicho ensayo, por estas consideraciones he visto conveniente solicitar el apoyo de otras instituciones sin haberlo conseguido.

Por lo expuesto, la solución a esta limitación ensayo de murete, (Rojas Vargas & Vidal Toche, 2014) en la Tesis: “comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con Ladrillo Ecológico Prensado”, indica en caso que no se realicen ensayos de muretes, se usará como esfuerzo admisible el valor de  $V'm = 0.25 \text{ kg/cm}^2$ . O utilizar la expresión:  $V'm \leq \sqrt{f'm}$ .

Asimismo la norma E.070 albañilería señala, se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de resistencia de las unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica.

TABLA 7 MÉTODOS PARA DETERMINAR $f'_m$ y $v'_m$									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
$(f'_m)$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$(v'_m)$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

**A:** Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

**B:** Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio.

## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo general

Determinar al Ladrillo Ecológico Machihembrado, como una mejor alternativa, en resistencia, costo y rendimiento, para su aplicación en viviendas económicas en el distrito de Huacrachuco, 2017.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la resistencia del Ladrillo Ecológico Machihembrado y compararlo con el adobe y el ladrillo, según Norma E.070 Albañilería y la Norma E.080 Adobe.
- Comparar el costo de construcción por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) con Ladrillo Ecológico Machihembrado frente al Ladrillo King Kong 18 huecos en las partidas, construcción de muro, tarrajeo y enlucidos con yeso.
- Proporcionar información de análisis de precios unitarios para su aplicación en presupuestos con Ladrillo Ecológico Machihembrado.



## CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

(Cilento, 2016) “Déficit de Vivienda”, sostiene que, el 80% de la población en América Latina y el Caribe viven en ciudades donde han aprendido a proveerse un hogar cerca de los lugares de trabajo, buscando alojamiento ya sea legales o no. Considera que las causas más importantes son las necesidades difíciles de resolver por ellos mismos, debido a la falta de servicios, la mala calidad de las construcciones y la dificultad para transportarse, obligan a migrar en busca de mejores oportunidades de trabajo o subsistencia, salud, educación, alimentación, seguridad social.

Concluye insistiendo en un cambio de paradigma para analizar el déficit, distintas experiencias muestran el fracaso de esfuerzos por dotar de vivienda sin que existan condiciones sociales, trabajo y de vínculos vecinales, por ello el principal desafío en materia de urbanismo ya no es gestionar los problemas vinculados con la transición del campo a la ciudad, sino mejorar la calidad de vida de sus habitantes, con foco en la igualdad y la sostenibilidad ambiental, llevando el modelo de ciudades inteligentes basado en el uso generalizado de las TIC (Tecnología de Información y Comunicación) que, entre otros aspectos, permiten promover asentamientos humanos inclusivos, seguros y sostenibles con actividades económicas intensivas en conocimiento y con una elevada productividad en ámbitos como la educación, la sanidad, el transporte, los servicios públicos y la participación ciudadana.

(MINKE, 2014) Manual de Construcción en Tierra, en casi todos los climas cálidos-secos y templados del mundo, la tierra ha sido el material de construcción predominante. Aún en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra, y en países en vías de desarrollo esto representa más de la mitad. La tierra es el material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo, este se obtiene frecuentemente en el sitio cuando se excavan los cimientos.

Basados en la investigación científica y experiencias prácticas concluye: que es posible resolver los inmensos requerimientos de habitad en los países en vías de desarrollo utilizando materiales de construcción locales y técnicas adecuadas, lo

cual sería imposible con materiales industrializados como ladrillo, hormigón y acero, no existe en el mundo las capacidades productivas y financieras para satisfacer esta demanda. Recientemente las personas que construyen sus viviendas demandan edificaciones eficientes económicas y energéticamente, dan mayor valor a la salud y al clima interior balanceado, se ha comprendido que la tierra como material de construcción natural tiene mejores cualidades que los materiales industriales.

(Parnisani, 2014) En su proyecto "Ladrillo Ecológico", sustentó que es un buen aislante de frío y de calor exterior, por lo que permite significativas disminuciones de costos en el mantenimiento térmico de viviendas y edificios, y principalmente gasta menos energía. También es económico, resistente a los agentes naturales, durables y capaces de soportar cargas muy pesadas; teniendo como objetivo proponer nuevas alternativas en materiales de construcción. Las conclusiones de esta investigación nos indican que Argentina ya tiene algunos años usando ladrillos ecológicos en construcciones de viviendas unifamiliares a costos razonables y comprometidos con el medio ambiente.

(Casanova, 2017) Profesor del Programa de Ingeniería Civil de la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ), un entusiasta defensor de este material, al que dedicó los últimos años de su carrera. Sostiene que los ladrillos de tierra, usados desde tiempos remotos que ahora en Brasil se llaman "ecológicos", pueden contribuir a aliviar el déficit de vivienda, por el menor costo de construcción.

El ingeniero recordó que la técnica es tan remota como el Antiguo Egipto. En Brasil, la primera obra con ladrillos de este tipo data de 1942.

Concluyó afirmado que actualmente el Centro de Post Graduación de Ingeniería de la UFRJ, retomó la técnica, pero se la mejora con los nuevos conocimientos. Mezcladores, aditivos, proceso de compactación, que optimizan su calidad y resistencia.

"Está todo muy avanzado en relación al pasado", argumentó el ingeniero que investiga otras técnicas de construcción popular como las tejas de origen vegetal. Los ladrillos "ecológicos" son fabricados, entre otros materiales, con 50 por ciento de tierra, entre 15 y 20 por ciento arena y apenas 10 por ciento de cemento portland.

Según Casanova, éstos disminuyen hasta 30 por ciento el costo de la construcción. "Suelo existe en todo lugar"

- Indicó que, en su gobierno nacional de Luiz Inácio Lula da Silva a través de su Programa de Aceleración del Crecimiento (PAC) se incluyeron las obras en la "favela" de Pavão-Pavãozinho, una de las comunidades pobres de Río de Janeiro construidas sobre los cerros, contemplan la construcción de tres edificios populares para sustituir las casas emplazadas en áreas de riesgo o donde se proyecta trazar caminos vecinales o calles, continuar en otras favelas de Río de Janeiro y de otras partes del país.
- A simple vista se trata de una obra habitual. Pero el color de los edificios es terracota: el color de la tierra usada en la elaboración de los ladrillos "ecológicos.
- También reducirán los daños ambientales provocados en la elaboración de los materiales tradicionales, a diferencia de los ladrillos tradicionales, éstos no pasan por la quema en hornos de leña o gas durante su producción. Por ello, disminuyen hasta 90 por ciento la emisión de gases contaminantes, que provocan el calentamiento planetario.

(Rojas Vargas & Vidal Toche, 2014), en una tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil sustentaron el Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados, el objetivo de la tesis fue estudiar de manera experimental el comportamiento sísmico de un material no convencional como son los ladrillos ecológicos, llegando a las siguientes conclusiones

- Una resistencia a la compresión de 99.5 kg/cm<sup>2</sup>
- El peso de 3.5 kg
- variaciones en sus dimensiones de hasta 1.6%.
- pruebas de absorción de 12.3% en promedio
- prueba de densidad de 1.89 gr/cc
- Los Ladrillos Ecológicos, facilitan el asentamiento de las hiladas y la presencia de alveolos otorgan la posibilidad del uso de refuerzo vertical, horizontal La resistencia a compresión axial de la albañilería, corregida por esbeltez, fue  $f'_m = 32.12 \text{ kg/cm}^2$ .

(Eswisscontact, 2015) En América Latina vivimos un contexto de crecimiento en la demanda de materiales para la construcción, que sin embargo va acompañado de una producción altamente ineficiente y contaminante por parte de pequeñas y micro empresas que fabrican ladrillos y tejas, en este contexto, el objetivo es mejorar la calidad de vida de los actores directamente relacionados a la cadena de producción de ladrillos y de sus comunidades a través del Taller "Alternativas Tecnológicas para la producción de ladrillos y tejas", en coordinación con el Ministerio de la Producción, Municipalidad de Cusco y Municipalidad de San Jerónimo. Capacitaron un promedio de 40 productores de ladrillos, de Puno, Juliaca, Ayaviri y Curso con delegaciones de países como Bolivia, Ecuador, Colombia, México, Brasil, Argentina, Chile, España y de 12 regiones de nuestro país.

El proyecto busca reducir la emisión de los gases de efecto invernadero (GEI), incrementar los ingresos de los productores y proveerles acceso a nuevas tecnologías eficientes y buenas prácticas. Esto se logra a través de capacitaciones, demostraciones, y vínculos ganar-ganar con actores de mercado como los proveedores tecnológicos y entidades financieras que ofrecen tecnología y líneas de crédito que permiten la masificación de la adopción de tecnología limpia.

Los precios de las viviendas no bajaron en los años pasados por lo que se consideran que continuarán incrementándose, (CAPECO, Gestión.pe, 2017), "afirma que el 51% considera que los precios de las viviendas subirán los próximos seis meses entre el 2.5 y 5%, Tras las encuestas realizadas a los principales promotores inmobiliarios del país". Las principales causas serían que se tiene una gran demanda insatisfecha, poca oferta y facilidades que dan los bancos para calificar un crédito, la gran demanda y poca oferta formal, que se espera que el estado promueva y lidere soluciones formales de vivienda, los datos muestran que la demanda no es especulativa, sino real, la cual motivaría a que las familias no van a esperar y optarán por soluciones de viviendas informales, siendo de baja calidad y resulta muy costosa porque se compra a los informales, además de ser inseguras, en caso de sismos".

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Déficit de viviendas en el Perú

El déficit crece cada año se calcula que entre 70 por ciento y 80 por ciento de los nuevos hogares formados cada año no pueden costear la vivienda más simple producida por el sistema formal y optan por las alternativas de vivienda informales y progresivas. Ello ha derivado en las crecientes tomas de tierras y autoconstrucciones con estructuras de baja calidad y la consiguiente falta de acceso a los servicios elementales. Estos asentamientos de bajos ingresos se encuentran por lo común ubicados en tierras del Estado, lo que hace posible los recientes programas estatales de formalización de títulos que contribuyeron a dar seguridad a muchas familias de bajos ingresos. Estos asentamientos a menudo cuentan con fuertes organizaciones comunales, que en el Perú y otros países han sido útiles para canalizar recursos a la mejora de los servicios y al microcrédito para las renovaciones. La persistente pobreza y la falta de financiamiento de las viviendas para los hogares de ingresos bajos a moderados son algunas de las principales causas de los problemas del sector vivienda.

- La mayoría de los hogares de bajos ingresos no tienen acceso a los servicios.
- Como en otras partes de América Latina, la vivienda tiene en el Perú una importancia económica y social decisiva.
- El patrimonio acumulado en una vivienda constituye el activo más grande de la mayoría de los hogares, en particular entre los pobres.
- Además de brindar refugio, alrededor de una tercera parte de las viviendas en comunidades de bajos ingresos también son espacios para sus empresas familiares.
- Desde una perspectiva social, la vivienda brinda seguridad para la vejez (sobre todo en países con débiles sistemas de pensiones); una protección del desempleo, la enfermedad y otros riesgos del entorno de bajos ingresos.

➤ **Región Huánuco**

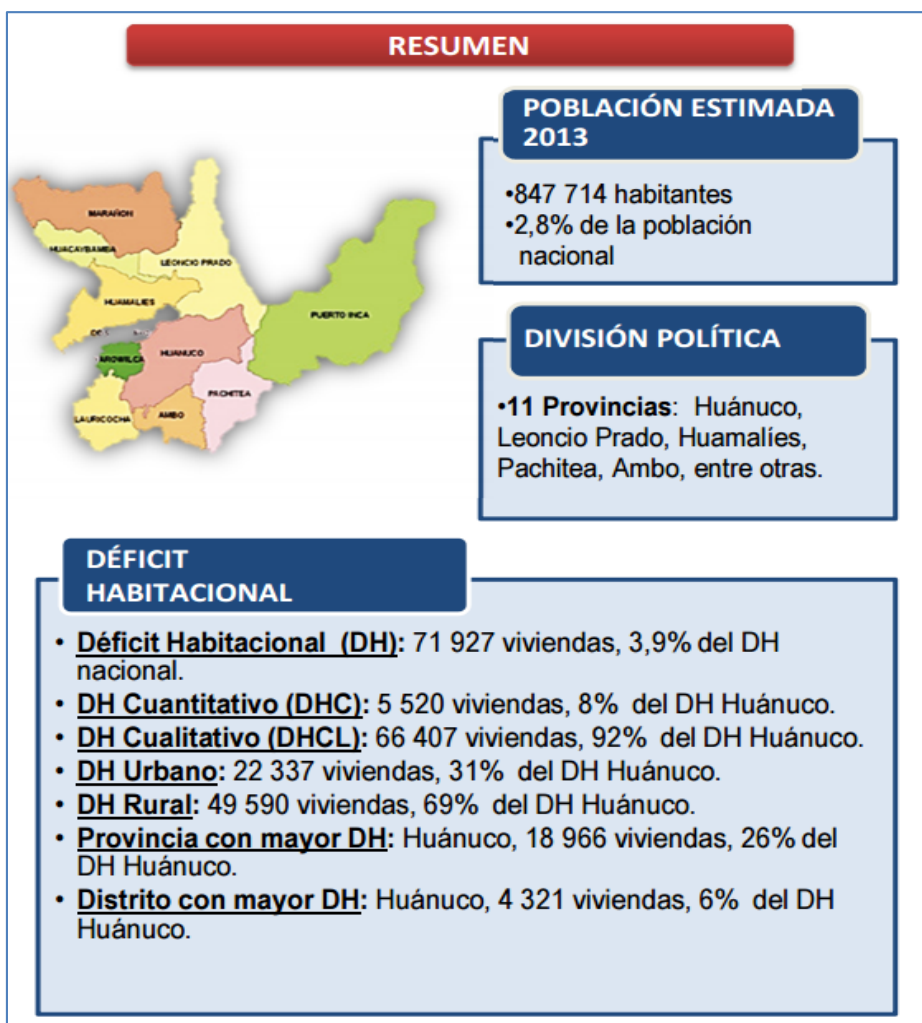


Figura n.º 1: Déficit Habitacional Región Huánuco

Fuente: Mapa de Déficit Habitacional 2007- INEI

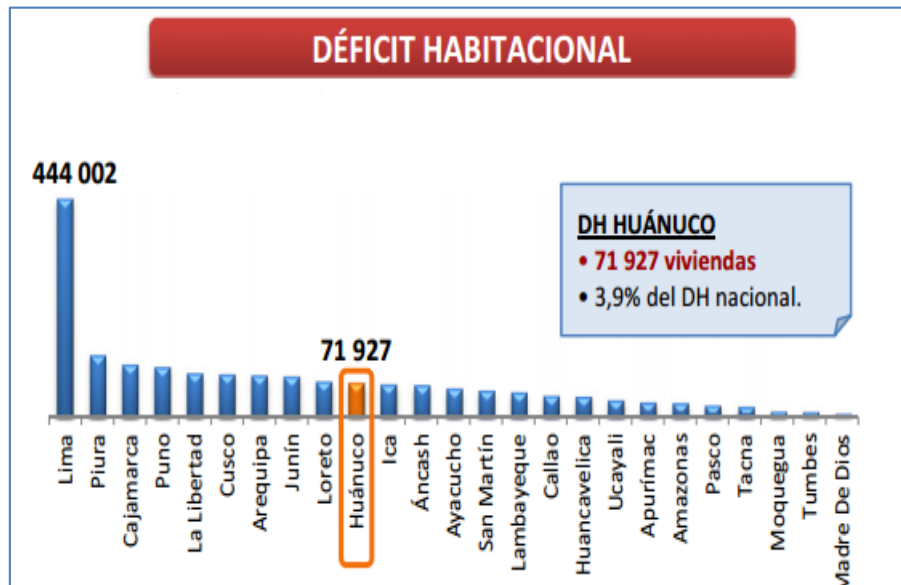


Figura n.º 2: Déficit habitacional a nivel nacional

Fuente; Mapa de Déficit Habitacional 2007- INEI

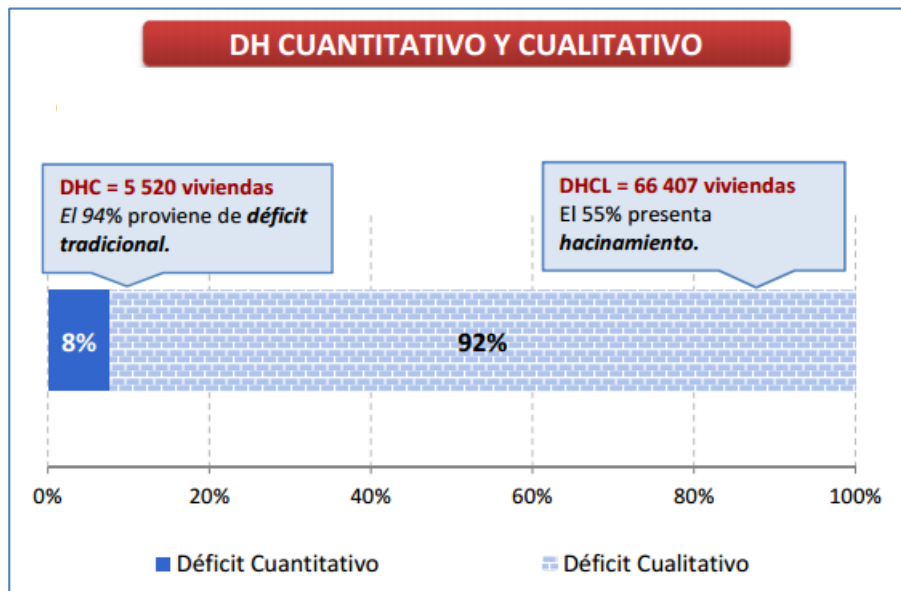


Figura n.º 3: Según tipo de déficit Región Huánuco

Fuente; Mapa de Déficit Habitacional 2007- INEI

➤ **Distrito de Huacrachuco:**

Capital de la Provincia de Marañón, es una de las once provincias que conforman el Departamento de Huánuco.

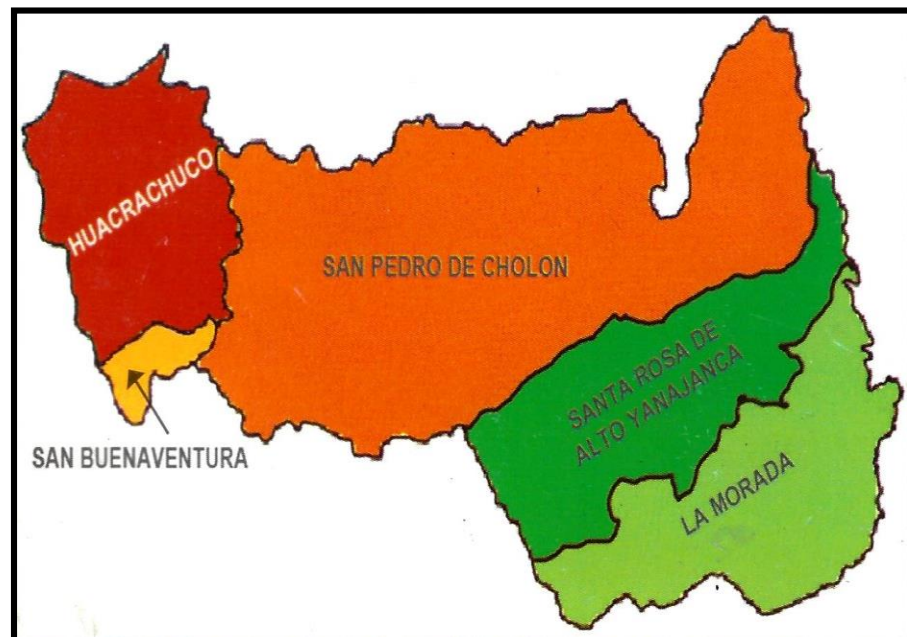
**Limites:**

**Por el Norte:** Con el Departamento de La Libertad y San Martín

**Por el Este :** Con la Provincia de Leoncio Prado

**Por el Sur :** Con la Provincia de Huacaybamba

**Por el Oeste:** Con el Departamento de Ancash.



*Figura n.º 4 Mapa de la Provincia de Marañón – Huánuco*

*Fuente: Revista Marañón, Abril 2016*



**Superficie** : 4,802 km<sup>2</sup>

**Región** : Departamento de Huánuco

**Distritos** : 5

**Capital** : Huacrachuco

**Población** : 32 118 habitantes (INEI, 2015)



*Figura n.º 5 Vista panorámica del distrito de Huacrachuco*

*Fuente: Autor*

### **2.2.2. Unidades de Albañilería (Norma E.070)**

La unidad de albañilería conocido como ladrillo o bloque, es el componente básico para la construcción de la albañilería. Actualmente tenemos variedad de estas, por lo que se ve la necesidad de establecer clasificaciones de acuerdo a sus principales propiedades.

Es importante recalcar que el comportamiento sísmico de nuestras edificaciones dependerá en su mayoría de la calidad de materiales empleados y el procedimiento constructivo adecuado.

Esta unidad se elabora de materias primas diversas: arcilla, de concreto de cemento portland, y la mezcla de sílice y cal; entre las principales. Y también varía el modo constructivo pues existen métodos de mezcla como, el de compactación o de extrusión; así como por fabricación industrial o en situación precaria. Por todos estos aspectos no es extraño que las dimensiones, formas, y su propio peso tengan variedad, haciendo que la calidad de la unidad también este entre un pésimo y excelente.

### **2.2.3. Clasificación de las unidades de albañilería**

#### **Por sus dimensiones**

- Los ladrillos: tienen la característica principal a su peso y sus dimensiones pequeñas que hace que se pueda manejar con una sola mano, en el proceso de asentado. Una pieza tradicional debe tener un ancho de 11cm a 14cm, un largo de 23cm a 29cm y una altura de 6cm a 9cm; con un peso oscilante de 3kg a 6kg.
- Los bloques: a diferencia están hechos para ser manejados por las dos manos y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos, su ancho no está determinado pues variara por los alveolos o huecos que tienen para ser manejados, claro que también son usados para la armadura o el concreto líquido.

### **Por su materia prima y fabricación**

- De arcilla
- De Sílice – Cal
- De Concreto
- Los artesanales
- Y los industriales.

#### **2.2.4. Características generales**

- a) Se denomina ladrillo aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal industrial.
  - **Unidad de albañilería sólida**  
Es la Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente al 75% o más del área bruta en el mismo plano.
  - **Unidad de albañilería hueca o perforada**  
Es la Unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente a menos del 75% del área bruta en el mismo plano.
- d) Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días.

### 2.2.5. Propiedades de las unidades de albañilería

- Propiedades Físicas: que tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:
  - Resistencia a la Compresión.
  - A la Tracción medida como tracción por flexión.
  - Variabilidad dimensional
  - Alabeos
  - Succión
  - Textura de la cara de asiento.
  
- Propiedades Mecánicas: que tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:
  - Resistencia a la Compresión.
  - Densidad
  - Absorción.
  - Coeficiente de Saturación.

Las unidades de albañilería deben de cumplir con los requisitos y exigencias mínimas especificados por la Norma E.0.70 de Albañilería.

El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

## 2.2.6. Clasificación para fines estructurales

Tabla n.º 1 Unidad de albañilería para fines estructurales

TABLA Nº 1 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN			ALABEO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA COMPRESIÓN f'b MÍNIMO EN Mpa (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Hasta 150mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Fuente: Norma E.070 Albañilería

El ladrillo se clasificará en los siguientes tipos de acuerdo a sus propiedades.

**Tipo I:** Resistencia y durabilidad muy bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

**Tipo II:** Resistencia y durabilidad bajas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderado.

**Tipo III:** Resistencia y durabilidad media. Aptos para construcciones de albañilería de uso general.

**Tipo IV:** Resistencia y durabilidad alta. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio riguroso.

**Tipo V:** Resistencia y durabilidad muy altas. Aptos para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

### 2.2.7. Limitaciones en su Aplicación

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

Tabla n.º2 Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES			
TIPO	ZONA SISMICA 2 y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en Edificios $\geq 4$ pisos	Muro portante en Edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal	No	Si Hasta 2 pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí celdas parcialmente rellenas con grout	Sí celdas parcialmente rellenas con grout
Hueco	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

Fuente: Norma E.070 Albañilería

**Comentario a la Norma E. 0.70 de Albañilería que no se encuentra acorde a la Norma E.030**, las actualizaciones realizadas de microzonificación según Norma E. 030 aparecen 4 zonas sísmicas, la Norma E.070 no ha realizado actualizaciones en la tabla 2 limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales, para el análisis sísmico, prima la norma E.030 sobre la E.070, la clasificación y la ubicación será respecto a lo indicado en la norma de sismo.

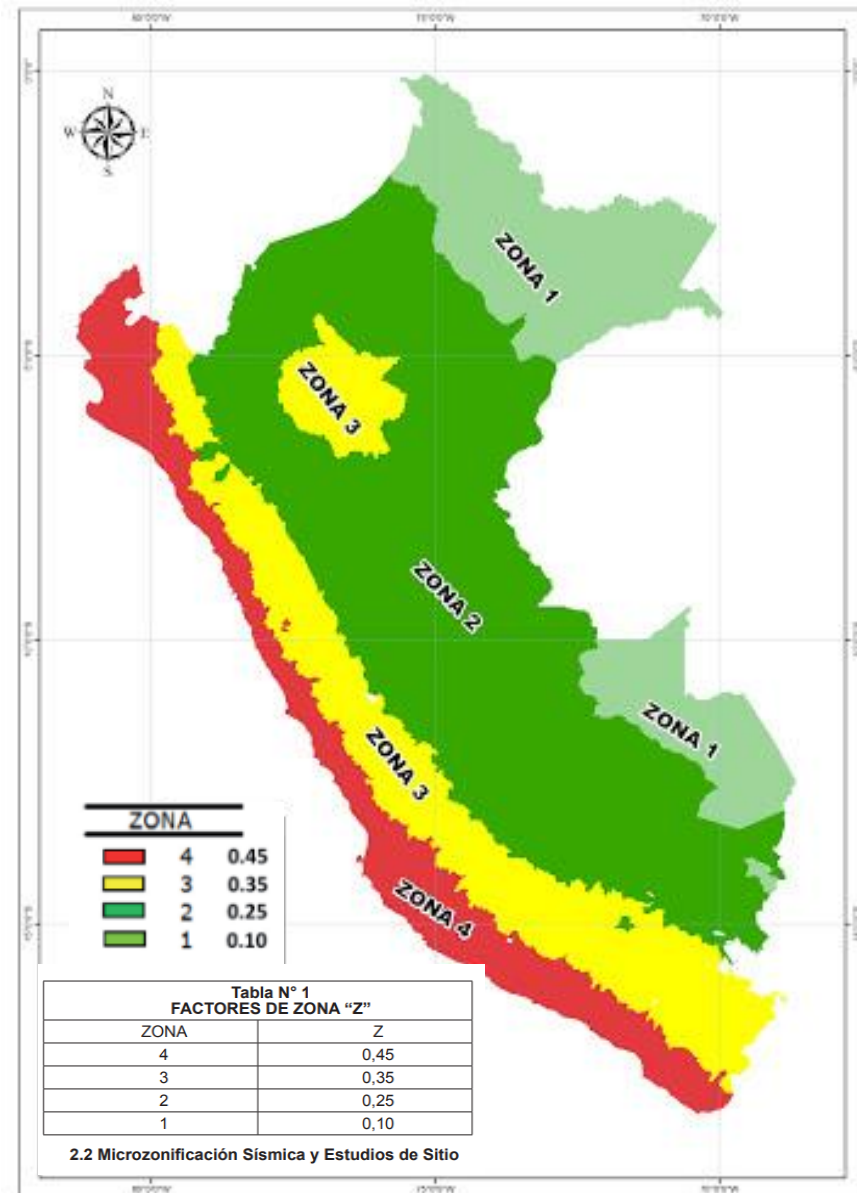


Figura n.º 6 Mapa de Zonificación Sísmica, según Norma E.030 Diseño Sismo resistente

Fuente: <http://www.geogpsperu.com>

El Distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón, Departamento de Huánuco según la microzonificación sísmica se encuentra en la Zona 2 correspondiéndole el factor de 0.25.

### 2.2.8. Pruebas

**a) Muestreo.-** El muestreo será efectuado a pie de obra. Por cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

**b) Resistencia a la Compresión.-** Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f'_{b}$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

**c) Variación Dimensional.-** Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las **Normas NTP 399.613 y 399.604.**

**d) Alabeo.-** Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la **Norma NTP 399.613.**

**e) Absorción.-** Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.1613.

### 2.2.9. Aceptación como unidad de albañilería

a) Si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílice calcáreas no será mayor que 22%. El adobe tendrá una absorción no mayor que 12% La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.



- c) El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP.
- d) La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- e. La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico.
- f. La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.
- g. La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

### **2.2.3. Adobe (NTP. E0.80)**

Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener fibras vegetales u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.

#### **a) Características Generales del Adobe como Material de Construcción**

Baja conductividad térmica que vuelve a las construcciones de adobe acogedoras por el espesor de las paredes.

El adobe es hidrófilo, tiende a absorber la humedad atmosférica cuando el aire está saturado, de manera que por ello pierde su resistencia a los esfuerzos.

Sus resistencias a la compresión son bajas cuando está seco (de 3 a 5 Kg. por cm<sup>2</sup>) y pueden considerarse nulas a los esfuerzos de tracción.

La Seguridad a daños por golpes externos a las paredes aumenta; pues las paredes de adobe trabajan bien por su masividad.

**b) Composición de los adobes**

- Arcilla: Realizar el "ensayo de resistencia seca".
- Aditivos: Paja, arena gruesa.
- "Dormido" del barro.
- Ensayo de rollo.

**c) Resistencia**

La resistencia mínima exigida por la Norma de Adobe E.080 (12 kg/cm<sup>2</sup>)

**d) Medidas del Adobe**

Los adobes presentan las siguientes medidas

Largo: x cm

Ancho: x/2cm

Altura: x/4cm

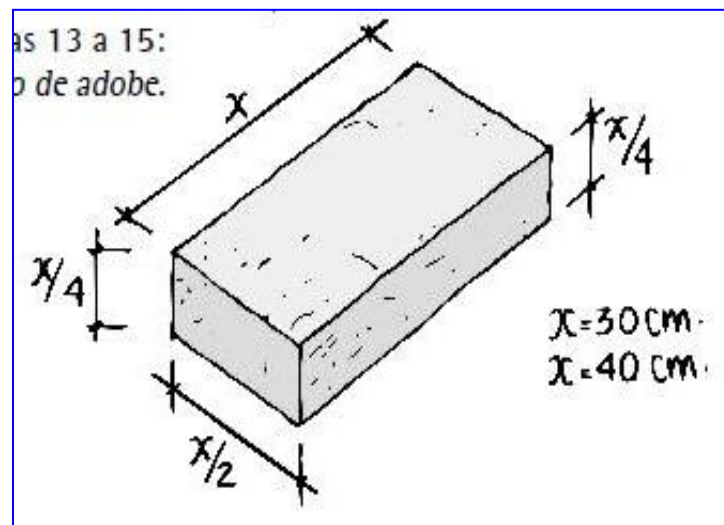


Figura n.º 7 Medidas del Adobe.

Fuente: Vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe

#### 2.2.4. Ladrillo

El ladrillo es la unidad de albañilería que puede ser manejada con una simple mano, si éste no fuera el caso se llamaría bloque, no dependiendo el nombre por el material que esté hecho, por eso existen ladrillos de diversos materiales entre ellos tenemos los de arcilla, concreto, sílico-calcáreos, etc.



Figura n.º 8 Tipos de ladrillos usados en albañilería

Fuente: <https://definicion.de/ladrillo/>

##### a) Características

- constitución porosa de sus diversas partes, que son absorbentes de agua.
- Moldeo perfecto.
- Dimensiones uniformes
- Superficies planas
- Estructura porosa.
- Aristas perfiladas con ausencia completa de grietas
- Sonido metálico (ser muy sonoro a la percusión).
- Color, naranja a rojo.
- Buena cocción, quemada de 800 a 1000° C

##### b) Proceso de Fabricación del Ladrillo

Se da en dos Proceso de fabricación artesanal y Proceso de fabricación industrial, tanto en el proceso Artesanal como en el industrial la continuidad del proceso es prácticamente la misma, lo que diferencia es como se lleva a cabo cada uno:

- Extracción de la materia prima: Mediante excavación en una cantera a cielo abierto (veta arcillosa).
- Mezclado: homogenizar la materia prima.
- Moldeo: Se vierte en un molde o gavera.
- Secado: Las piezas son tendidas al aire libre durante 8 a 10. días.
- Quemado o cocción: se quema a 800°C aprox.
- Enfriado: Se enfría en el mismo horno, por un período de tres días aprox.
- Desmontado: Sacar del horno los ladrillos listos para su comercialización.

### 2.2.5. Ladrillo Ecológico Machihembrado (LEM)

Los Ladrillos Ecológicos Machihembrado están fabricados usando componentes, cemento y agua, en algunos casos reutilizando y/o reciclando en la misma obra, seleccionando materiales.

#### a) Composición

- **Suelo Arcilloso.-** formado principalmente por arcilla es decir por Silicato de Aluminio Hidratado ( $\text{Al}_2\text{O}_3 - 2\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ ) partículas minerales muy pequeñas, de menos de 0,001 mm. de diámetro, en contraposición a otras partículas más grandes como son el limo y la arena, por orden de tamaño, de menor a mayor

Es fácil de reconocer el método más fiable y científico es llevar a analizar la tierra a un laboratorio. Pero si queremos usar un método más sencillo y gratuito, podemos probar a modelar un cilindro con la tierra: se coge un poco de tierra, se humedece y se amasa con las manos. Se modela un cilindro de unos 3 milímetros de diámetro, el cual convertiremos en un círculo uniendo los dos extremos. Si estuviéramos modelando arcilla pura no aparecería ninguna grieta; por ello, si no aparecen grietas seguiremos modelando, en este caso

un cilindro de 1 milímetro de diámetro. Si al cerrarlo no se agrieta, podemos estar seguros de que el suelo es arcilloso.

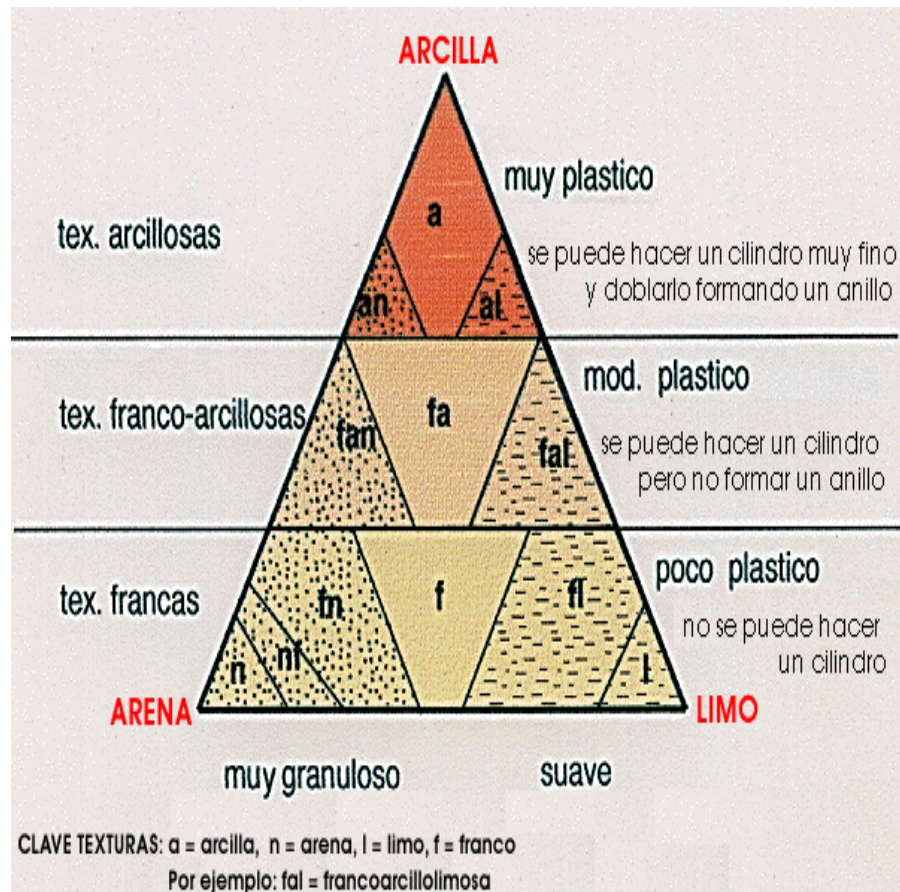


Figura n.º 9 Clasificación del suelo

Fuente: <http://www.edafologia.net>

- **El cemento Portland.**- es un tipo de cemento hidráulico, que al realizarse la mezcla con áridos, agua y fibras de acero se produce una transformación en la cual obtendremos una masa muy duradera y resistente, su principal característica es la de fraguar y endurecerse al entrar en contacto con el agua.

**Tipo 1** - Se trata de un cemento normal y se obtiene tras mezclar el clinker con el yeso. Se usa generalmente en las obras de ingeniería.

**Tipo 2** - Nos encontramos ante un cemento modificado. Su acción es moderada a la resistencia de los sulfatos y es conveniente emplearlo cuando demandamos calor un tanto moderado de hidratación. Dicho cemento va adquiriendo resistencia con más lentitud que el nombrado anteriormente, finalmente lo iguala y, por lo tanto, obtiene la misma resistencia. Es empleado frecuentemente en alcantarillados, tubos y zonas industriales.

**Tipo 3** - Tal cemento consta de una elevada resistencia inicial y es tremendamente recomendable cuando necesitamos una resistencia acelerada. En un caso en concreto y en lo que a la construcción se refiere. El hormigón Portland realizado con el cemento tipo 3 aumentará increíblemente la resistencia al compararlo con el tipo 1 y el 2. Hay que tener presente que el cemento tipo 3 incrementa la resistencia inicial a niveles muy altos.

**Tipo 4** - Tiene un bajo calor de hidratación y tal suceso se consigue si limitamos los compuestos que más pueden influir, es decir, C3A y C3S. Dicho cemento gana resistencia lentamente. Se utiliza habitualmente en grandes obras, presas y túneles.

**Tipo 5** - Una de las características del cemento Portland tipo 5 es su resistencia a la acción de los sulfatos, por tanto, lo emplearemos en estructuras hidráulicas y plataformas marinas. ¿Cómo lograremos la resistencia al sulfato? Lógicamente al minimizar el contenido C3A, ya que dicho compuesto es muy susceptible a lo que se refiere al sulfato.



Figura n.º 10 Tipos de Cemento

Fuente: <http://www.cementospacasmayo.com.pe>

- **Agua H<sub>2</sub>O.-** Es un compuesto químico con minerales, cloruros, nitratos, niritos, calcio, etc. son aptos para emplear en la fabricación de ladrillos, tanto agua de lluvia, de manantiales y preferiblemente Agua potable.

### b) Tamizado del suelo arcilloso

Antes de ser mezclado con el cemento, debe estar seco, sin materia orgánica y debidamente molido o triturado para ser tamizado.



Figura n.º 11 Tamizado del Suelo (Tamiz N° 4 = 4.8mm)

Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)

### c) Mezclado

- Suelo Arcilloso 75%
- Cemento Portland tipo I 20%
- Agua 5%

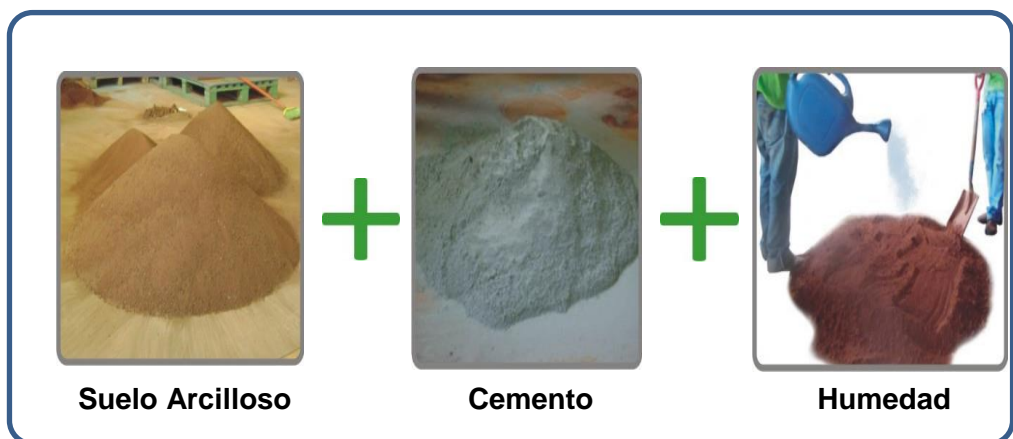


Figura n.º 12 Proporciones para la mezcla de Ladrillo Ecológico

Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)



En este proceso se puede tener dos opciones manuales y automatizadas  
En caso de ser manual desparrame el suelo en una superficie lisa e  
impermeable, formando una capa de 20 cm hasta 30 cm.



*Figura n.º 13 Suelo Tamizado*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

Vierta el cemento Portland tipo I sobre el suelo tamizado y mezcle  
bien, hasta quedar con una coloración uniforme, sin manchas de  
suelo o cemento.



*Figura n.º 14 Mezclado Manual*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

Para humedecer, desparrame nuevamente la mezcla como en el ítem (A), adicione el agua poco a poco sobre la superficie usando una regadora, y mescle todo nuevamente.



Figura n.º 15 Agregando agua a la mezcla

Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)

En caso de ser automatizado la mezcla es efectuada en Mesclador Homogeneizador, que por el posicionamiento de las paletas internas para el movimiento circulando de un lado para el otro haciendo la homogeneización de forma rápida, sin pérdida de tiempo y sin aumentar los grumos del suelo.



Figura n.º 16 Mesclador automatizado

Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)

La humedad de la mezcla se verifica mediante procedimientos sencillos, pulsamos en la mano la masa con vigor, deben formar una masita con la impresión clara de los dedos en relieve.

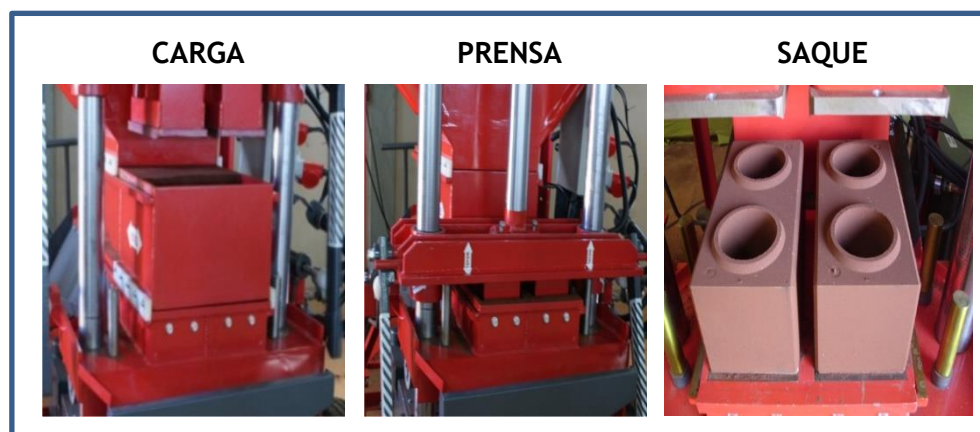


*Figura n.º 17 Verificando la mezcla*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

#### **d) Conformado del Ladrillo Ecológico Machihembrado**



















Son conformados con una prensa hidráulica automatizado que ejerce una fuerza de 7Tn compactando a la mezcla suelo - cemento, con un el saque automático.



*Figura n.º 18 Máquina conformadora de Ladrillo Ecológico*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

Tabla n.º 3 Variedad de matrices de Ladrillo Ecológico Machihembrado

 <p>Ladrillo Modular</p>	 <p>L. Canaleta Modular</p>	 <p>Medio Ladrillo Modular</p>
		
 <p>Ladrillo Modular Trillo</p>	 <p>L. Canaleta Modular</p>	 <p>Medio Ladrillo Trillo</p>
		
 <p>Ladrillo Encaje 4 Lados</p>	 <p>L. Canaleta Encaje 4L</p>	 <p>Medio Ladrillo Encaje</p>
		

Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)

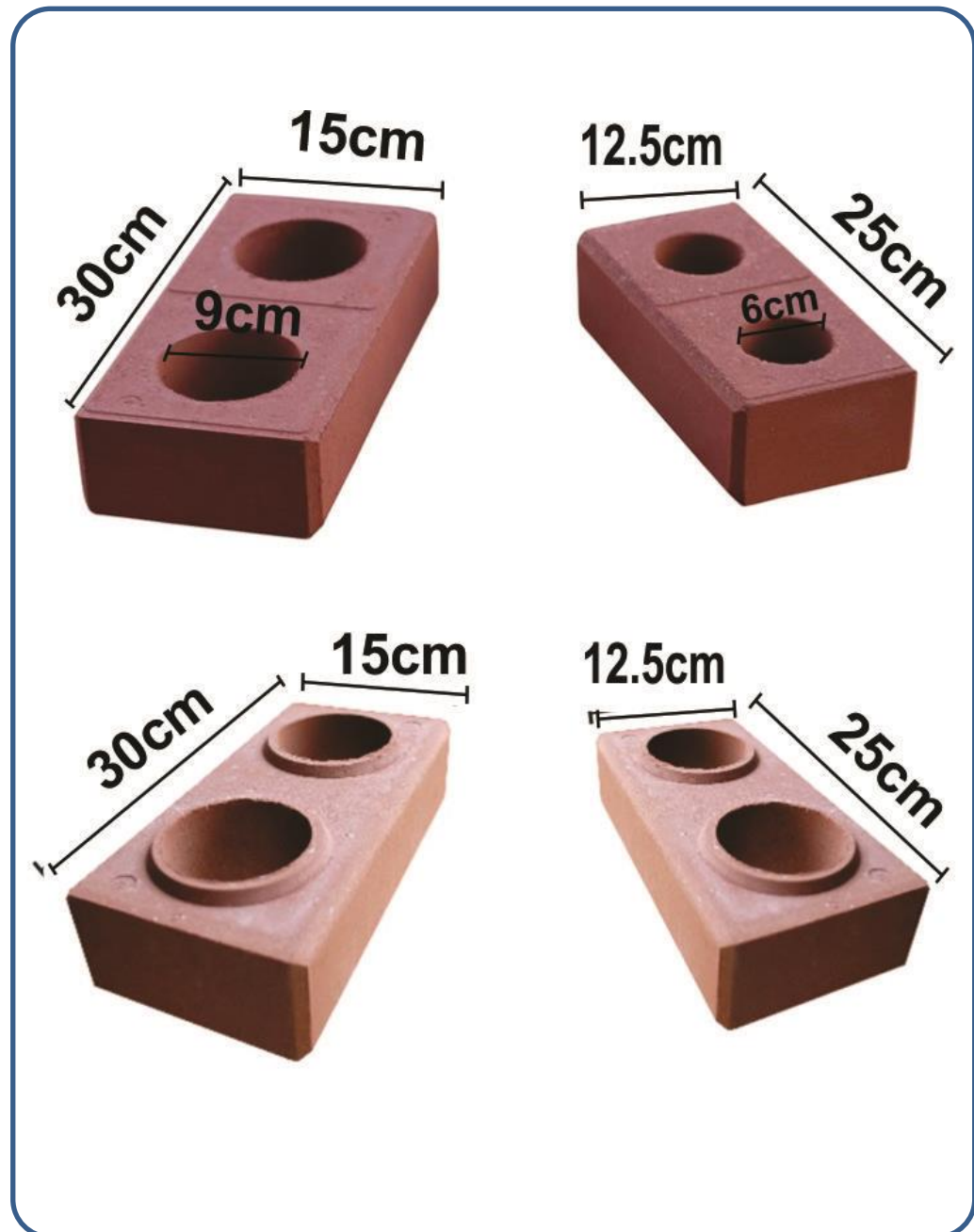


Figura n.º 19 Medidas del Ladrillo Ecológico

Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)

- e) **Curado.-** El sistema de curación de los ladrillos Ecológicos es por humedecimiento (mojado), por aspersion manual, mecanizada, automatizada y por inmersión. Pero es importante destacar, que en cualquiera de las alternativas citadas, es necesario mantener las piezas en la curación humedecida por 7 días.



*Figura n.º 20 Curado de ladrillos ecológicos*

*Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)*



**b) Variable:** Costos y Rendimiento con Ladrillo Ecológico Machihembrado.

*Tabla n.º 4 Operación de variable Costo y Rendimiento*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Costo y Rendimiento con L.E.M.</b>	Consiste en determinar los costos de construcción en comparación con otras unidades de albañilería.	Mano de Obra	Rendimiento en aparejo a soga
			Rendimiento en Tarrajeo
			Rendimiento en enlucidos con yeso
			Tiempo en Instalaciones sanitarias y eléctricas.
		Materiales	Cantidad de cemento,
			Cantidad de arena
			Cantidad de refuerzo
			Cantidad de ladrillos ecológicos
			Porcentaje de desperdicios
		Herramientas y equipos	Cantidad de Herramientas y equipos

*Fuente: Elaboración propia*



### 3.2. Diseño de Investigación

No experimental, **descriptivo**, caso que se evaluará al Ladrillo Ecológico Machihembrado para establecer resistencia, costo y rendimiento para su aplicación en viviendas económicas, Huacrachuco 2017.

### 3.3. Formulación de hipótesis.

El Ladrillo Ecológico Machihembrado sí resultará ser una mejor alternativa, en resistencia, costo y rendimiento, para su aplicación en viviendas económicas en el distrito de Huacrachuco 2017.

### 3.4. Unidad de estudio

Se tendrá como unidad estudio al Ladrillo Ecológico Machihembrado. (LEM)

### 3.5. Población

(Tamayo M. , 2012) Señala que la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto “N” de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación.

Por lo señalado se tomó como población un millar de Ladrillos Ecológicos Machihembrados fabricados en el distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón, Departamento de Huánuco.

### 3.6. Muestra

(Tamayo & Tamayo, 1997) Afirma que la muestra es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico.

En el presente estudio se tomaron como muestra 25 unidades de Ladrillo Ecológico Machihembrado, tomando como criterio lo que señala la Norma E.070 Albañilería, el muestreo será efectuado a pie de obra, hasta 50 millares, se cogerán 10 unidades para los ensayos respectivos.

### **3.7. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos**

#### **3.7.1. Revisión de documentos**

La búsqueda de la información se realizó en estudios similares sobre alternativas de nuevas unidades de albañilería y se analizó las problemáticas sobre el déficit de viviendas adecuadas, en los sectores C y D, todas las informaciones proporcionadas son de fuentes confiables.

#### **3.7.2. Análisis de datos**

La información recabada en los ensayos del Laboratorio de Suelos UPN, fueron analizadas y comparadas con la Norma E.070 Albañilería, también se procedió analizar los datos obtenidos en campo a través de la observación directa.

#### **3.7.3. Observación**

Guía de observación, experiencia directa en campo

#### **3.7.4. Instrumentos**

- Entrevistas
- Revisión de bases de datos
- Análisis de documentos
- Observación directa de los hechos, entre otras.

#### **3.7.5. Procedimiento de recolección de datos**

La recolección de datos en esta tesis fue mediante la técnica de:

- Lista de cotejo, que contiene ítems y cuadros en el desarrollo de la investigación con el fin de tener un mejor seguimiento y orden al obtener los resultados.
- Ensayos de Unidades de Albañilería.
- Investigación directa vía online.
- Entrevista directa a operarios de construcción.
- Análisis de documentos.
- Experiencia propia de la realidad de escasez de viviendas adecuadas en el Distrito de Huacrachuco.

### 3.8. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

#### 3.8.1. Métodos

Se realizó los ensayos de albañilería tanto físicas y mecánicas a 25 unidades de Ladrillo Ecológico Machihembrado.

#### 3.8.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en el presente estudio fueron:

- Wincha 5ml
- Regla Metálica
- Barnier: Para tomar las medidas exactas
- Balanza Electrónica
- Máquina para ensayos a compresión
  - Marca : Forney
  - Modelo: F-25EX-F-CPILOT
  - Año : 2012
  - Capacidad: 250 000 –Lbs.
- Horno Eléctrico



*Figura n.º 21 Materiales utilizados en el ensayo*

*Fuente: Fuente: Autor*

### **3.8.3. Procedimientos**

- Ensayos según Norma E.070 Albañilería.
- Procedimientos Constructivos con Ladrillo Ecológico Machihembrado.
- Análisis de Costos.
- Rendimientos.

## CAPÍTULO 4. DESARROLLO

### 4.1. Ensayos al Ladrillo Ecológico Machihembrado

#### 4.1.1. Variación Dimensional

$$\%V = \frac{DN - DP}{DN} \times 100$$

<b>DN =</b>	<b>L</b>	<b>H</b>	<b>A</b>
	25	7.5	12.5

**DONDE:**

%V = Porcentaje de Variación

DN = Dimensión Nominal del Fabricante

DP = Dimensión de Prueba

Con la ayuda del Barnier, se realizó la toma de las variaciones dimensionales a 10 unidades de Ladrillos Ecológico Machihembrado.



*Figura n.º 22 Variación dimensional del Ladrillo Ecológico Machihembrado*

*Fuente: Autor*

Tabla n.º 5 Resultados de variación dimensional

Espec	Largo (cm)		Largo Prom	Variac. Dimen %	Altura (cm)				Altur Prom	Variac. Dimen %	Ancho (cm)		Anch Prom	Variac. Dimen %	
	1	2			1	2	3	4			1	2			
1	25.10	25.20	25.15	- 0.60	7.42	7.39	7.48	7.49	7.45	0.73	12.48	12.50	12.49	0.08	
2	24.99	25.00	25.00	0.02	7.48	7.50	7.47	7.51	7.49	0.13	12.49	12.47	12.48	0.16	
3	25.00	25.01	25.01	- 0.02	7.50	7.51	7.49	7.48	7.50	0.07	12.49	12.52	12.51	-0.04	
4	24.95	25.00	24.98	0.10	7.50	7.50	7.47	7.51	7.50	0.07	12.51	12.49	12.50	0.00	
5	25.00	25.08	25.04	- 0.16	7.47	7.50	7.47	7.51	7.49	0.17	12.50	12.49	12.50	0.04	
6	25.00	25.03	25.02	- 0.06	7.49	7.50	7.50	7.51	7.50	0.00	12.47	12.47	12.47	0.24	
7	25.03	25.00	25.02	- 0.06	7.51	7.49	7.47	7.46	7.48	0.23	12.50	12.50	12.50	0.00	
8	25.00	25.00	25.00	-	7.50	7.50	7.49	7.51	7.50	0.00	12.48	12.46	12.47	0.24	
9	24.98	25.00	24.99	0.04	7.48	7.47	7.47	7.52	7.49	0.20	12.51	12.50	12.51	-0.04	
10	25.00	25.02	25.01	- 0.04	7.48	7.50	7.49	7.51	7.50	0.07	12.50	12.49	12.50	0.04	
				<b>-0.078</b>							<b>0.167</b>				<b>0.072</b>

0.16

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACIÓN:** Se aprecian que las variaciones son mínimas que van del orden de menos del 0.17% si se hacen comparación con las medidas nominales.

**4.1.2. Alabeo:**

Conformado por 5 unidades de Ladrillos Ecológicos, que se colocaron en una mesa plana, para introducir una regla calibrada, para ver los alabeos tanto en la cara superior como en la cara inferior.

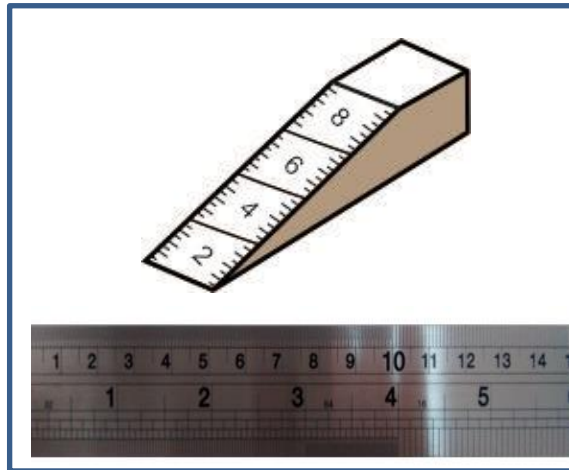


Figura n.º 23 herramientas para el ensayo de alabeo

Fuente: Autor

Tabla n.º 6 Datos del ensayo de alabeo

Espécimen	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		PROM C. S. (mm)	PROM C. I. (mm)
	1	2	1	2		
1	-	-	-	1.5	-	0.75
2	-	-	2.0	-	-	1.00
3	-	-	1.0	2.0	-	1.50
4	-	-	-	1.0	-	0.50
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	3.0	2.0	-	2.50
7	-	-	-	1.5	-	0.75
8	-	-	2.0	1.0	-	1.50
9	-	-	1.5	-	-	0.75
10	-	-	1.0	3.0	-	2.00
PROMEDIOS:					<b>0</b>	<b>1.13</b>

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACIÓN:** Se aprecian que la concavidad se produce en la cara inferior siendo el máximo valor de 1.13 mm, mientras tanto que en la cara superior no muestra variación alguna.

#### 4.1.3. Prueba de absorción:

Conformado por 5 unidades de Ladrillos Ecológicos, que fueron saturados de agua por 24 horas.



Figura n.º 24 Especímenes saturados

Fuente: Autor

Tabla n.º 7 Datos de Absorción

ESPECIMEN	PESO (kg)		ABSORCIÓN (%)
	PESO SECO	PESO SATURADO	
1	3.586	4.234	18.07
2	3.934	4.498	14.34
3	3.716	4.334	16.63
4	3.888	4.326	11.27
5	3.869	4.485	15.92
<b>PROMEDIO %</b>			<b>15.24</b>

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACIÓN:** En la Tabla n.º 8, se aprecia que el valor promedio de absorción es de 15.24%.



#### 4.1.4. Prueba de densidad:

Conformado por 5 unidades de Ladrillos Ecológicos.



Figura n.º 25 Densidad del Ladrillo

Fuente: Autor

Tabla n.º 8 Datos densidad del Ladrillo

Especimen	PESO SECO		VOLUMEN L x A x H (cc)	DENSIDAD (gr/cc)
	Kg	gr		
1	3.586	3586	2343.80	1.53
2	3.934	3934	2343.80	1.68
3	3.716	3716	2343.80	1.59
4	3.888	3888	2343.80	1.66
5	3.869	3869	2343.80	1.65
<b>PROMEDIO</b>				1.62

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACIÓN:** En la Tabla n.º 9, se aprecia que el valor promedio de la densidad del Ladrillo Ecológico Machihembrado es de 1.62 gr/cc, este informe puede variar ya que estos ladrillos no son cocidos.

#### 4.1.6. Prueba de Compresión de Unidades:

Se Tomaron 5 unidades secas de Ladrillos Ecológicos Machihembrado, que fueron retirados los embones, quedando la cara superior plana, que se acomodaba muy bien con la plancha metálica para su compresión.



Figura n.º 26 Ladrillos que serán sometidos a compresión

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 9 Datos resistencia a la compresión

Especímenes	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	25	12.48	312.00	17,256	55.31
2	25	12.49	312.25	16,574	53.08
3	25	12.49	312.25	20,632	66.08
4	25	12.51	312.75	19,075	60.99
5	25	12.4	310.00	21,937	70.76
<b>Promedio(Kg/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>61.24</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.1.7. Ensayo de Compresión Axial en Pilas(f'm)

Se Tomaron 15 unidades secas de Ladrillos Ecológicos Machihembrado, con las cuales se formaron 3 pilas para determinar la resistencia a la compresión de la albañilería (f'm), en este ensayo las unidades fueron asentadas una sobre otra sin juntas.

Sin embargo, la resistencia característica a compresión axial de las pilas (f'm) depende de la esbeltez, que es la relación que existe entre la altura y el espesor del prisma

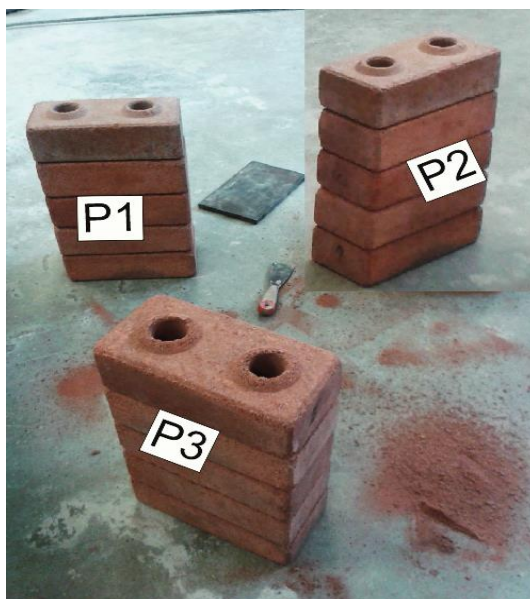


Figura n.º 27 Espécimen de pilas para compresión

Fuente: Autor

Tabla n.º 10 Dimensiones de la pila

Especímenes	Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)	Esbeltez
1	37.4	25	12.50	2.99
2	37.45	25	12.50	3.00
3	37.48	25	12.50	3.00
<b>Promedio</b>				<b>3.00</b>

Fuente: Autor

- **Coefficientes de Corrección de ( $f'_m$ ) Por Esbeltez**

La Norma E.070 Albañilería, establece que las pilas de albañilería no tendrán menos de 3 hiladas o 40 cm de altura (lo que sea mayor) y tendrán una relación altura entre espesor (esbeltez) no menor de 2 ni mayor que 5, de preferencia se debe utilizar una esbeltez igual a 5. Para corregir el valor de  $f'_m$  se debe multiplicar por un coeficiente que depende de la esbeltez del prisma.

La norma peruana SENCICO 2004 establece una esbeltez nominal igual a 5, con la finalidad de que los platos de carga del equipo de ensayo no influyan en la zona central de la albañilería restringiendo su expansión lateral.

Entonces para poder comparar los coeficientes de corrección de  $f'_m$  por esbeltez de las diferentes normas, se normalizará a una esbeltez igual a 5. A continuación se presentan los coeficientes dados por las diversas normas de albañilería.

*Tabla n.º 11 Corrección por esbeltez*

FACTORES DE CORRECCIÓN DE $f'_m$ POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: Norma E.070 Albañilería

Muestra la medición del desplazamiento vertical relativo entre cabezales, lo que incluye la deformación vertical.



Figura n.º 28 Falla de las pilas por desplazamiento vertical

Fuente: Autor

Tabla n.º 12 Datos del Ensayo de Pilas

Especímenes	Altura (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máx.(kg)	Factor	F'm (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desv. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Media (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	25	12.48	312.00	7,256	1.00	23.26	6.30	26.74	<b>20.44</b>
2	25	12.49	312.25	7,076	1.00	22.66			
3	25	12.49	312.25	10,632	1.00	34.05			

Fuente: Elaboración propia

De los valores obtenidos en la tabla n.º 13, se obtiene que la resistencia última de las pilas  $f'm$  es de 20.44 kg/cm<sup>2</sup>

$$f_m = 0.25 f'm$$

$$f_m = 0.25 \times 20.44 = 5.11 \text{ kg/cm}^2$$

#### 4.2. Procesos Constructivos con Ladrillo Ecológico Machihembrado.

##### a) Trazo y replanteo del terreno

Con la ayuda de estacas y cordeles se realizan los trazos de dimensiones según la capacidad portante del suelo.

##### b) Excavación de zanjas:

Después de los trazos y replanteos se procede a la excavación de zanja para recibir el cimiento.

##### c) Cimentación.

Se emplea cimentación corrida, en la que se colocan los aceros de refuerzo vertical con 3 apoyos de 10cm y con una mecha de 10 a 15cm amarrados con alambre negro #18 que servirá de soporte al acero refuerzo vertical, estos van cada 75 cm de distancia, dejando libre los vanos y puertas.

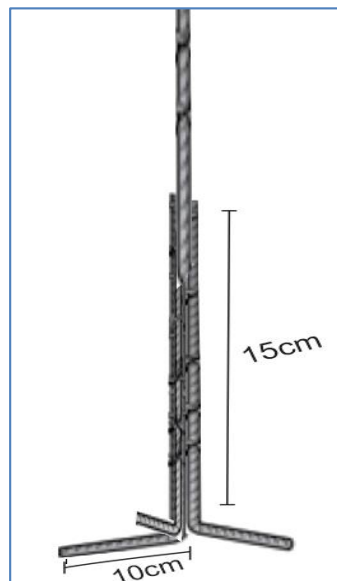


Figura n.º 29 Acero de refuerzo vertical

Fuente: Autor

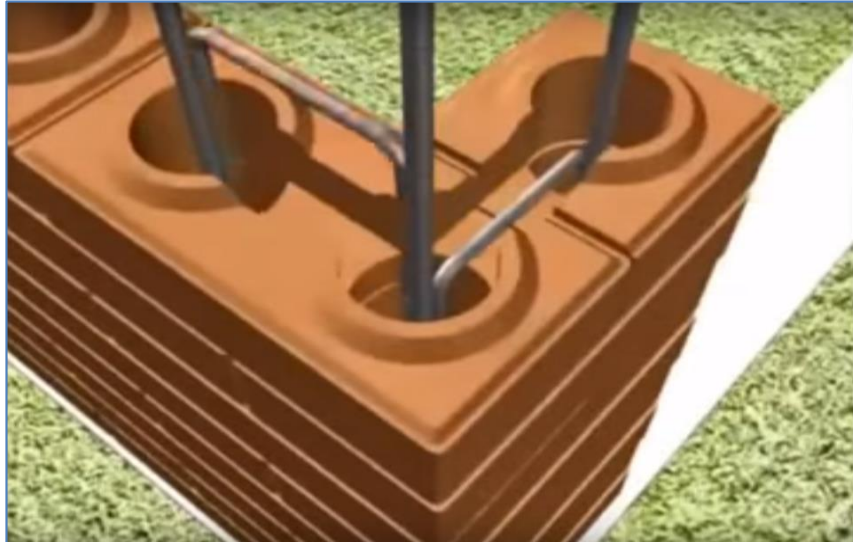
Otra manera de colocar los refuerzos verticales es colocar una camada de los ladrillos ecológicos en todo el perímetro a construir y perforar el cimiento con una broca en donde será introducido el acero de 20 a 40cm de profundidad. En ambos casos el acero de refuerzo tiene una altura de 1.20m a 1.50m



*Figura n.º 30 colocando acero de refuerzo a un suelo ya cimentado.*

*Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)*

En las esquinas se colocan 3 aceros de refuerzo, ubicados según diseño, como se aprecia en la figura n.º 31.

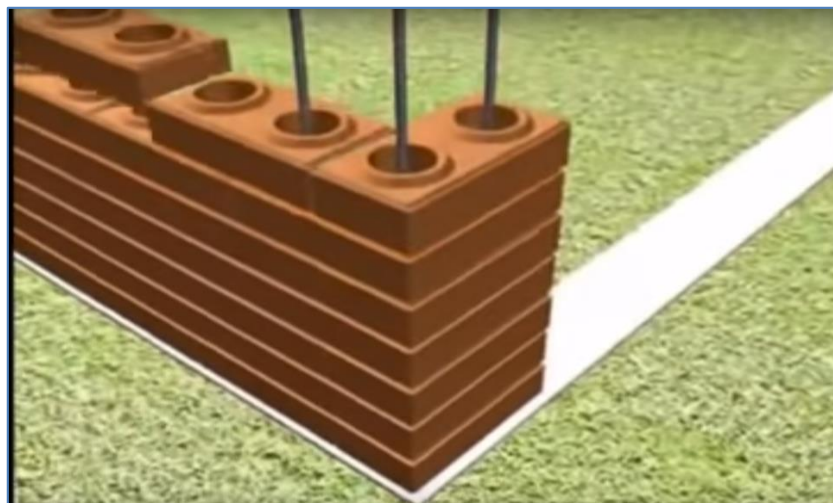


*Figura n.º 31 Acero de refuerzo vertical en esquinas*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

**d) Asentado de Ladrillos Ecológicos Machihembrado**

Con los refuerzos verticales fijados en sobre cemento, se procede a construir los muros de soga de 12.5 cm de ancho, el asentado del ladrillo es de arriba hacia abajo pasando por el acero de refuerzo vertical y se van colocando una sobre otra por su facilidad de embone, no requiere juntas verticales ni horizontales, con la ayuda de la plomada se controlan posibles inclinaciones.

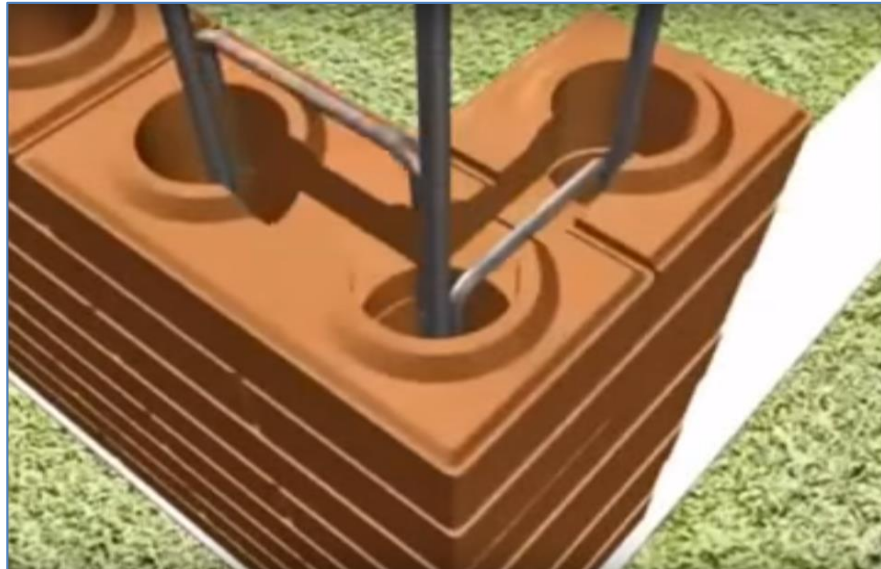


*Figura n.º 32 Muros de Ladrillos Ecológicos*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*



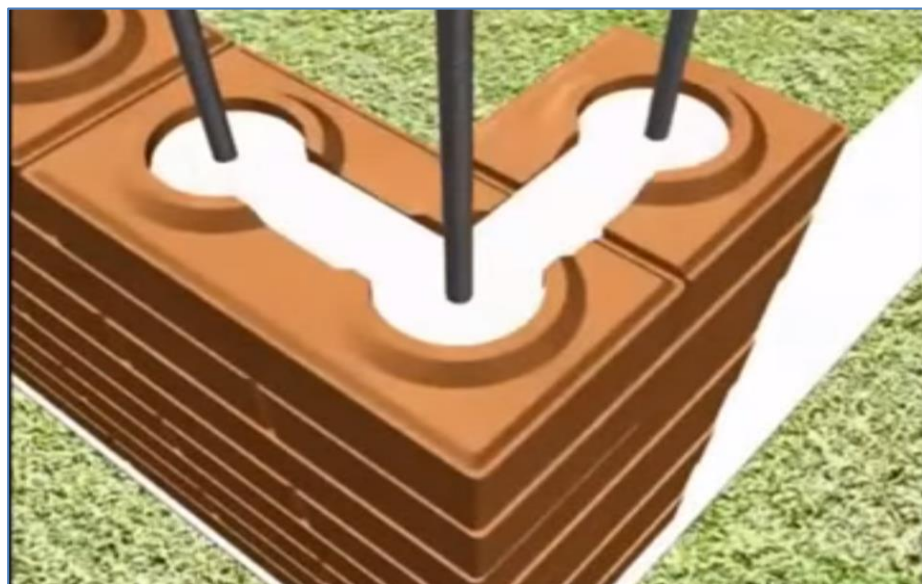
A una altura de 1m o pila de 10 unidades de es recomendable hacer un amarre en las esquinas usando ganchos con anclaje vertical de 10 a 15cm, como se muestra a continuación en la figura n° 33



*Figura n.º 33 Amarre en las esquinas*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

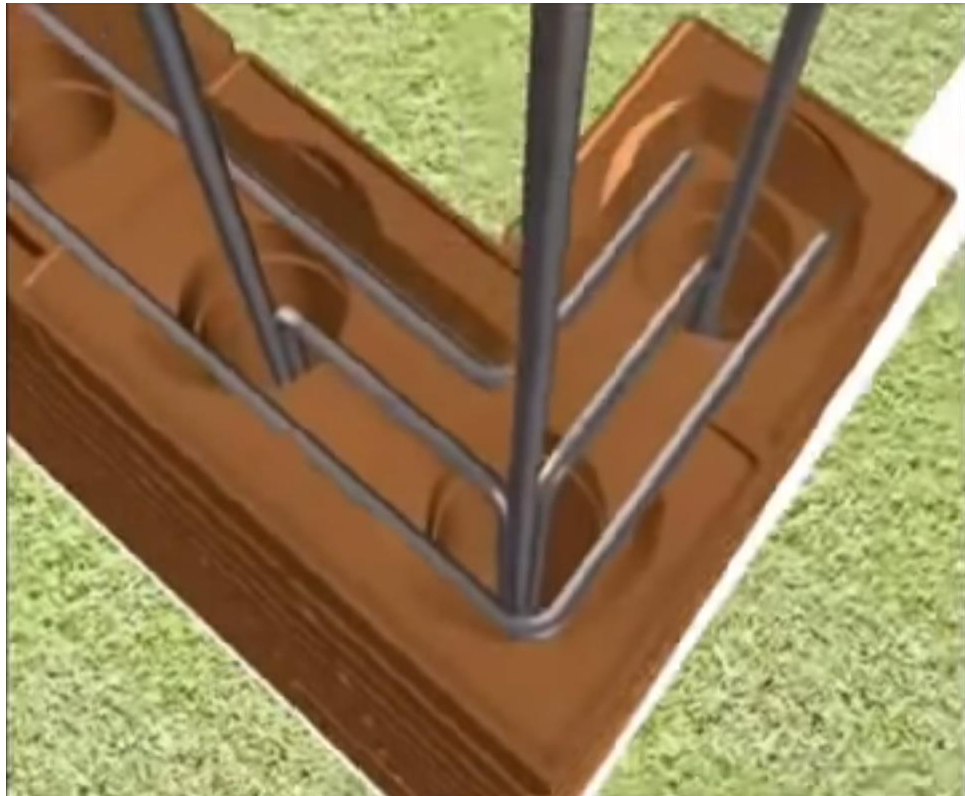
Después de realizar el amarre se procede con el llenado de concreto líquido como se observa en la figura n.º 34



*Figura n.º 34 Llenado de mortero los amarres en las esquinas*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

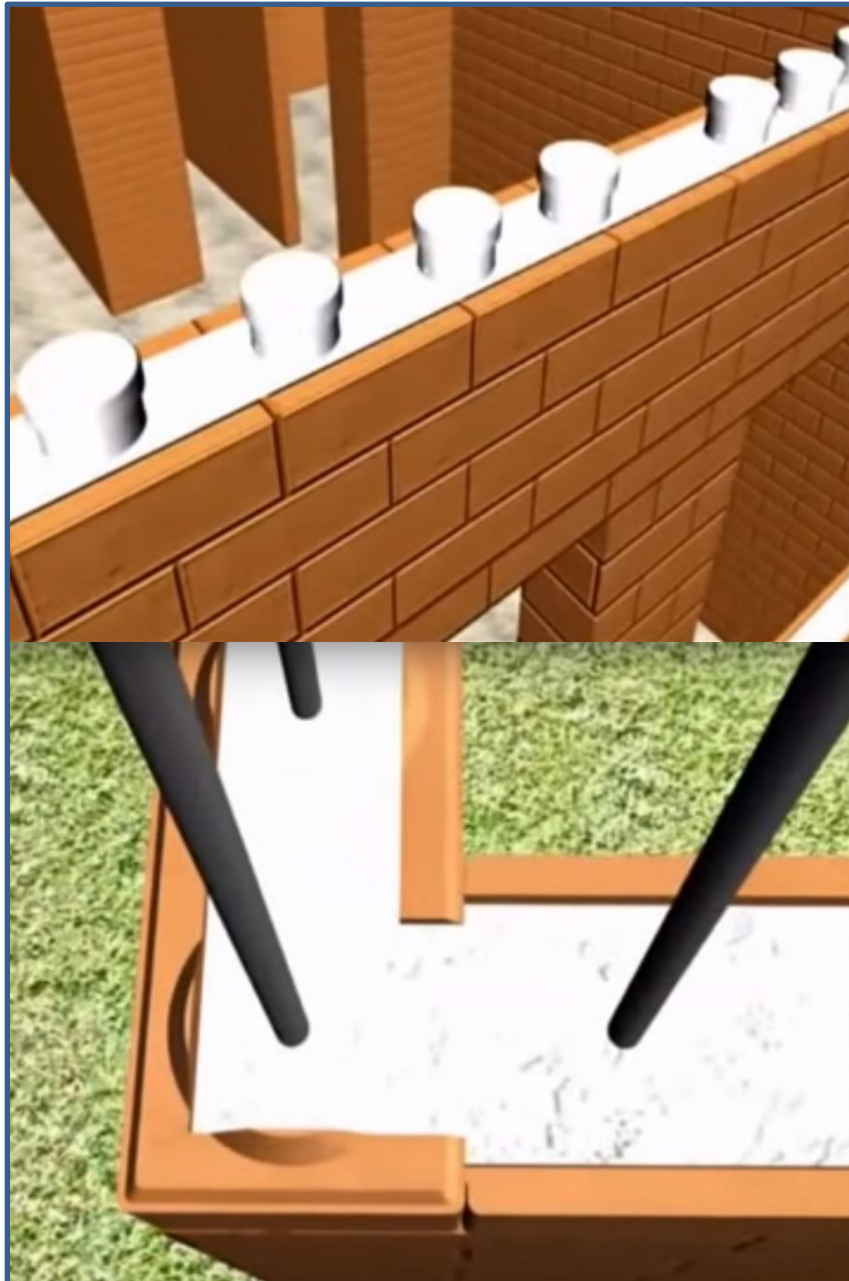
Cuando se alcance al tope del refuerzo vertical se traslapa aproximadamente 20cm y cuando se llega a la altura de la viga, los ladrillos finales son de forma canaleta que reciben con facilidad el vaciado de la viga de amarre que lleva dos refuerzos horizontales a lo largo del perímetro. Como se aprecia en la figura nº 35



*Figura n.º 35 Refuerzos horizontales y amarres esquineros*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

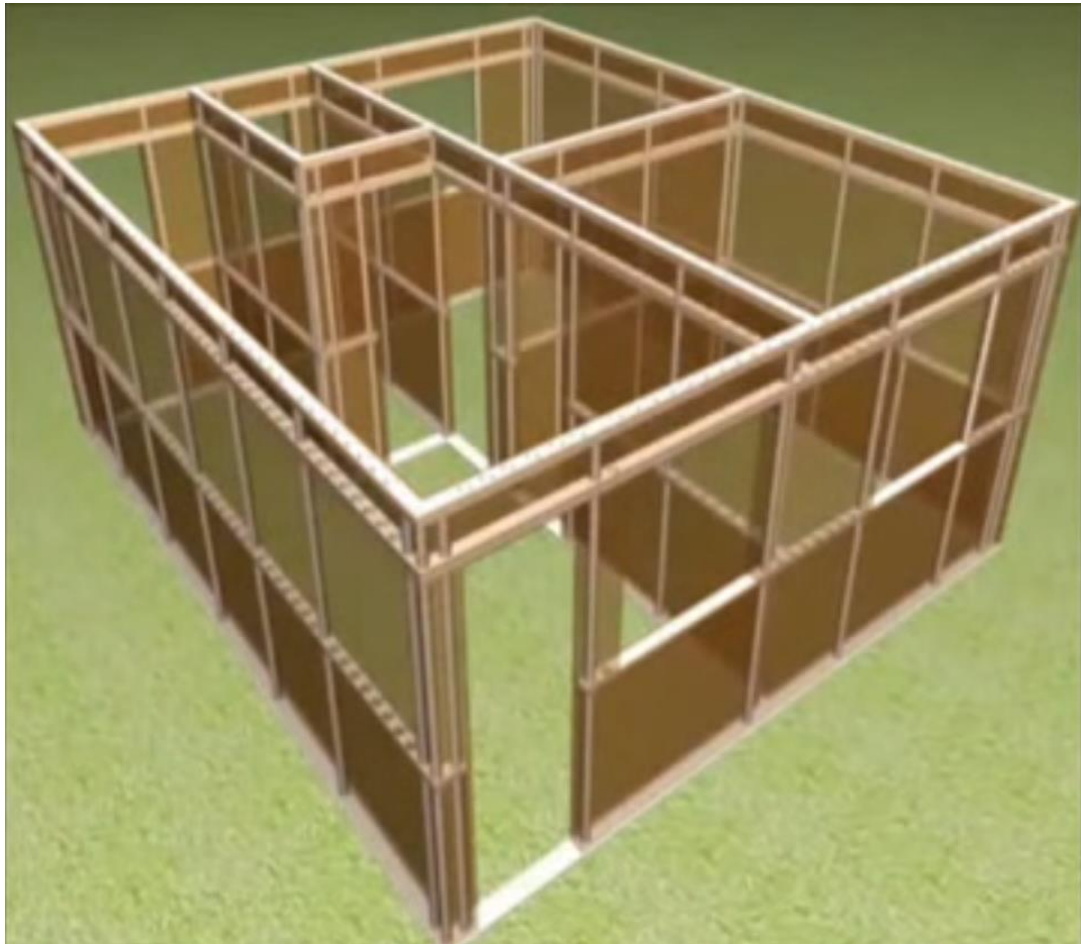
Finalmente se tapan los agujeros que no llevan refuerzo vertical y se rellena todo el muro con mortero compuesto por cemento, cal, arena gruesa.



*Figura n.º 36 Vaciado de concreto encima del muro*

*Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)*

Quedando toda la edificación con refuerzo vertical y horizontal, totalmente confinados por columnas circulares de 6cm de diámetro y vigas de 12.5cm que es el espesor del ladrillo, como se observa en la siguiente figura.

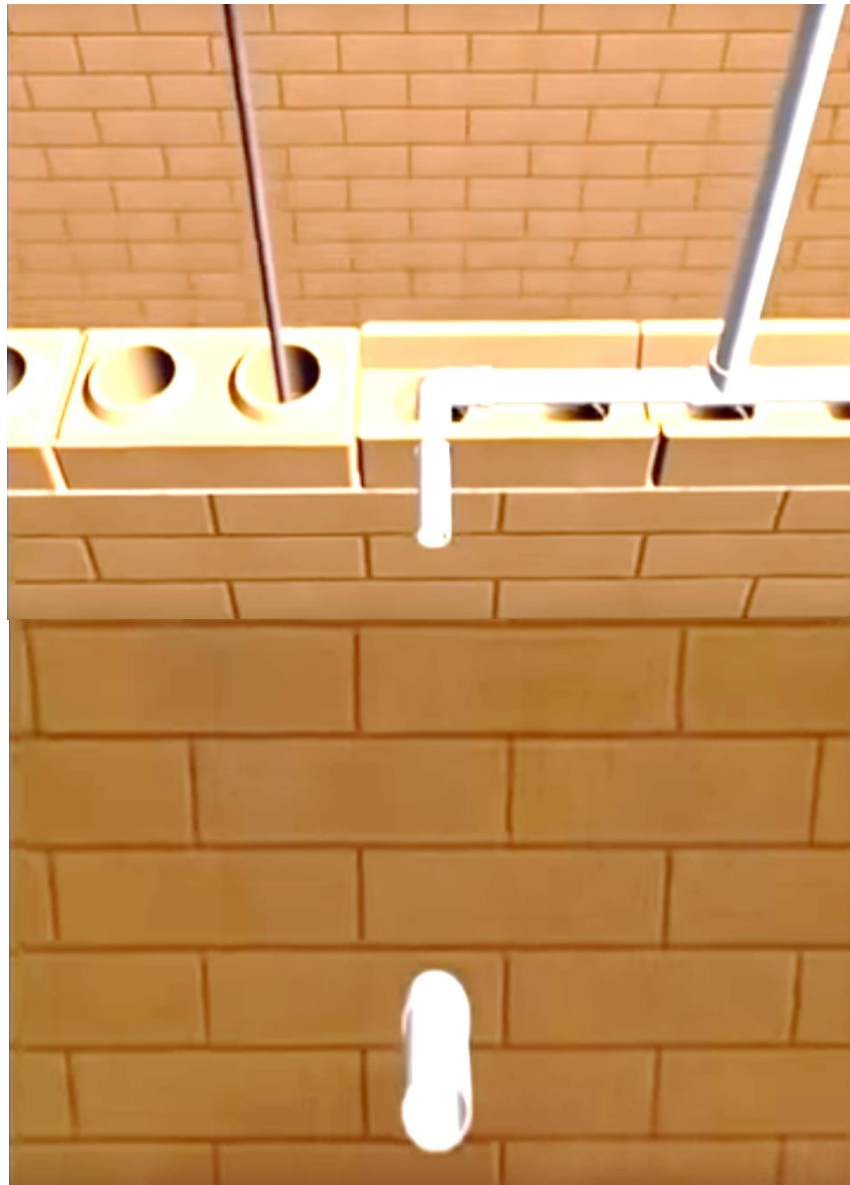


*Figura n.º 37 Confinamiento de muros*

*Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)*

**e) Instalaciones eléctricas y sanitarias**

Permite el paso de instalaciones sanitarias y eléctricas, en el sentido vertical por los huecos verticales y para el sentido horizontal se realiza a través del ladrillo canaleta, como se aprecia en la figura.



*Facilita Instalaciones Sanitarias y Eléctricas*

*Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)*

**f) Impermeabilización de la construcción**

Una vez terminada la construcción el muro, se procede con la impermeabilización de toda la vivienda, que consiste en suministrar lechada compuesto por cemento, arena y tierra utilizada en la fabricación de ladrillo. Proporción de mezcla 01 parte de cemento, 03 partes de material propio (tierra arcillosa) más la cantidad de agua deseada.



*Figura n.º 39 Impermeabilización de muros*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

**g) Revoques o enlucidos**

Para los enlucidos queda como opción y gusto en el acabado, pudiendo emplearse al yeso que tiene muy buena adherencia con el ladrillo ecológico proporcionando una gran ventaja en costo.



*Figura n.º 40 Enlucidos de muros con yeso*

*Fuente: ecomaquinas.com.br*

#### 4.3. Costo de construcción con Ladrillos Ecológicos Machihembrado.

Para poder realizar el análisis de precios unitarios, es necesario conocer los materiales que se van utilizar.

##### 4.3.6. Mano de Obra

Un parámetro difícil de determinar, por la que siempre están sujetas al lugar, edad de los operarios, eficacia de los materiales.

##### a) Rendimiento en Aparejo

**Partida:** muro de Ladrillo Ecológico Machihembrado

**Colocación:** aparejo a sogá

**Especificaciones:** 25cm x 12.5cm x 7.5cm.

**Refuerzo Vertical:** acero de ½” con mezcla 1: 1/4: 5 Cemento - Cal - Arena.

**Cuadrilla:** 01 operario + 0.25 de peón.

**Rendimiento:** 10.00 m<sup>2</sup>/día (8hrs), obtenidos por medio de observación directa y por medio de entrevista a operarios de construcción certificados ver anexos nº 1, 2 y 16.

**Partida:** muro de Ladrillo King Kong 18 huecos

**Colocación:** aparejo a sogá

**Especificaciones:** 24cm x 13cm x 9cm,

**Espesor de junta** 1.5 cm

**Proporción de mezcla:** 1: 5 Cemento - Arena.

**Cuadrilla:** 01 operario + 0.5 de peón

**Rendimiento:** 7.5 m<sup>2</sup>/día (8hrs), obtenido por medio tablas fuente CAPECO y consultas a operarios.

**b) Rendimiento en Tarrajeo**

**Partida:** Tarrajeo de muros primarios

**Especificaciones:** 1.5cm de espesor

**Proporción de mezcla:** 1: 5 Cemento – Arena, fuente CAPECO

**Cuadrilla:** 01 operario + 0.5 de peón

**Rendimiento:** 16 m<sup>2</sup>/ día (8hrs), obtenido por medio tablas fuente CAPECO y consultas a operarios.

**c) Rendimiento enlucidos con yeso**

**Partida:** Enlucidos con yeso

**Especificaciones:** 0.5cm de espesor

**Cuadrilla:** 01 operario + 0.5 de peón

**Rendimiento:** 20.00 m<sup>2</sup>/día (8hrs), obtenido por medio de observación directa y experiencia personal es usual realizar enlucidos con yeso en el distrito de Huacrachuco, también se realizó entrevista a operarios de construcción certificados ver anexos n° 1 y 2.

**4.3.7. Materiales**

**Datos:**

Diámetro = 6 cm

Radio = 3 cm

Altura = 1 m

**Volumen del cilindro Refuerzo vertical**

$$V_c = \pi \times r^2 \times h$$

$$V_c = 3.1416 \times (0.03)^2 \times 1$$

$$V_c = 0.0028 \text{ m}^3$$



### 1. Cálculo de Materiales para asentado de L.E.M:

La dosificación del concreto líquido para el refuerzo vertical, es de la proporción **1 : ¼ : 5** una proporción de cemento y la cuarta parte de cal, cinco partes de arena gruesa, teniendo conocimiento que en un 1m<sup>3</sup> de mortero, se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m<sup>3</sup> de arena y 0.268 m<sup>3</sup> de agua. Fuente CAPECO.

**Cemento:**

$$0.0028 \times 7.4 = 0.0207 \text{ bls.}$$

**Arena gruesa:**

$$0.0028 \times 1.05 = 0.0029 \text{ m}^3$$

**Agua:**

$$0.0028 \times 0.268 = 0.00075 \text{ m}^3 \text{ (0.7504 Lts)}$$

**Cal:**

$$0.0028 \times 1.875 = 0.0053 \text{ bls.}$$

**Acero ½":**

$$1\text{m} \times 0.994 = 0.994 \text{ kg}$$

### 2. Cálculo de Materiales para asentado kk 18 huecos

En m<sup>3</sup> por m<sup>2</sup> se determina por la siguiente expresión

$$V_{mo} = V_{mu} - NL (VL)$$

**Donde:**

$V_{mo}$  = volumen de mortero

$V_{mu}$  = volumen de muro

NL= n° de ladrillo

VL=volumen de ladrillo

$$V_{mo} = (1 \times 1 \times 0.13) - 40 (0.13 \times 0.09 \times 0.24)$$

$$V_{mo} = 0.13 - 0.11232$$

$$V_{mo} = 0.018 \text{ m}^3$$

Se usará la proporción **1 : 5** una proporción de cemento por cinco partes de arena gruesa, teniendo conocimiento que en un 1m<sup>3</sup> de mortero, se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m<sup>3</sup> de arena y 0.268 m<sup>3</sup> de agua. Fuente CAPECO.

**Cemento:**

$$0.018 \times 7.4 = 0.1332 \text{ bls.}$$

**Arena:**

$$0.018 \times 1.05 = 0.0189 \text{ m}^3$$

**Agua:**

$$0.018 \times 268 = 0.0048 \text{ m}^3 \text{ (4.824 Lts.)}$$

**3. Cálculo de Materiales para tarrajeo e=1.5cm**

$$V_{mo} = (1 \times 1 \times 0.015)$$

**V<sub>mo</sub> = 0.015 m<sup>3</sup>**

Se usará la proporción **1 : 5** una proporción de cemento por cinco partes de arena fina, teniendo conocimiento que en un 1m<sup>3</sup> de mortero, se emplea 7.4 bolsas de cemento, 1.05 m<sup>3</sup> de arena y 0.268 m<sup>3</sup> de agua. Fuente CAPECO.

**Cemento:**

$$0.015 \times 7.4 = 0.111 \text{ bls.}$$

**Arena:**

$$0.015 \times 1.05 = 0.0157 \text{ m}^3$$

**Agua:**

$$0.015 \times 0.268 = 0.0040 \text{ m}^3 \text{ (4.02 Lts.)}$$

**No se considera porcentaje de desperdicio**

#### 4. Cálculo de Materiales para enlucido con yeso e= 0.5cm

Densidad de Yeso= 2300 kg/m<sup>3</sup>

Densidad de agua= 1000 kg/m<sup>3</sup>

Yeso 1 p3 = 40 kg

$$\text{Yeso} = \frac{40\text{kg} \times 0.85}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.0174 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = \frac{40 \text{ kg}}{2300 \text{ kg/m}^3} = 0.0340 \text{ m}^3$$

$$0.0514 \text{ m}^3$$

Aire incorporado 1% = 0.0005 m<sup>3</sup>

Total = 0.0519 m<sup>3</sup>

#### Cantidad de Materiales

$$\text{Yeso (bolsa)} = \frac{1}{0.0519} = 19.27 \text{ bls.}$$

$$\text{Agua (Lts)} = (40 \times 19.27) \times 0.85 = 655.18 \text{ Lts. (0.655 m}^3)$$

$$V_m = (1 \times 1 \times 0.005)$$

$$V_{m0} = 0.005 \text{ m}^3$$

$$\text{Yeso: } 0.005 \times 19.27 = 0.0963 \text{ bls.}$$

$$\text{Agua: } 0.005 \times 0.6552 = 0.0033 \text{ m}^3 \text{ (3.30 Lts.)}$$

**No se considera porcentaje de desperdicio**

## 5. Cálculo de Ladrillo Ecológico Machihembrado por m<sup>2</sup>

$$CL = \frac{1}{(L + J_h) \times (H + J_v)}$$

$CL$  = cantidad de ladrillos por m<sup>2</sup>  
 $L$  = longitud de ladrillo (m)  
 $J_h$  = espesor junta horizontal (m)  
 $H$  = altura del ladrillo (m)  
 $J_v$  = espesor junta vertical (m)

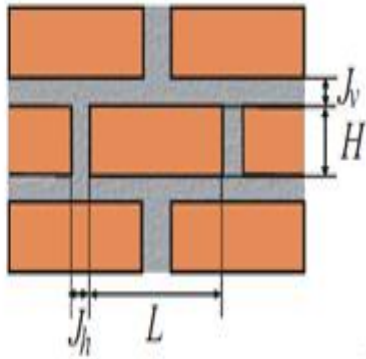


Figura n.º 38 Cantidad de Ladrillos por m<sup>2</sup>

Fuente: <https://civilgeeks.com/Figura>

- Ladrillo Ecológico Machihembrado (25cm x 12.5cm x 7.5cm)
- Espesor de junta de mortero de 0cm

$$NL = \frac{1}{((0.24+0) \times (0.075+0))}$$

**NL = 53.33** unidades Unid/m<sup>2</sup>, considerando un desperdicio de **3%** obtenemos **54.93** ladrillos que se redondeará a **55** unidades en un metro cuadrado aparejo a soga sin juntas.

Otros materiales para el proceso constructivo con Ladrillos Ecológicos Machihembrados Andamios (Caballetes, tablonos, clavos) para facilitar el asentado de Ladrillos y trabajos de enlucidos, el costo se estima en forma global.

#### 4.3.8. Porcentaje de desperdicios

Los procesos constructivos con Ladrillos Ecológicos Machihembrado no generan desperdicios considerables como en el caso de construcciones con ladrillos tradicionales en la que se estima los siguientes desperdicios:

- Morteros 10%
- Ladrillos 5%
- Acero de ½" 5%

Fuente: Tabla de Porcentaje de desperdicios (CAPECO, COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACIÓN, 2003)

#### 4.3.9. Herramientas

Para los procesos constructivos con Ladrillos Ecológicos Machihembrados se excluyen algunas herramientas manuales, para los costos se considera el 3% de la mano de obra porcentaje utilizado con frecuencia en costos y presupuestos.

#### 4.3.10. Análisis de Precios Unitarios

El precio unitario es la remuneración que debe cubrirse al contratista por las partidas ejecutadas conforme al proyecto y especificaciones de construcción asimismo permite determinar la fuerza de trabajo y de los equipos que intervienen en cada concepto, así como el costo de los insumos de acuerdo a cada región económica, del mismo modo, el conocimiento del marco normativo vigente, para establecer los criterios que deben considerarse en los análisis de precios unitarios.

Tabla n.º 13 A.P.U. en 1m2 muro de Ladrillo Ecológico Machihembrado

S10							Página : 1
<b>Análisis de Precios Unitarios</b>							
Presupuesto	<b>0102004 VIVIENDAS DE BAJO COSTO</b>					Fecha presupuesto	<b>20/08/2017</b>
<b>Partida: MURO DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHICHEMBRADO APAREJO DE SOGA (7.5 x 12.5 x 25 cm) Refuerzo Vertical (1:1/4: 5)</b>							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 10.0000</b>	<b>EQ. 10.0000</b>	Costo unitario directo por m2:		<b>51.05</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	20.10	16.08	
0101010005	PEON	hh	0.2500	0.2000	14.85	2.97	
						<b>19.05</b>	
<b>Materiales</b>							
02040300010002	ACERO CORRUG. fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60 DE 1/2" X 9 m	kg		0.9940	3.07	3.05	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0029	50.00	0.15	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0075	5.00	0.04	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0210	28.00	0.59	
02130200020004	CAL HIDRATADA BOLSA 30 kg	bol		0.0053	18.00	0.10	
0216010017	LADRILLO ECOLOGICO MACHICHEMBRADO CARAVISTA (7.5 x 12.5 x 25 cm)	mll		0.0550	500.00	27.50	
						<b>31.43</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.05	0.57	
						<b>0.57</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### Comentario:

- Los precios de los materiales son obtenidos por medio de cotización a ferreterías en el distrito de Huacrachuco, (ver anexo n.º 13, 14, 15 Cuadro de cotizaciones)
- Proporciones, fuentes de la información y rendimiento (ver Pág. 71) costos de mano obra (ver anexo n.º. 17 y 18)
- Los precios no incluyen IGV, por estar exonerados, acogidos al beneficio Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía LEY N° 27037.

Tabla n.º 14 A.P.U. Muro de Ladrillo King Kong 18 huecos

S10							Página: 1
<b>Análisis de Precios Unitarios</b>							
Presupuesto	<b>0102004 VIVIENDAS DE BAJO COSTO</b>				Fecha presupuesto: <b>20/08/2017</b>		
<b>Partida: MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18 H (0.09 x 0.13 x 0.24) AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:5</b>							
Rendimiento:	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 7.5000</b>	<b>EQ. 7.5000</b>	Costo unitario directo por: <b>m2</b>		<b>74.57</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0667	20.10	21.44	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.5333	14.85	7.92	
							<b>29.36</b>
<b>Materiales</b>							
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0189	50.00	0.95	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0048	5.00	0.02	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1332	28.00	3.73	
02160100010001	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm	mll		0.0400	950.00	38.00	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.2721	6.00	1.63	
							<b>44.33</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.36	0.88	
							<b>0.88</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Comentario:

- Los precios de los materiales son obtenidos por medio de cotización a ferreterías en el distrito de Huacrachuco, (ver anexo n.º 13, 14, 15 Cuadro de cotizaciones)
- Proporciones, fuentes de la información y rendimiento (ver Pág. 72) costos de mano obra (ver anexo n.º. 17 y 18)
- Los precios no incluyen IGV, por estar exonerados, acogidos al beneficio Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía LEY N° 27037.

Tabla n.º 15 Análisis de costo en 1m2 de tarrajeo de interiores muro de Ladrillo King Kong

S10						Página:	1
<b>Análisis de Precios Unitarios</b>							
Presupuesto	VIVIENDAS DE BAJO COSTO			Fecha presupuesto	20/08/2017		
Partida: <b>TARRAJEO MUROS PRIMARIO</b>							
Rendimiento m2/DIA	MO. 16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por: m2			<b>20.55</b>	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	20.10	10.05	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2500	14.85	3.71	
<b>13.76</b>							
<b>Materiales</b>							
0207020001	ARENA FINA	m3		0.0157	65.00	1.02	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0040	5.00	0.02	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1110	28.00	3.11	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.4340	6.00	2.60	
<b>6.75</b>							
<b>Equipos</b>							
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und		0.0020	19.00	0.04	
<b>0.04</b>							

Fuente: Elaboración propia

#### Comentario:

- Los precios de los materiales son obtenidos por medio de cotización a ferreterías en el distrito de Huacrachuco, (ver anexo n.º 13, 14, 15 Cuadro de cotizaciones)
- Proporciones, fuentes de la información y rendimiento (ver Pág. 73) costos de mano obra (ver anexo n.º. 17 y 18)
- Los precios no incluyen IGV, por estar exonerados, acogidos al beneficio Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía LEY N° 27037.



Tabla n.º 16 Análisis de Costo en 1m2 de enlucido con yeso - Muro de Ladrillo Ecológico Machihembrado

S10							Página: 1
<b>Análisis de Precios Unitarios</b>							
Presupuesto	: VIVIENDAS DE BAJO COSTO			Fecha presupuesto:	20/08/2017		
<hr/>							
Partida: ENLUCIDO CON YESO e: 0.5cm							
Rendimiento m2/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por: m2			12.80	
<hr/>							
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	20.10	8.04	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.2000	14.85	2.97	
						<b>11.01</b>	
<b>Materiales</b>							
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0033	5.00	0.02	
02130200020005	YESO BOLSA 14 kg	bol		0.0963	15.00	1.44	
						<b>1.46</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.02	0.33	
						<b>0.33</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### Comentario:

- Los precios de los materiales son obtenidos por medio de cotización a ferreterías en el distrito de Huacrachuco, (ver anexo n.º 13, 14, 15 Cuadro de cotizaciones)
- Proporciones, fuentes de la información y rendimiento (ver Pág. 74) costos de mano obra (ver anexo n.º. 17 y 18)
- Los precios no incluyen IGV, por estar exonerados, acogidos al beneficio Ley de Promoción de la Inversión en la Amazonía LEY N° 27037.

### 4.3.11. Comparación de Costos Unitarios

Tabla n.º 17 Cantidad de Materiales en Muro de Ladrillo

LADRILLO ECOLOGICO MACHIHEMRADO (25x7.5x12.5)	LADRILLO CONVENCIONAL (24x13x9)
	
<p>Los muros son apiladas una sobre otras sin juntas; llevando un acero vertical de refuerzo relleno de mortero con una proporción (1:1/4:5) cemento – cal- arena, siendo un ahorro en cemento, arena a un costo por m2 <b>S/. 51.05</b></p>	<p>Los muros llevan juntas verticales y horizontales que varían de 1cm a 1.5cm, requiriendo mayor consumo de cemento y arena llegando a un costo de por m2 <b>S/. 74.57</b></p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 18 Conformación de Pilares en las Esquinas

LADRILLO ECOLOGICO MACHIHEMRADO (25x7.5x12.5)	LADRILLO CONVENCIONAL (24x13x9)
	
<p>En las esquinas lleva 3 aceros corrugados de 1/2" y 2 ganchos que actúan como amarre, llenados de mortero, en el propio ladrillo dejando de usar maderas, alambres de amarre para encofrar.</p>	<p>Concreto para rellenar los pilares de las esquinas, acero para los pilares y estribos, se emplea tablas para encofrar 15cm, clavos alambres para amarres, andamios para encofrar, esto es evidente mayor costo y tiempo.</p>


Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 19 Cantidad de Materiales en Muro de Ladrillo

LADRILLO ECOLOGICO MACHIHEMRADO (25x7.5x12.5)	LADRILLO CONVENCIONAL (24x13x9)
	
<p>Concreto para vigas</p> <p>Concreto para ventanas</p> <p>Acero de 3/8" para refuerzo horizontal.</p> <p>Se reduce los costos de encofrado y desencofrado de dinteles,</p>	<p>Concreto para vigas</p> <p>Concreto para ventanas</p> <p>Aceros para vigas</p> <p>Encofrado de ventanas y vigas</p> <p>Desencofrado de ventanas y vigas</p> <p>Estribos</p> <p>Alambre para amarre</p> <p>Todo esto conlleva a un costo mayor.</p>

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla n.º 20 Cantidad de Materiales en Muro de Ladrillo*

<b>LADRILLO ECOLOGICO MACHIHEMRADO (25x7.5x12.5)</b>	<b>LADRILLO CONVENCIONAL (24x13x9)</b>
	
<p>En su mayoría los muros quedan de una estética aceptable que no requiere tarrajeo, en caso que se opte por un muro liso se reviste de yeso a un espesor de 0.5 a 1cm con plancha en este caso e: 0.5cm a un costo de <b>S/. 12.80</b> siendo un ahorro de materiales.</p>	<p>Tarrajeo espesor de 1.5cm incluido mano de obra</p> <p>Cemento</p> <p>Arena</p> <p>Andamios y herramientas manuales</p> <p><b>S./ 20.55</b></p>

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla n.º 21 Cantidad de Materiales en Muro de Ladrillo*

<b>LADRILLO ECOLOGICO MACHIHEMRADO (25x7.5x12.5)</b>	<b>LADRILLO CONVENCIONAL (24x13x9)</b>
	
<p>En este caso los muros exteriores son impermeabilizados que darán una estética aceptable y duradera.</p>	<p>Es indispensable el tarrajeo para dar un buen acabado, posteriormente emplear base, sellador y pintura que incrementan el costo en mano de obra y materiales.</p>

*Fuente: Elaboración Propia*

## **CAPÍTULO 5. IMPACTO AMBIENTAL**

El artículo 24 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, señala que toda actividad humana que implique construcciones, obras, servicios y otras actividades, así como las políticas, planes y programas públicos susceptibles de causar impactos ambientales de carácter significativo, está sujeta de acuerdo a Ley, al Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - SEIA, el cual es administrado por la Autoridad Ambiental Nacional.

### **5.1. Enfoque**

Las construcciones de viviendas económicas con Ladrillos Ecológicos Machihembrado, modifica el medio y en consecuencia las condiciones socio-económicas, culturales y ecológicas del ámbito donde se ejecuten; y es allí cuando surge la necesidad de una evaluación bajo un enfoque global ambiental. Muchas veces esta modificación es positiva para los objetivos sociales y económicos que se tratan de alcanzar, pero en muchas otras ocasiones la falta de un debido planeamiento en su ubicación, fase de construcción y etapa de operación puede conducir a serios desajustes debido a la alteración del medio.

### **5.2. Objetivos y Alcances**

El propósito de este acápite, es realizar el análisis de las implicancias ambientales del Proyecto “EVALUACIÓN DEL LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMBRADO EN RESISENCIA, COSTO Y RENDIMIENTO PARA SU APLICACIÓN EN VIVIENDAS ECONÓMICAS, HUACRACHUCO 2017” a continuación se resumen los principales impactos ambientales que se podrían generar con la construcción y operación de este proyecto y en el cuadro se resumen las principales medidas de mitigación.

- Impactos en el Medio Físico:
  - Suelo
  - Agua
  - Aire

- Impactos en el Medio Biológico:
  - Vegetación
  - Fauna Terrestre
  - Fauna Acuática
  - Impactos Socio económicos

### 5.3. Descripción de impactos positivos

- La producción de Ladrillos Ecológica Machihembrado no provoca la degradación del medio ambiente, no destruye manantiales con la eliminación de la arcilla, el proceso de esbeltez del Ladrillo Ecológico Machihembrado se obtiene a través del curado con agua, es decir por humedecimiento, la misma que devuelve a la naturaleza toda el agua utilizada, dejándose de usar hornos para la cocción de ladrillos a través de quema de bosques, llantas y otros materiales que emiten toneladas de gases tóxicos que se envían de forma indiscriminada en el aire, causando enfermedades respiratorias y contribuyendo al aumento del calentamiento global.
- Las construcciones con Ladrillos Ecológicos Machihembrado son más eficientes, permiten la reducción de los impactos ambientales, ya que también puede ser producido utilizando residuos de la construcción.
- En los procesos constructivos, se emplea poco materiales que significan un ahorro y menor contaminación
- No emite gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera, en los procesos de fabricación.
- Contribuye al aumento de los ingresos y el empleo en zonas rurales siendo muy positivo para que familias de bajos recursos especialmente los sectores de C y D, tengan viviendas de calidad y a bajos costos.
- En los procesos constructivos se nota un gran avance teniendo como resultado casas hermosas y económicas.



- Construyendo con Ladrillos Ecológicos Machihembrados, se evita la contaminación ambiental, el cual sería una alternativa como un producto ecológico para la industria de la construcción.
- La ejecución de las obras con Ladrillo Ecológico Machihembrado, traerá consigo oportunidades de trabajo a la población aledaña, mano de obra calificada o no calificada (peones, ayudantes, operarios y profesionales, etc).
- Otro impacto positivo es el mejoramiento de la calidad de vida de los sectores C y D, y zonas rurales quienes serían beneficiados, ya que las construcciones con Ladrillo Ecológicos estarán bajo un criterio técnico y construcciones de calidad.
- Asimismo, otro impacto positivo es la disminución del déficit de viviendas que adolece nuestro país, teniendo en cuenta que con la implementación de Ladrillos Ecológicos, estaremos poniendo al alcance de más familias.
- Finalmente, puede mencionarse el impacto del surgimiento de una predisposición conservacionista y ecologista en los agricultores al identificarse con las obras que le otorgan seguridad, asumiendo con cuidado su mantenimiento, así como el interés de un mejor manejo y gestión en uso de la infraestructura productiva y sus recursos.

#### **5.4. Descripción de impactos negativos**

- Los principales impactos negativos que se pueden generar en la construcción de viviendas con los Ladrillos Ecológicos Machihembrados, sería una contaminación mínima del consumo de energía que requiere la máquina prensa hidráulica para la conformación de Ladrillos Ecológicos.
- El deterioro de la capa de rodadura de los caminos de acceso a la cantera para la extracción de materiales que podría dificultar el tránsito peatonal y vehicular, y contamina el medio ambiente.

- Otro impacto negativo es la destrucción de la flora existente en las terrazas, para la obtención de materia prima.

### 5.5. Matriz de evaluación de impactos

Para identificar los probables impactos ambientales que se generen con la ejecución del proyecto, se presenta la Matriz de interacciones de Leopold, determinándose que los impactos positivos (18.55%) son mayores que los impactos negativos (6.79%), y los impactos nulos son mayores (74.66%), lo que significa que la mayoría de actividades no afectará a los componentes del medio ambiente.

Figura n.º 39 Matriz de interacciones de Leopold

Fuente: Elaboración propia

ACTIVIDADES EN EL PROYECTO	COMPONENTES DEL MEDIO AFECTADO																	
	Físico Químicas						Biológicas						Socio-Econ y Cultural					
	A		B			C	D			E		F						
	Suelo		Agua			Aire	Flora			Fauna								
	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	1	2	3	4	5	6
<b>OBRAS PROVISIONALES</b>																		
Instalación cerco perimétrico	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1	-1	3	1	3	2	1	0
Camino de acceso	-1	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-2	-2	-2	3	2	2	3	2	0
Ubicación de canteras	-3	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-1	-2	-3	-3	2	1	3	2	1	1
Limpieza y destroce	-1	1	-1	-1	1	-2	-1	-3	-3	-3	-3	-3	3	3	3	3	2	0
Traslado de maquinaria	-1	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	0	1	0
<b>DURANTE LA CONSTRUCCIÓN</b>																		
Preparación de material en cantera	-2	-2	0	-2	-1	-2	-3	-1	-1	-1	-1	-1	3	3	3	1	1	0
Transporte de material	-1	-1	-2	-1	-1	-3	-2	-1	-1	-1	-1	-1	3	2	2	1	2	0
Disposición del material	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	3	3	2	1	1	0
Movimiento de tierra	-3	-2	-1	-1	-2	-3	-2	-1	-1	-1	-1	-1	3	3	1	1	3	2



<p><b>E) FAUNA CALIFICATIVA</b></p> <p>1.- FAUNA SILVESTRE POSITIVO (*)</p> <p>2.- AVES NEGATIVO (-)</p>		
<p><b>F) SOCIOECONOMICO Y CULTURAL</b></p> <p>1.- GRUPOS PERJUDICADOS O BENEFICIADOS</p> <p>2.- USUARIOS DEL AGUA</p> <p>3.- MANO DE OBRA</p> <p>4.- VIALIDAD Y TRANSPORTE</p> <p>5.- AREAS PROTEGIDAS Y/O DE VALOR ECOLOGICO O ECONOMICO</p> <p>6.- AREAS DE INTERES ARQUEOLOGICO</p>		

### 5.6. Medidas de mitigación

- En el presupuesto del proyecto, se ha considerado la ejecución de medidas mitigantes del impacto ambiental negativo, entre ellas:
- Se debe evitar al mínimo la tala de árboles y arbustos, y cumplir con los compromisos asumidos con los propietarios de los terrenos afectados mediante el mantenimiento de caminos de acceso.
- Para la limpieza general del campamento y almacén, se utilizará maquinaria de la obra y mano de obra no calificada, programados en las diferentes partidas, para dejar el área libre de elementos contaminantes.

**Medidas De Prevención O Mitigación Se Muestran En El Siguiete Cuadro**

<b>IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>ACTIVIDAD CAUSANTE</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN</b>	<b>LUGAR DE APLICACIÓN</b>
Alteración de la calidad del aire por la emisión de material particulado y gases	Transporte de materiales para la fabricación de ladrillos,	-Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias.	En todos los frentes de trabajo, durante la fase de obras preliminares y movimiento de tierras.
Aumento de los niveles de ruido	Transporte de materiales y la operación de la maquinaria prensa hidráulica	- Utilizar maquinaria en buen estado mecánico. -Mantenimiento preventivo de equipos y maquinarias. - Las actividades se realizarán en horario diurno	En todos los frentes de trabajo, durante el desarrollo de las actividades.
Perturbación y desplazamiento de las escasas especies (fauna)	Por el ruido que emite la máquina para la fabricación de ladrillos.	-Evitar ruidos molestos sobre todo en las noches para no disturbar a la escasa avifauna que pernocta en el lugar.	En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases.

Alteración del paisaje	En caso que se opte por instalar una cantera para la extracción de materiales para la conformación de Ladrillos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cercar el lugar de trabajo, en la medida de lo posible, mientras duren los trabajos de construcción.</li> <li>- El material excedente deberá ser dispuesto temporalmente en las áreas asignadas para este fin.</li> <li>- Evitar realizar cortes excesivos para</li> </ul>	En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases.
Riesgos a la salud de las personas.	Construcciones, movimiento de tierras, en canteras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de mascarillas y guantes por el personal que labora directamente en esta obra.</li> <li>- Control de generación de partículas.</li> <li>- Control de los niveles de ruidos.</li> </ul>	En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases.
Riesgos en la seguridad de las personas.	Durante los procesos constructivos de viviendas económicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de equipos de seguridad por el personal que trabaja directamente en la obra</li> <li>- Señalización de las zonas peligrosas.</li> <li>- Instrucciones al personal para evitar accidentes.</li> </ul>	En todas las áreas a ser disturbadas, contempladas en el proyecto, durante todas las fases.

## CAPÍTULO 6. RESULTADOS

Tabla n.º 22 Resultados de los ensayos realizados

ENSAYO	UNIDAD DE MEDIDA			CLASIFICACIÓN
DIMENSIONES PROMEDIO	Largo	25.05	cm	Norma E.070 Albañilería
	Ancho	12.49	cm	
	Altura	7.49	cm	
VARIACIÓN DIMENSIONAL	Largo	0.078	%	TIPO V
	Ancho	0.072	%	
	Altura	0.167	%	
ALABEO		1.13	mm	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	f'b	61.24	Kg/cm <sup>2</sup>	TIPO I
	f'm	20.44	Kg/cm <sup>2</sup>	
ABSORCIÓN		15.24	%	
DENSIDAD		1.62	g/cc	
TIPO DE UNIDAD		TIPO I		Norma E.070 Albañilería

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 01.**

**Resistencia a la compresión de la Unidad (f'b)**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Resistencia (f'b)	05	53.8	70.76	61.24	7.35
TOTAL					
N válido (según lista)	5				

En la tabla 01, se observa el puntaje más alto es de 70.76 puntos, el cual indica que se encuentra en una adecuado resistencia. El puntaje obtenido como el más bajo es de 53.8 puntos, el cual nos indica que sería la resistencia mínima. El nivel promedio presenta un puntaje de 61.24 en nuestra población, el cual nos indica que se encuentra en promedio aceptable.

**Tabla 02.**

**Resistencia a la compresión de Pila (f'm)**

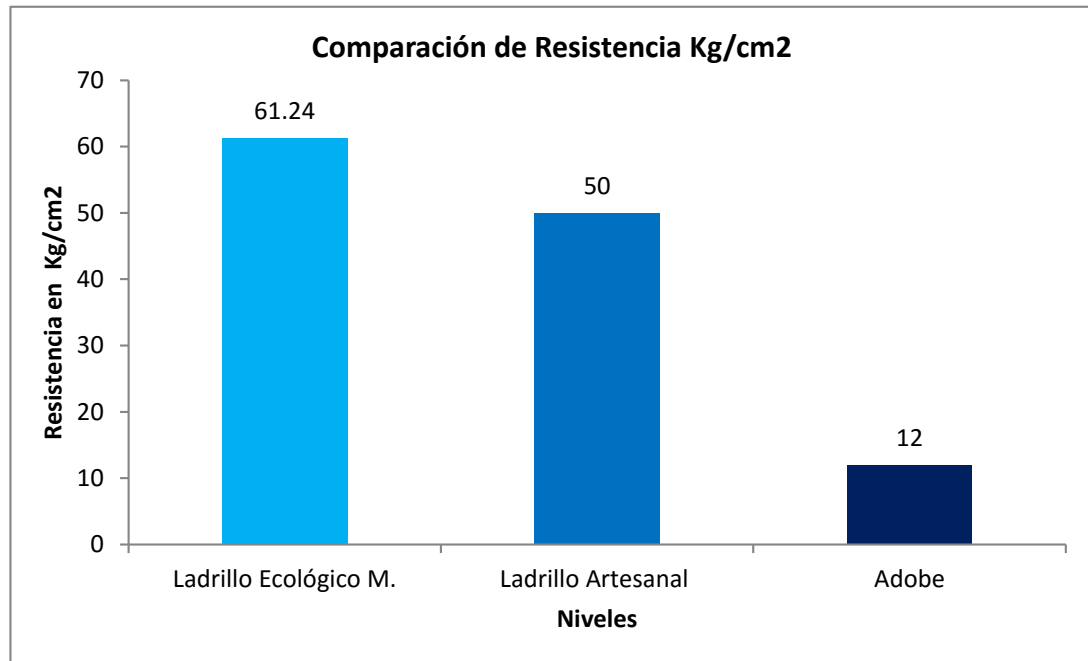
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Resistencia (f')	03	21.05	34.05	26.12	6.96
TOTAL					
N válido (según lista)	03				

En la tabla 02, se observa el puntaje más alto es de 34.05 puntos, el cual indica que se encuentra en una adecuado resistencia a corte axial. El puntaje obtenido como el más bajo es de 21.05 puntos, el cual nos indica que sería la resistencia axial mínima. El nivel promedio presenta un puntaje de **26.74** en nuestra población, el cual nos indica que se encuentra en promedio aceptable.



**Grafico 1.**

**Comparación de Resistencia unitaria (f'b)**

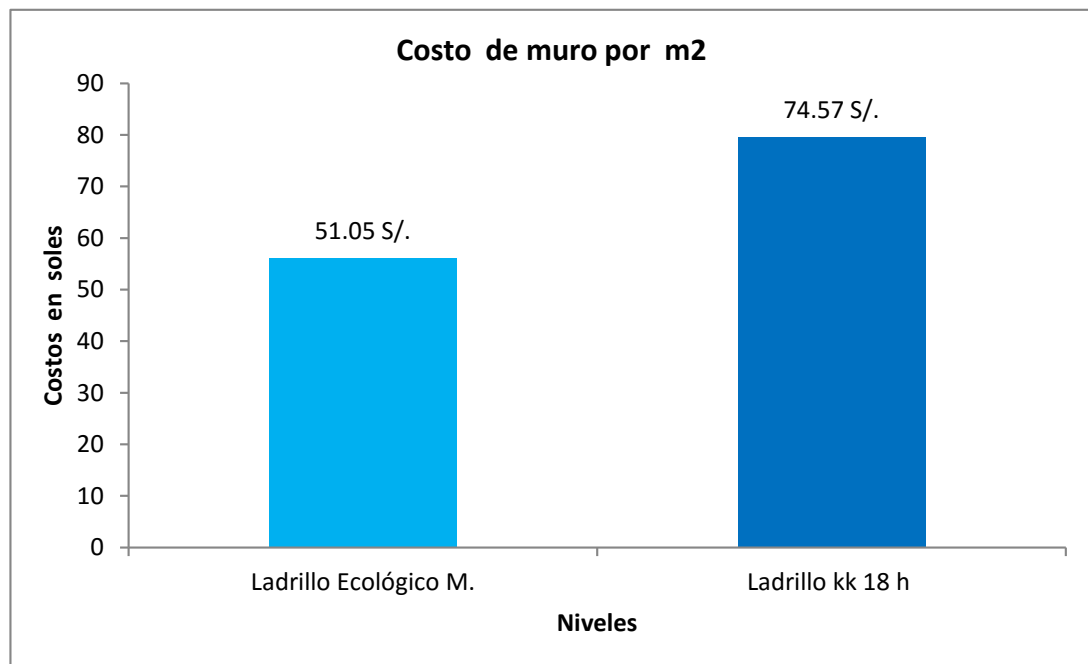


En el gráfico 1, se observa que la mayor resistencia a la compresión unitaria (f'b), es el 61.24 kg/cm, que corresponde al Ladrillo Ecológico Machihembrado, seguido por el Ladrillo Artesanal Tipo I, que alcanza 50 kg/cm<sup>2</sup> mientras que el adobe se encuentra con una resistencia a la compresión de 12Kg/cm<sup>2</sup>

**Costos de construcción:**

**Grafico 2.**

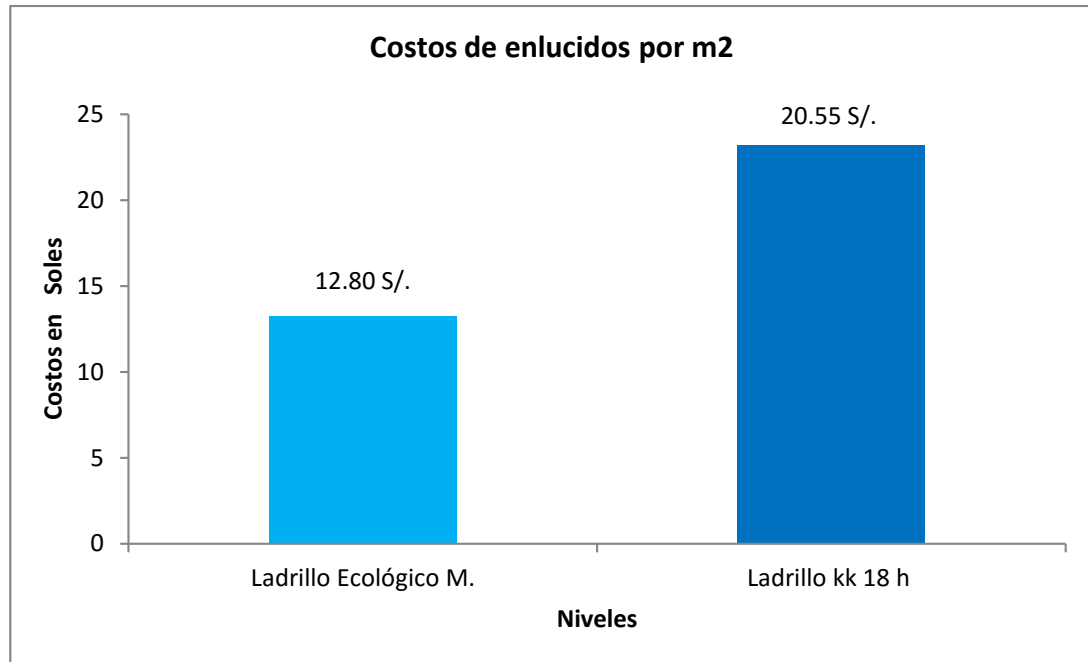
**Conformado de muro de soga.**



En el gráfico 2, se observa que el mayor costo en 1 m2 de muro con Ladrillo King Kong 18 huecos es del S/. 74.57 Soles, mientras tanto que el costo inferior de S/. 51.05 por m2 corresponde a Ladrillos Ecológicos Machihembrados.

**Gráfico 3.**

**Enlucidos por m2 de pared de Ladrillos Ecológicos Machihembrado**



En el gráfico 3, se observa que el mayor costo en 1 m2 de enlucidos con ladrillos tradicionales es el **S/. 20.55** Soles, mientras tanto que se reduce el costo a **S/. 12.80** por m2 con Ladrillos Ecológicos Machihembrados.

**Rendimiento**

- Construcción de muro con Ladrillos Ecológicos Machihembrado, aparejo a soga, rendimiento m2/Día: 10.00 participación de mano de obra: 1 operario + 0.25 de peón.
- Enlucidos con yeso en muro de Ladrillos Ecológicos Machihembrado rendimiento m2/Día: 20.00 participación de mano de obra: con 1 operario + 0.5 de peón.

## CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

El Ladrillo Ecológico Machihembrado, según informa el fabricante presenta la dosificación de suelo arcilloso 75%, cemento Portland tipo I 20%, agua 5%, conformado por una prensa hidráulica de origen brasileña, bajo el criterio para fines constructivos, los ensayos han sido efectuados “muestreo a pie de obra”, de un lote de fabricación, escogidas al azar, para determinar sus características físicas y mecánicas para su aplicación en viviendas económicas, obteniendo los siguientes resultados:

**Variación dimensional**, se aprecian que las variaciones son mínimas que van de menos del 0.17% si se comparan con las medidas establecidas del fabricante, estas variaciones generalmente se aprecian en la altura, mientras que en largo y ancho se desprecian por ser en condiciones mínimas, esto obedece a que las unidades de Ladrillo Ecológico Machihembrado están fabricados por una maquina industrial certificada.

**Alabeo**, el dato máximo obtenido es de 1.13mm, por la que según la clasificación de Unidades de Albañilería para fines estructurales es de TIPO V =  $\pm 2$ mm. Observándose que la concavidad solamente se presenta en la cara inferior y casi insignificante, mientras que en la cara superior no registra alabeos, pero sí presentan roturas de los embones en algunos casos, pero no siendo esto impedimento para su apilamiento.

**Absorción**, en la prueba de absorción se obtuvo 15.24% de absorción promedio ensayadas a 5 unidades, así mismo se observa que está por debajo del 22%, valor máximo establecida por la Norma E.070, para los ladrillos de arcilla cocida, la Norma E.080 no establece el porcentaje de absorción para los adobes; pero la ASTM-C67 señala no más del 12%.

También se obtuvo el valor promedio de 1.62 gr/cc de densidad, esto indica que estamos por encima de lo mínimo 1.50 gr/cc que establece la norma.

Los datos obtenidos en este ensayo no son los definitivos, son referenciales y podría variar debido a que los Ladrillos Ecológicos no son llevados a cocción, para cristalizar sus propiedades, son curados por humedad.

**Resistencia a la compresión**, se obtuvo una resistencia a la compresión unitaria ( $f'_b$ )  $61.24 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que la Norma E.070 Albañilería, establece en la Tabla N° 1 Clase de Unidad de Albañilería para fines Estructurales, el Tipo I es de  $50 \text{ kg/cm}^2$ , por lo tanto cumple siendo la resistencia promedio mayor que la resistencia a compresión mínima de  $12 \text{ kg/cm}^2$  exigida por la Norma de Adobe E.080. Concluyendo que la resistencia a la compresión de los Ladrillos Ecológicos Machihembrados supera la resistencia al adobe y al ladrillo artesanal.

**Resistencia a la compresión de pila ( $f'_m$ ),**

El valor obtenido en el ensayo es  $20.44 \text{ Kg/cm}^2$  corregida por esbeltez, si comparamos con la Norma E.080, Adobe menciona, un esfuerzo admisible a compresión  $f_m = 0.25f'_m$ , entonces  $f_m = 0.25 (20.44) = 5.11 \text{ kg/cm}^2$ , asimismo señala que cuando no se realicen los ensayos de pilas ( $f'_m$ ) se podrá usar el valor de esfuerzo admisible de  $f_m = 2.0 \text{ kg/cm}^2$  Por otro lado la Norma E.070 Albañilería, indica el esfuerzo axial máximo ( $f_m$ ) producido por la carga de gravedad máxima en condiciones de servicio ( $P_m$ ) incluyendo el 100% de sobrecarga deberá cumplir con la siguiente:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35 t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m \quad (19.1b)$$

El mismo que se comprueba con el siguiente metrado de cargas según Norma E.020 y Norma E. 030

Nº	Descripción	L	A	H	Área Volumen	P/Volum Kg/m2	Peso kg
1	Peso losa Aligerado e= 20cm	1	1	0.20	0.20	300	60.00
2	Piso terminado	-	-	-	-	100	100.00
3	Tabiquería móvil	-	-	-	-	100	100.00
4	peso de la viga	1	0.125	0.20	0.025	2400	60.00
5	Peso del muro L.E.M.	1	0.125	2.6	0.325	1800	585.00
<b>WS</b>							<b>905.00</b>
Sobre carga - viviendas comunes						WL	<b>200kg</b>

## Factorizando cargas

$$W_u = 1.2(WD) + 1.6 (WL)$$

$$W_u = 1.2 (905) + 1.6 (200)$$

$$W_u = 1406 \text{ kg}$$

### DATOS

Altura Libre de Piso a Techo	2.6 m
Espesor Efectivo de Muro	0.125m
Área de la Sección (12.5 x 100cm)	1250cm <sup>2</sup>
f'm del L.E.M.	20.44 kg/cm <sup>2</sup>
peso del aligerado e= 20cm	300 kg f/m <sup>2</sup>
piso terminado	100 kg f
tabiquería móvil	100 kg f
Peso del concreto	2400 kg f
Peso de muro de albañilería	1800 kg f

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \times t} \leq 0.2(f'm) \times \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0.15 (f'm)$$

$$\sigma_m = \frac{1406 \text{ kg}}{1250 \text{ cm}^2} \leq 0.2(20.44) \times \left[ 1 - \left( \frac{2.60}{35 \times 0.125} \right)^2 \right] \leq 0.15 \times 20.44$$

$$\sigma_m = 1.12 \leq 2.64 \leq 3.06 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{ok}$$

Se aprecia que la resistencia admisible es de **2.64 kg/cm<sup>2</sup>** usando Ladrillos Ecológicos Machihembrado, lo cual indica que los muros son capaces de soportar cargas internas por lo que se recomienda el uso de Ladrillos Ecológicos Machihembrado, en viviendas de hasta 2 pisos, por su diseño estructural, refuerzo vertical en todo el perímetro de la construcción con capacidad de recibir "fuerza de presión" y trabaja como un material sólido formando columnas de ladrillo dentro de la misma, eliminando dinteles de madera que se suelen usar en viviendas económicas que con el pasar del tiempo necesitan desechar.

**Los ensayos por corte de muretes no se realizaron**, la Norma E.0.80, señala cuando no se realizan ensayos de muretes, se usará como esfuerzo admisible  **$V_m = 0.25 \text{ kg/cm}^2$** .

**Costo**, se evidenció un menor costo, ahorro de materiales y mano de obra por ejemplo en vigas y ventanas, debido a que se utiliza el ladrillo canaleta, como correas de sujeción, la misma que permite el confinamiento con el vaciado de concreto, en vigas y dinteles de los vanos y puertas, siendo un ahorro considerable dejando de utilizar tablas, clavos, alambres de amarre para encofrar y desencofrar como sucede con los ladrillos convencionales.

En la conformación de muros se observa un ahorro significativo, debido a que no llevan juntas verticales ni horizontales, dejando de gastar dinero por la compra de metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de arena y bolsas de cemento que son indispensables en los ladrillos tradicionales. Por otro lado los muros de ladrillo ecológico llevan refuerzos verticales que a cada metro se llena de mortero en un agujero de 4cm de diámetro, que actúa como columna en el propio ladrillo, por otro lado los ladrillos ecológicos Machihembrado son más económicos.

En los acabados presenta un ahorro, porque se emplea el yeso o una masa corrida, que se aplica directamente al Ladrillo Ecológico Machihembrado, directamente con la paleta una capa muy delgada con la intención de corregir pequeñas imperfecciones, reduciendo costos por el uso del material y el servicio de mano de obra.

Para los acabados interiores, los Ladrillos Ecológicos son un aliado para todo tipo de acabados que se pueden aplicar directamente en los ladrillos como, yeso, masa corrida, cerámicas y entre otros. El resultado final es una gran agilidad y productividad en su obra, con mano de obra reducida y, además, bajo consumo del costo de material.

**Rendimiento**, en la conformación de muros con Ladrillo Ecológico Machihembrado, la mano de obra se torna más productiva, alcanzando 10 m<sup>2</sup>/día con 01 operario y 0.25 de peón en 8 horas de trabajo, por su fácil colocación que son apilados una sobre otra (machihembrado), permitiendo un gran avance.

En la partida enlucidos con yeso se alcanza un rendimiento de 20m<sup>2</sup>/ día con 01 operario y 1/2 de peón en 8 horas de trabajo, debido a que presentan un buen acabado requiriendo una capa mínima de 0.5cm de yeso, cosa que no sucede con los ladrillos convencionales que se tiene que tarrajear y luego aplicar base, y posteriormente pintar.

El ladrillo Ecológico Machihembrado, trae medio ladrillo el cual es una ayuda para el operario, dejando de parar en su proceso de construcción para medir, cortar, de esta manera facilitando y garantizando una buena finalización, evitando desperdicios

#### **DISCUSIÓN FINAL:**

Con el uso de Ladrillo Ecológico Machihembrado en las construcciones de viviendas económicas teniendo como material principal a la suelo arcilloso, estaremos corroborando con nuestros antecedentes donde (MINKE, 2014) en su obra Manual de Construcción en Tierra, afirma que la construcción predominante es ha sido con el material “la tierra” por ello podemos afirmar que es un material en abundancia y al alcance de todas las familias de clase “C”

Por otro lado (Parnisani, 2014) en su proyecto “Ladrillo Ecológico”, nos dice que es un buen aislante térmico (frío y calor) permitiendo una reducción de costos y resistente a los agentes naturales, con la que también podemos afirmar según los ensayos y estudios realizados a los Ladrillos Ecológicos Machihembrados, cumplen los requerimientos en resistencia, costo y rendimiento para viviendas económicas.

Según (Casanova, 2017) indica que utilizando ladrillos ecológicos podemos contribuir en el déficit de viviendas, a esta idea podemos afirmar que por el menor costo en fabricación y en procesos de construcción es posible contar con viviendas de calidad a un menor costo por la que se recomienda el uso de ladrillos ecológicos Machihembrados.



## CONCLUSIONES

Se ha verificado la validez de la hipótesis formulada, así como se ha cumplido con el objetivo planteado en la investigación logrando confirmar que el Ladrillo Ecológico Machihembrado, presenta buenas características físicas y mecánicas para ser utilizado como unidad de albañilería, siendo una mejor alternativa, respecto a *Resistencia, Costo y Rendimiento*, para viviendas económicas, en el Distrito de Huacrachuco, Provincia de Marañón -Huánuco 2017, en comparación con los materiales de construcción disponibles en la zona, como son los adobes, tapia, quinchas, que no guardan un respaldo técnico y seguridad para sus habitantes, esto se puede evidenciar con los ensayos realizados al Ladrillo Ecológico Machihembrado en el Laboratorio de Suelos UPN, y el Análisis de costos por m<sup>2</sup>.

**Peso del Ladrillo Ecológico Machihembrado**, presentan un peso de 3.700 kg por unidad con una densidad promedio de 1.62 gr/cc lo cual indica que estamos por encima de lo mínimo 1.50 gr/cc que establece la norma.

**Variación dimensional**, se aprecian que las variaciones son mínimas menores del 0.17% si se comparan con las medidas establecidas del fabricante, estas variaciones generalmente se aprecian en la altura, mientras que en largo y ancho se desprecian por ser en condiciones mínimas, esto obedece a que las unidades de Ladrillo Ecológico Machihembrado están fabricados por una maquina industrial certificada.

**Alabeo**, el dato máximo obtenido es de 1.13mm, por la que según la clasificación de Unidades de Albañilería para fines estructurales es de TIPO V =  $\pm$  2mm. Observándose que la concavidad solamente se presenta en la cara inferior y casi insignificante, mientras que en la cara superior no registra alabeos, pero sí presentan roturas de los embones en algunos casos, pero no siendo esto impedimento para su apilamiento.

**Absorción**, en la prueba de absorción se obtuvo 15.24% de absorción promedio ensayadas a 5 unidades, así mismo se observa que está por debajo del 22%, valor máximo establecida por la Norma E.070, para los ladrillos de arcilla cocida, la Norma E.080 no establece el porcentaje de absorción para los adobes; pero la ASTM-C67 señala no más del 12%.

- **Resistencia a la compresión ( $f'b$ )**, se obtuvo una resistencia a la compresión unitaria ( $f'b$ ) de **61.24 kg/cm<sup>2</sup>**, mientras que la norma Norma E.070, establece en la Tabla N° 1 Clase de Unidad de Albañilería para fines Estructurales, el Tipo I es de 50kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto cumple siendo la resistencia promedio mayor que la resistencia a compresión mínima de 12 kg/cm<sup>2</sup> exigida por la Norma de Adobe E.080. Concluyendo que la resistencia a la compresión de los Ladrillos Ecológicos Machihembrados supera la resistencia del adobe y al ladrillo artesanal.
- **Resistencia a la compresión axial de pila ( $f'm$ )**, para el diseño por compresión axial de los muros armados y confinados el esfuerzo admisible ( $f_a$ ) está dada por la siguiente expresión:  **$f_a = 0.2f'm(1 - (h / 35 t)^2)$** , y establece como topes máximos una esbeltez de ( $h / t$ ) igual a 20 y un esfuerzo axial actuante de **0.15  $f'm$** , entonces  **$2.64 \leq 3.06 \text{ kg/cm}^2$**  podemos afirmar que no fallará por compresión axial.
- El costo de construcción de muro aparejo a soga por metro cuadrado con Ladrillos Ecológicos Machihembrados es de S/. 51.05 Soles, mientras que el m<sup>2</sup> de muro con Ladrillos King Kong 18 huecos es de S/. 74.57, esto indica un ahorro de S/. 23.80. por m<sup>2</sup>
- El costos de tarrajeo con ladrillos tradicionales es de S/. 20.55 Soles por m<sup>2</sup>, sin considerar los demás costos, de empastado o aplicación de base para su posterior pintado, mientras tanto con Ladrillos Ecológicos Machihembrado enlucido con yeso alcanza un costo de S/. 12.80 Soles por m<sup>2</sup>, siendo un ahorro de S/. 7.75 soles por m<sup>2</sup>.
- El costo de mano de obra se reduce significativamente en la partida construcción de muro con ladrillo ecológico machihembrado siendo la participación del peón hora hombre de 0.25 frente al 0.50 en con ladrillos tradicionales.
- El rendimiento de Mano de Obra en construcción de muro con ladrillos Ecológicos Machihembrados es mayor en un 25% en comparación con el rendimiento del ladrillo tradicional, por la practicidad del Ladrillo ecológico que solamente son apiladas una sobre otras cuidando la verticalidad con plomadas prescindiendo de las juntas horizontales y verticales y finalmente rellenas de mortero los refuerzos

verticales, trae la presentación del medio ladrillo que facilita su rápida colocación para los entrabes.

- La aplicación del Ladrillo Ecológico Machihembrado en construcciones de viviendas económicas en los sectores de C y D, ayudará a contribuir con la reducción de déficit de viviendas que atraviesa nuestro país, del mismo modo en el Norte del País, muchas familias se han quedado sin viviendas, por lo que el estudio actual plantea ser una propuesta para el apoyo a damnificados, esta alternativa, sería una solución por la practicidad de su construcción que se podría construir una vivienda en menor tiempo en comparación con el sistema tradicional, de esta manera estaremos reduciendo la contaminación ambiental por la quema de ladrillos cerámicas que emiten grandes cantidades de CO<sub>2</sub> siendo agentes contaminantes para la salud.
- Establecer análisis de costos unitarios con ésta alternativa para su aplicación en presupuestos.

## RECOMENDACIONES

- A todos los interesados en construcciones ecológicas, económicas de interés social, profundizar los estudios en construcciones suelo, cemento y agua para futuros proyectos; de esta manera introducir en el mercado de la construcción unidades de albañilería, que cumplen con las especificaciones de la Norma E.070 Albañilería, E.080 y a futuro estar como los países hermanos de Brasil, Argentina que se están haciendo merecedores Certificación de Construcción Sostenible, administración eficiente de los recursos en la construcción, minimizar desperdicios y calidad ambiental.
- A los productores del Ladrillo Ecológico, se recomienda la dosificación suelo arcilloso 75%, Cemento Portland tipo I 20%, y agua 5%, según estudio realizados por otros autores y/o fabricantes, con esta dosificación alcanzan una resistencia a la compresión sobre 100 Kg/cm<sup>2</sup>, asimismo se debe prestar atención al tiempo de curado no menos de 7 días por sumersión o aspersion manteniendo la humedad que determinará la resistencia final del Ladrillo Ecológico la misma que incrementará su resistencia conforme envejece.
- Se recomienda su aplicación en viviendas económicas, por su economía, calidad y buen acabado, que el 80% de materiales son de la madre naturaleza, los procesos constructivos son más rentables y facilitan el rendimiento de la mano de obra en muros, tarrajes y enlucidos.
- Después de finalizar la construcción es necesario impermeabilizar toda la pared con una lechada del propio material del ladrillo, la dosificación utilizada es: una parte de cemento, tres partes de suelo arcilloso en un litro de agua (1:3:1) que actúan sellantes y dando un buen acabado natural.
- Los ladrillos ecológicos machihembrados son fabricadas por máquinas de origen Brasileña automatizadas y certificadas, ya que las manuales están sujetas al operario que su rendimiento no será lo mismo durante horas de continuas de trabajo.

## REFERENCIAS

- Linarez Ocmin, H. (2016). *Gestión Ambiental*. Iquitos.
- Alternativa. (19 de Julio de 2015). Obtenido de ALTERNAVITA VERDE: <https://alternativa-verde.com/2011/07/18/construcciones-ecologicas-la-sustentabilidad-empieza-por-casa/>
- Arango Ortiz, J. (2008). *Albañilería Estructural*. Lima .
- CAPECO. (2003). *COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACIÓN*. Lima.
- CAPECO. (2003). *COSTOS Y PRESUPUESTOS EN EDIFICACIÓN*. Lima.
- CAPECO. (Martes de Febrero de 2017). *Gestión.pe*. Obtenido de <http://gestion.pe/inmobiliaria/precios-vivienda>
- Casanova, F. (15 de Junio de 2017). *IPS*. Obtenido de INTER PRESS SERVICE: <http://ips.org/blog/esp/>
- Cilento, A. (16 de Octubre de 2016). Obtenido de CEPAL,: <http://www.cepal.org/es/noticias/cepal-ciudades-inteligentes-pueden-apoyar-urbanismo-sostenible-que-propone-la-agenda-2030>
- CODHES. (2014). *Desplazamiento Forzado Intraurbano y Soluciones Duraderas Volumen II*. Colombia.
- Eswisscontact. (2015). Eficiencia Energética en Ladrilleras de América Latina para Mitigar el Cambio Climático. 36,37.
- Humberto, C. (2016). *Gestión Ambiental*.
- INEI. (2015). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2016). *Perú es el tercer país de Latinoamérica con mayor déficit de viviendas*. Lima.
- MINKE, G. (2014). *Manual de Construcción en Tierra*. Bariloche, Argentina: BRC Ediciones.
- NTP E.070. (2006). *NORMA TÉCNICA E.070 ALBAÑILERÍA*. Lima.
- ONU Hábitat. (Miercoles de Julio de 2017). *ONU Habitat por un Mejor Futuro Urbano*. Obtenido de <https://es.unhabitat.org>
- Parnisani, O. (2014). *"Ladrillo Ecológico"*. Argentina.
- PRAL. (2009). Detras del Ladrillo. *Una experiencia para el Sector Informal*, 5,6.
- Región Huánuco, G. (2014). Plan de Desarrollo Concertado Región Huánuco 2014-2017. Huánuco: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN).
- Rojas Vargas, J., & Vidal Toche, R. (2014). *Comportamiento Sísmico de un Módulo de dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillos Ecológicos Prensados*. Lima.
- San Bartolomé, Q. S. (2011). *Construcciones de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial-PUCP.
- Tamayo, M. (2012). *Operacionalizacion* .
- Tamayo, M., & Tamayo. (1997). *El Proceso de la Investigación científica*. Mexico: Editorial Limusa S.A.

## ANEXOS

Anexo n.º 1 Entrevista a Operarios de Construcción

### ENTREVISTA A OPERARIOS DE CONSTRUCCIÓN

Nombre: Sindolfo Argueros Avalos DNI N.º: 33181596  
 Profesión o oficio: Operario Albañil Registro: CPT 055  
 Entrevistador: Leo Mendoza Salinas



1. ¿Cuántos años tiene Ud. como operario albañil?  
50 años Trabajando en construcción
2. ¿Qué sugerencias tiene Ud. de los ladrillos tradicionales?  
son los que estan disponibles para el público y años se viene construyendo con ese material.
3. ¿Con que tipo de ladrillo recomienda construir? ¿Por qué?  
Dependiendo si son para divisiones o para muros portantes, es el mas usado KK 18 huecos
4. La industria de la construcción es una de las principales causantes del deterioro ambiental. ¿Qué recomendaciones daría Ud. para evitar?  
Tener mas cuidado para no generar desperdicios en obra.
5. Usaría alternativas de construcción amigable con el medio como el Ladrillo Ecológico?  
Sí, como albañil nos interesa que nos ayude en el avance.
6. ¿Cuántos ladrillos ecológicos machihembrados podría colocar en aparejo a soga?  
se avanza ~~en~~ considerando que ya no llevan juntas unos 500 a más
7. ¿Porque cree Ud. que se logra mayor avance con ladrillos ecológicos machihembrados?  
por su facilidad de manipuleo y porque ya no hay que estar cortando para hacer trabes.
8. ¿Mencione Ud. algunas ventajas del Ladrillo Ecológico Machihembrado?  
Ecológico, no son muy pesados, fácil de colocar permitiendo avanzar, más económicos.
9. ¿Considera Ud. que tendría aceptación este ladrillo en el mercado constructivo?  
Pienso que sí, por ser novedoso
10. ¿Cómo es que ahora con más tecnología y máquinas, las obras son más caras que antes que todo se hacía manualmente?  
Toda cosa sube así como el mano de obra y pienso por eso.

Anexo n.º 2 Entrevista a Operarios de Construcción

**ENTREVISTA A OPERARIOS DE CONSTRUCCIÓN**

Nombre: Manvel Rojas Fabian DNI N°: 18041653  
Profesión o oficio: Operario Albañil Registro: \_\_\_\_\_  
Entrevistador: Leo Mendoza Salinas



1. ¿Cuántos años tiene Ud. como operario albañil?  
26 años en el sector de construcción
2. ¿Qué sugerencias tiene Ud. de los ladrillos tradicionales?  
Son buenos los maquinados y los artesanales en algunos casos presentan fallas en su geometría
3. ¿Con que tipo de ladrillo recomienda construir? ¿Por qué?  
Los ladrillos de 18 huecos
4. La industria de la construcción es una de las principales causantes del deterioro ambiental. ¿Qué recomendaciones daría Ud. para evitar?  
en obra tratamos de reducir desperdicios que siempre se acumulan.
5. Usaría alternativas de construcción amigable con el medio como el Ladrillo Ecológico?  
claro que sí
6. ¿Cuántos ladrillos ecológicos machihembrados podría colocar en aparejo a soga?  
De acuerdo al modelo que me presentas y en la forma de picado unos 500 a 600 unidades
7. ¿Porque cree Ud. que se logra mayor avance con ladrillos ecológicos machihembrados?  
por que no llevan juntas, y viene con el medio ladrillo que no hay que estar midiendo y rompiendo
8. ¿Mencione Ud. algunas ventajas del Ladrillo Ecológico Machihembrado?  
fácil de colocar, prácticos que sólo se embonan.
9. ¿Considera Ud. que tendría aceptación este ladrillo en el mercado constructivo?  
Pienso que sí porque es un material novedoso.
10. ¿Cómo es que ahora con más tecnología y máquinas, las obras son más caras que antes que todo se hacía manualmente?  
Todo sube y se encarecen el costo de vida

Anexo n.º 3 Datos del Ensayo Variación Dimensional

### LISTA DE COTEJO

**"EVALUACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEBRADO EN COSTO, RESISTENCIA Y RENDIMIENTO PARA SU APLICACIÓN DE VIVIENDA DE BAJO COSTO"**

Carrera Profesional : Ing. Civil

Ensayos: Laboratorio UPN

Fecha : .../.../.....

### VARIACIÓN DIMENSIONAL

Muestra	Largo (cm)		Altura (cm)				Ancho (cm)		DIM. NOMINAL		
	1	2	1	2	3	4	1	2	25	7.5	12.5
1	25.10	25.20	7.42	7.39	7.48	7.49	12.48	12.50			
2	24.99	25.00	7.48	7.50	7.47	7.51	12.49	12.47			
3	25.00	25.01	7.50	7.51	7.49	7.48	12.49	12.52			
4	24.95	25.00	7.50	7.50	7.47	7.51	12.51	12.49			
5	25.00	25.98	7.47	7.50	7.47	7.51	12.50	12.49			
6	25.00	25.03	7.49	7.50	7.50	7.51	12.47	12.47			
7	25.03	25.00	7.51	7.49	7.47	7.46	12.50	12.50			
8	25.00	25.00	7.50	7.50	7.49	7.51	12.48	12.46			
9	24.98	25.00	7.48	7.47	7.47	7.52	12.51	12.50			
10	25.00	25.02	7.48	7.50	7.49	7.51	12.50	12.49			

RESPONSABLE: MENDOZA SALINAS L.



*Anexo n.º 4 Fotografías tomando datos de la Variación Dimensional*



*Anexo n.º 5 Unidades sometidas a prueba de Variación Dimensional*



Anexo n.º 6 Datos de la Absorción

"EVALUACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMRADO EN COSTO, RESISTENCIA Y RENDIMIENTO PARA SU  
APLICACIÓN DE VIVIENDA DE BAJO COSTO"

Carrera Profesional : Ingeniería Civil

Ensayos: Laboratorio de suelos UPN

LISTA DE COTEJO

TABLA: ABSORCION

Espécimen	PESO (kg)		ABSORCIÓN (%)
	SECO	MOJADO	
01	3, 586	4, 234	
02	3, 934	4, 498	
03	3, 716	4, 334	
04	3, 888	4, 326	
05	3, 869	4, 485	

*Anexo n.º 7 Muestra Saturada por 24 horas*



Anexo n.º 8 Datos de la Resistencia a Compresión  $f'b$  y  $f'm$

**"EVALUACIÓN DE LADRILLO ECOLÓGICO MACHIHEMRADO EN COSTO, RESISTENCIA Y RENDIMIENTO PARA SU APLICACIÓN DE VIVIENDA DE BAJO COSTO"**

**Carrera Profesional** : Ingeniería Civil

**Ensayos:** Laboratorio de suelos UPN

**LISTA DE COTEJO**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNITARIA**

espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	25	12.48	312.00	17,256	
02	25	12.49	312.25	16,574	
03	25	12.49	312.25	20,632	
04	25	12.51	312.75	19,075	
05	25	12.40	310.00	21,937	

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PILA**

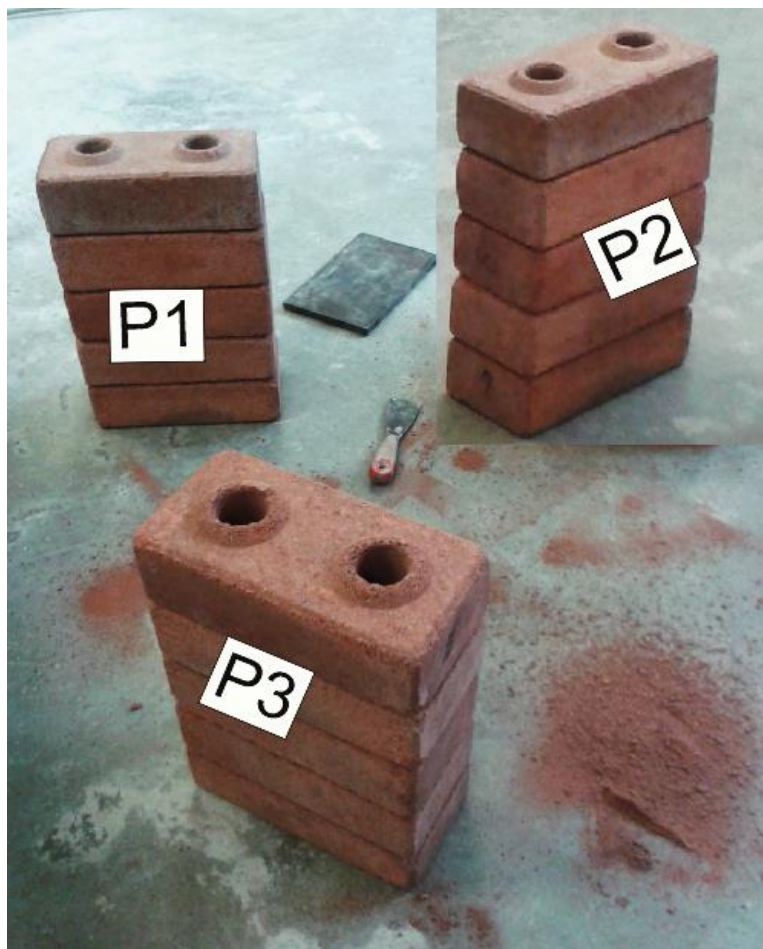
Espécimen	Altura (cm)	Ancho (cm)	Área Bruta (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la Compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	25	12.48	312.00	7,256	
02	25	12.49	312.25	6,574	
03	25	12.49	312.25	10,632	

**RESPONSABLE: MENDOZA SALINAS L.**

*Anexo n.º 9 Resultado del ensayo a compresión unitaria(f'b)*



Anexo n.º 10 Muestras para el Ensayo a Compresión a pilas (f'm)



*Anexo n.º 11 Falla en forma vertical a las pilas (f'm)*





*Anexo n.º 12 Fotografías en el Laboratorio de Suelos UPN*



Anexo n.º 13 Cotización 01 de Materiales

## CUADRO DE COTIZACION DE MATERIALES

**EMPRESA:** ALUSFRAN E.I.R.L.

**RUC Nº :** 20482521259

**RUBRO:** Ferretería y Acabados

**DIRECCIÓN:** Av. Prolongacion 28 de Julio S/N  
Huacrachuco - Marañón - Huánuco

**FECHA:** 15 / 08 /2017

Item	Descripción de Materiales	Procedencia	U.Med	Precio S/.
01	Cemento Pacasmayo Tipo I 42.5 Kg	Trujillo/Chimbote	bolsa	28.00
02	Acero corrugado de 1/2"	Trujillo/Chimbote	varilla	27.50
03	Ladrillo KK 18 Huecos	Trujillo/Chimbote	millar	1,000.00
04	Arena fina	Local	m3	65.00
05	Arena Gruesa	Local	m3	50.00
06	Yeso 40 kg	Local	bolsa	15.00
07	Cal Hidratada 25 kg	Trujillo/Chimbote	bolsa	18.00
08	madera tornillo	Local	pie	6.00

*Declaro Bajo Juramento haber realizado la Cotización de los Materiales o Insumos Requeridos para el Trabajo de investigación, para lo cual firmo al pie del Presente documento.*

.....

Leonides Mendoza Salinas

Anexo n.º 14 Cotización 02 de Materiales

## CUADRO DE COTIZACION DE MATERIALES

**EMPRESA:** MULTISERVICIOS J & L

**RUC N° :** 10010187741

**RUBRO:** Venta al por Menor Artículos de Ferretería - Pinturas y otros

**DIRECCIÓN:** Jr. Lima S/N

Huacrachuco - Marañón - Huánuco

**FECHA:** 15 / 08 /2017

Item	Descripción	Procedencia	U.Med	Precio S/.
01	Cemento Pacasmayo 42.5 Kg	Trujillo/Chimbote	bolsa	30.00
02	Acero corrugado de 1/2"	Trujillo/Chimbote	varilla	28.50
03	Ladrillo KK 18 Huecos	Trujillo/Chimbote	millar	1,000.00
04	Yeso 40 kg	Local	bolsa	15.00

Declaro Bajo Juramento haber realizado la Cotización de los Materiales o Insumos Requeridos para el Trabajo de investigación, para lo cual firmo al pie del Presente documento.

.....

Leonides Mendoza Salinas

Los precios de los materiales son obtenidos por medio de cotización a ferreterías del distrito de Huacrachuco.

Anexo n.º 15 Cotización 03 de Materiales

### CUADRO DE COTIZACION DE MATERIALES

**EMPRESA:** CONSERMEN EIRL

**RUC Nº :** 20539873203

**RUBRO:** Venta al por mayor materiales de Construcción y otros

**DIRECCIÓN:** JR. ANCASH NRO. 939 - Sucursal

Huacrachuco - Marañón - Huánuco

**FECHA:** 17 / 08 /2017

Item		Procedencia	U.Med	Precio S/.
01	Cemento Pacasmayo 42.5 Kg	Trujillo/Chimbote	bolsa	28.00
02	Acero corrugado de 1/2" x 9m	Trujillo/Chimbote	varilla	28.00
03	Ladrillo KK 18 Huecos	Trujillo/Chimbote	millar	950.00
04	Ladrillo Ecológico 25cm x12.5cm x 7.5cm	Local	millar	1,001.00
09	Yeso 40 kg	Local	bolsa	15.00

Declaro Bajo Juramento haber realizado la Cotización de los Materiales o Insumos Requeridos para el Trabajo de investigación, para lo cual firmo al pie del Presente documento.

.....

Firma

Leonides Mendoza Salinas

*Anexo n.º 16 Observación Directa en construcción de muro con Ladrillo Ecológicos Machihembrado con fines demostrativos por parte de la empresa ofertante, Hucrachuco – Marañón – Huánuco.*



Fuente: autor

Anexo n.º 17 Costo de Mano de Obra



## FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directorial N° 56  
Afiliado a la CGTP - FLEMACON - UIS

Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria  
Telefax: 312-2034 / 201-2370 / 201-2371 Cel.: 987515423  
E-mail: ftccpco@terra.com.pe  
Web: www.ftccperu.com

<b>TABLA DE SALARIOS Y BENEFICIOS SOCIALES</b>						
<b>PLIEGO NACIONAL 2016 - 2017</b>						
<b>(Del 01.06.2016 al 31.05.2017)</b>						
<b>OPERARIO</b>				<b>Indemnizac.</b>	<b>vacaciones</b>	
Jornal	61.40	* 6 días	368.40	diario	9.21	6.14
Jornal Dominical	10.23	* 6 días	61.40	semanal	55.26	36.84
BUC 32 %	19.65	* 6 días	117.89			
Bonif. Por Movilidad	7.20	* 6 días	43.20			
Total Salarios			590.89			
Descuento ONP 13%			71.20			
Descuento CONAF. 2%			8.60			
Pago Neto Semanal			511.09			
				<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Fiest. Navid.</b>	
				diario	11.70	16.37
				mensual	350.86	491.2
				Total	2456.00	2456.00
Ley N° 29351, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador						
<b>OFICIAL</b>				<b>Indemnizac.</b>	<b>vacaciones</b>	
Jornal	50.30	* 6 días	301.80	diario	7.55	5.03
Jornal Dominical	8.38	* 6 días	50.30	semanal	45.27	30.18
BUC 30 %	15.09	* 6 días	90.54			
Bonif. Por Movilidad	7.20	* 6 días	43.20			
Total Salarios			485.84			
Descuento ONP 13%			57.54			
Descuento CONAF. 2%			7.04			
Pago Neto Semanal			421.25			
				<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Fiest. Navid.</b>	
				diario	9.58	13.41
				mensual	287.43	402.4
				Total	2012.00	2012.00
Ley N° 29351, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador						
<b>PEON</b>				<b>Indemnizac.</b>	<b>vacaciones</b>	
Jornal	44.90	* 6 días	269.40	diario	6.74	4.49
Jornal Dominical	7.48	* 6 días	44.90	semanal	40.41	26.94
BUC 30 %	13.47	* 6 días	80.82			
Bonif. Por Movilidad	7.20	* 6 días	43.20			
Total Salarios			438.32			
Descuento ONP 13%			51.37			
Descuento CONAF. 2%			6.29			
Pago Neto Semanal			380.67			
				<b>Gratific.</b>	<b>Fiest. Patri.</b>	<b>Fiest. Navid.</b>
				diario	8.55	11.97
				mensual	256.57	359.2
				Total	1796.00	1796.00
Ley N° 29351, Exonera a las gratif. del descuento del SNP o SPP. El 9% correspondiente a EsSalud se paga al trabajador						
<b>Asignación Escolar por un hijo</b>			<b>HORAS EXTRAS</b>			
	diario	mensual	<b>Simple</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>	<b>Indemniz.</b>
<b>OPERARIO</b>	5.12	153.50	7.68	12.28	15.35	1.15
<b>OFICIAL</b>	4.19	125.75	6.29	10.06	12.58	0.94
<b>PEON</b>	3.74	112.25	5.61	8.98	11.23	0.84

**Nota:**

Se trabajará con estos costos porque aún no se ha terminado la negociación entre CAPECO y la Federación de trabajadores de Construcción civil.

Anexo n.º 18 Calculo Salarial Hora Hombre 2017

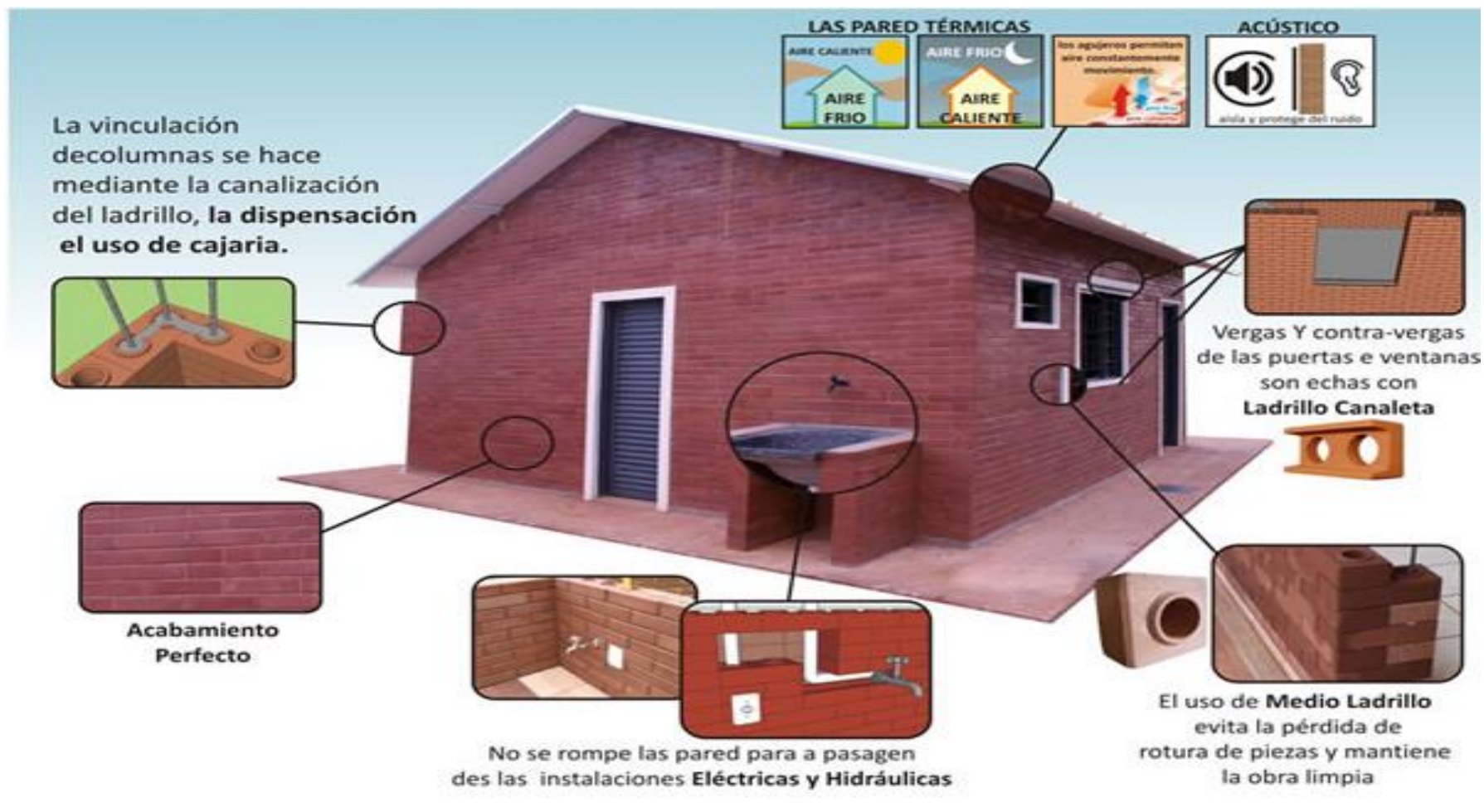
## COSTO HORA HOMBRE 2016 - 2017

REMUNERACION BASICA VIGENTE	operario	oficial	peón
	61.4	50.3	44.9
LEYES SOCIALES	71.81	58.75	52.43
B.U.C	19.648	15.09	13.47
SEGURO DE VIDA	0.17	0.17	0.17
BONIFICACION MOVILIDAD ACUMULADA	7.2	7.2	7.2
<b>OVEROL (2)- 100 SOLES C/U</b>	0.6	0.6	0.6
SUMA	160.83	132.11	118.77
C/ HORA HOMBRE	<b>20.10</b>	<b>16.51</b>	<b>14.85</b>
10% DEL OPERARIO	capataz	2.01	
COSTO HORA CAP.	capataz	<b>22.11</b>	

Fuente: CAPECO

Se aprecia un incremento por OVEROL

Anexo n.º 19. Componentes de la Vivienda Económica con L.E.M



Fuente: [ecomaquinas.com.br](http://ecomaquinas.com.br)