



**UNAP**



**FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN  
AMBIENTAL**

**TESIS**

**“TIPO DE TIERRA Y SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN  
DEL ADOBE CON CÁSCARA DE ARROZ EN ZUNGAROCHA.  
LORETO, 2020”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR:**

**DIEGO BENJAMIN TELLO TRENEMAN**

**ASESOR:**

**Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2021**



**UNAP**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
EN GESTIÓN AMBIENTAL**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 023-CGYT-FA-UNAP-2021**



En Iquitos, mediante la plataforma virtual de Google Meet, a los 31 días del mes de agosto del 2021, a horas 05:00 p.m., se dio inicio a la sustentación pública de la Tesis titulada: **“TIPO DE TIERRA Y SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE CON CASCARA DE ARROZ EN ZUNGARROCHA. LORETO, 2020”**, aprobado con Resolución Decanal N° **028-CGYT-FA-UNAP-2020**, presentado por el Bachiller **DIEGO BENJAMIN TELLO TRENEMAN**, para optar el Título Profesional **DE INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL** que otorga la Universidad de acuerdo a la Ley y Estatuto.

El Jurado Calificador y dictaminador designado mediante Resolución Decanal **N° 026-CGYT-FA-UNAP-2021**, está integrado por:

**Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.**

**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.**

**Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.**

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: **SATISFACTORIAMENTE.**

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La Sustentación pública y la Tesis han sido: **APROBADO** con la calificación **BUENA.**

Estando el Bachiller **APTO** para obtener el Título Profesional de **INGENIERO (A) EN GESTIÓN AMBIENTAL.**

Siendo las **06:45 pm**, se dio por terminado el acto **ACADÉMICO.**

**Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.**  
Presidente (a)

**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.**  
Miembro


**Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.**  
Miembro

**Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.**  
Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA PERUANA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Tesis aprobada en sustentación pública mediante la plataforma virtual de Google Meet el día 31 de agosto del 2021, por el jurado Ad-Hoc nombrado por el Comité de Grados y Títulos, para optar el título profesional de:

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**



---

**Ing. JORGE AGUSTIN FLORES MALAVERRY, M.Sc.**  
**Presidente (a)**



---

**Ing. RONALD YALTA VEGA, M.Sc.**  
**Miembro**



---

**Ing. JULIO PINEDO JIMENEZ, M.Sc.**  
**Miembro**



---

**Ing. JULIO ABEL MANRIQUE DEL AGUILA, Dr.**  
**Asesor**



---

**Ing. FIDEL ASPAÑO VARELA, M.Sc.**  
**Decano**



## DEDICATORIA

A **Dios**, ante todo que me puso en este camino largo, a mi **madre**, que siempre me ayudó y me apoyó cuando más la necesitaba; a mi **padre** que desde el cielo sé que me cuida y me protege; a mis **hermanos**, que están allí siempre alentándome a seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, por los conocimientos adquiridos durante este proceso y por los gratos momentos que pase en la institución.

Además, a todas las personas que me apoyaron en este largo tiempo, a los profesores que nos brindaron todo el conocimiento para poder ser grandes profesionales.

Y finalmente, gracias a mi asesor el Ing. Julio Abel Manrique del Aguila, gracias por los consejos, por los días de aprendizaje en diferentes asignaturas y por su amistad.

## ÍNDICE GENERAL

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| PORTADA .....   | i           |
| ACTA DE SUSTENTACIÓN .....                              | ii          |
| JURADO Y ASESOR.....                                    | iii         |
| DEDICATORIA .....                                       | iv          |
| AGRADECIMIENTO .....                                    | v           |
| ÍNDICE GENERAL .....                                    | vi          |
| ÍNDICE DE CUADROS.....                                  | viii        |
| RESUMEN.....  | ix          |
| ABSTRACT .....  | x           |
| INTRODUCCIÓN.....                                       | 1           |
| CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....                         | 3           |
| 1.1. ANTECEDENTES.....                                  | 3           |
| 1.2. BASES TEÓRICAS.....                                | 7           |
| 1.2.1. De la ley. ....                                  | 7           |
| 1.2.2. Del adobe .....                                  | 9           |
| 1.2.3. Cómo hacer ladrillos de adobe estabilizados..... | 12          |
| 1.2.4. Ladrillos ecológicos .....                       | 14          |
| 1.2.5. Adobe compactado.....                            | 15          |
| 1.2.6. Tipos de ladrillos ecológicos.....               | 18          |
| 1.2.7. Ventajas de los ladrillos ecológicos. ....       | 19          |
| 1.2.8. Desventaja de los ladrillos ecológicos. ....     | 20          |
| 1.2.9. Clasificación de los ladrillos ecológicos. ....  | 20          |
| 1.2.10. Norma E.080 ADOBE .....                         | 20          |
| 1.2.11. Preparación del barro. ....                     | 23          |
| 1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....                | 24          |
| CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....                | 27          |
| 2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS. ....                  | 27          |
| 2.1.1. Hipótesis general. ....                          | 27          |
| 2.1.2. Hipótesis específicas. ....                      | 27          |
| 2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.....             | 27          |
| 2.2.1. Identificación de las Variables. ....            | 27          |
| 2.2.2. Operacionalización de las variables. ....        | 28          |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....                         | 29          |
| 3.1. TIPO Y DISEÑO. ....                                | 29          |

|   |    |
|---|----|
| 3.1.1. Tipo de investigación.....   | 29 |
| 3.1.2. Diseño Metodológico.....   | 29 |
| 3.2. DISEÑO MUESTRAL.....   | 29 |
| 3.2.1. Población objetivo.....  | 29 |
| 3.2.2. Muestra.....   | 29 |
| 3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....                            | 30 |
| 3.3.1. Evaluación de los datos obtenidos.....                               | 30 |
| 3.3.2. Procedimientos que se utilizó para la fabricación de los adobes..... | 30 |
| 3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....                             | 31 |
| 3.5. ASPECTOS ÉTICOS.....   | 31 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....  | 32 |
| 4.1. RESISTENCIA Y COMPRESIÓN.....  | 32 |
| 4.1.1. Fuerza (kn).....   | 32 |
| 4.1.2. Prueba a la compresión. Esfuerzo (mpa).....                          | 32 |
| 4.1.3. Esfuerzo (kg/m <sup>2</sup> ).....                                   | 33 |
| 4.1.4. Pérdida de peso (kg).....  | 33 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....  | 34 |
| CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....  | 36 |
| CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES.....  | 37 |
| CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN.....                                  | 38 |
| ANEXOS.....   | 41 |
| Anexo 1. Análisis físico-químico de suelos.....                             | 42 |
| Anexo 2. Ensayo de resistencia a la compresión.....                         | 44 |
| Anexo 3. Datos originales.....  | 46 |
| Anexo 4. Panel fotográfico.....   | 48 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Fuerza (kn) .....                       | 32   |
| Cuadro 2. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Esfuerzo (mpa) ...                      | 32   |
| Cuadro 3. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Esfuerzo<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) ..... | 33   |
| Cuadro 4. Prueba de t para muestras independientes. Pérdida de peso (kg).....                      | 33   |



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la compresión del adobe artesanal con dos tipos de suelos, una arcillosa y la otra arcillo arenosa con 30% de cascara de arroz. La tierra utilizada para la elaboración de las unidades fue extraída de la comunidad de Zungarococha, de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. El trabajo se realizó en el laboratorio de suelos de la facultad de Agronomía.

Los resultados demuestran que el valor más alto de compresión ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de esfuerzo de 28.62 kg/cm<sup>2</sup>, valor mayor al promedio de la resistencia a compresión del adobe arcillo arenosa que fue de 11.21 kg/cm<sup>2</sup>.

Los datos registrados para efectos de pérdida de humedad, corresponden al secado del adobe a temperatura ambiental desde el primer día el valor más alto de pérdida de peso ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de 1.55 kg, valor mayor al promedio de pérdida de peso del adobe arcillo arenosa que fue de 1.27 kg. tiempo en que el peso se estabiliza y no muestra disminución de peso debido al contenido de humedad.

**Palabras clave:** Adobe, resistencia, compresión, tierra, cascara de arroz.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the compressive strength of artisanal adobe with two types of soils, one clay and the other sandy clay with 30% rice husk. The land used for the elaboration of the units was extracted from the community of Zungarococha, from the Faculty of Agronomy, of the National University of the Peruvian Amazon. The work was carried out in the soil laboratory of the Faculty of Agronomy.

The results show that the highest compression value ( $p < 0.01$ ) was the adobe based on clay soil with an average stress of 28.62 kg/cm<sup>2</sup>, a value higher than the average compressive strength of the sandy clay adobe, which was of 11.21 kg/cm<sup>2</sup>.

The data recorded for the effects of moisture loss, correspond to the drying of the adobe at room temperature from the first day, the highest value of weight loss ( $p < 0.01$ ), was the clay-based adobe with an average of 1.55 kg, value greater than the average weight loss of the sandy clay adobe, which was 1.27 kg. time when the weight stabilizes and shows no weight loss due to moisture content.

**Keywords:** Adobe, resistance, compression, earth, rice husk.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se viene utilizando en las construcciones rurales los materiales propiamente de la región, los mismos que se extraen de los bosques sin tener un manejo sostenible. Así también hay muchos materiales orgánicos que son desechados al ambiente sea industrial o agrícola los cuales no son aprovechados como la cascara de arroz, aserrín, estiércol de vacuno etc., que muchas veces no pueden ser utilizados en procesos de compostaje, de aquí parte nuestra propuesta de dar un mejor uso a estos sub productos al ser utilizados como materia prima para la elaboración de adobe y que sustituya en gran parte al uso de madera.

El adobe además de un buen aspecto responde a criterios ecológicos y sostenibles ya que requiere un bajo nivel de energía para su fabricación y de elimina la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmosfera al no requerir de cocción. Esta tecnología es muy ambiciosa por su eficiencia energética y económica. Este concepto de ingeniería es el que se propone con el desarrollo en este trabajo de elaboración de adobe con residuo orgánico sin cocción, con el resultado de un material de construcción sostenible con un gran potencial y capacidad de cubrir las necesidades actuales y futuras de la sociedad.

Los bloques de tierra comprimida (BTC) están actualmente siendo estudiados en gran parte del mundo con diferentes estabilizantes para mejorar diversas de sus características. Esta situación es debida a la importancia que la tierra cruda tiene en el planeta como material de construcción. Su fácil disponibilidad, bajo coste e inercia térmica hacen de la tierra una materia prima fundamental para las viviendas de ciertas poblaciones en el mundo. **Carcedo (1)**.

El uso del adobe como material de construcción ha sido desde la antigüedad ampliamente difundido alrededor del mundo. Las formas arquitectónicas varían grandemente en función de las características de cada lugar, pero el material es

esencialmente el mismo: agua y tierra. Precisamente es la fácil disponibilidad de estos elementos en el medio lo que ha convertido al adobe en uno de los materiales más utilizados en la construcción. **Igarashi (2)**.

En la actualidad se puede percibir que cada vez se está haciendo más escaso el material para la construcción de las viviendas rurales, debido a la intensa deforestación que existe ya sea para fines industriales de la madera, así como también para la agricultura, es por eso que se necesita utilizar nuevos materiales y tener como alternativa el uso del adobe, considerando que la tierra que es un material que más se encuentra con facilidad y diferentes residuos orgánicos que no se utilizan.

Por lo que nos hacemos la siguiente pregunta: ¿El Tipo de tierra influye en la resistencia a la Compresión del adobe con 30% de cascara de arroz en Zungarococha, región Loreto?

Nos planteamos los siguientes objetivos:

Determinar si el tipo de tierra influye en la resistencia a la Compresión del adobe con 30% de cascara de arroz en Zungarococha en la región Loreto en el año 2020.

Determinar si el Tipo de tierra influye en la resistencia de compresión del adobe.

Determinar si el tipo de tierra influye en el peso seco en kg del adobe con 30% de cascara de arroz.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. ANTECEDENTES.

Según menciona **Carcedo (1)**, la tierra sigue siendo el principal componente de construcción en las poblaciones con recursos económicos precarios, ya que es un material de fácil acceso, ilimitado y de eficiencia altamente contrastada. Este tipo de arquitectura es fundamental para las sociedades que levantan sus viviendas mediante la autoconstrucción. Por ello, aparte de ser un factor económico fundamental para ellos, se convierte en un importante factor social y clave a la hora de hablar de su papel en la vida de estas poblaciones. Además, las propiedades de la tierra en los cerramientos de estas casas se vuelven imprescindibles para las familias que viven en su interior. Primeramente, su inercia térmica hace que en climas poco extremos sea innecesaria una instalación de calefacción o refrigeración, originando una de las claves para usarse en la construcción de sociedades de escasos recursos. Un producto que está cobrando una fuerza cada vez mayor, tanto en el estudio como en el mercado, es el bloque de tierra comprimida.

En lo relativo al desarrollo de la Tecnología del Adobe, y en general a las construcciones con tierra habrá que hacer todavía muchos trabajos de investigación. Entre tales menciona **Urbano (3)**. Variantes para la estabilización del adobe mediante el empleo de cal, cemento, compresión mecánica y otras formas. Búsqueda de nuevas alternativas para el refuerzo de la albañilería de adobe. Profundización de los conocimientos sobre el comportamiento estructural de la albañilería de adobe, sobre todo en base a estudios de tipo dinámico.

**Llana Aparicio (4)**, en su trabajo de investigación. Resistencia del adobe con sustitución de la paja en 50% y 100% por viruta de madera. Huanchac – Huaraz. El objetivo de esta investigación es Determinar la resistencia a la compresión de

una unidad de adobe cuando se sustituye la paja en 50% y 100% por viruta de madera en comparación con una unidad convencional. Huanchac-Huaraz. La Norma Peruana E.080 define al adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad y evite las fisuras por contracción de secado, sin embargo, se observa que la resistencia a la compresión de un adobe convencional como es el adobe con paja tiene una baja resistencia el cual puede ser mejorado con otro tipo de material como el utilizado en esta investigación (viruta de madera), siendo un componente orgánico, económico, fácil de conseguir y que se adhiere bien con el barro generando una mayor consistencia entre los elementos. Así se muestra en los resultados finales de la investigación la resistencia a la compresión mayor del adobe con sustitución de paja por viruta de madera en un 100% al adobe patrón (adobe hecho con paja) y con diferencias significativas estadísticamente. Además, se puede observar que por la calidad de tierra utilizada y cumplir con los parámetros de la norma E-080, es una tierra óptima para realizar adobes; el cual proporciona incluso al adobe patrón una resistencia mayor al mínimo que establece la norma.

**Carhuanambo (5)**, en su investigación “Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta en el departamento de Cajamarca”, para obtener el grado de ingeniero civil, tesis cuyo propósito es generar información sobre la influencia de la adición de fibras vegetales de viruta de Eucalipto en los bloques de adobe compactado. En este proyecto de investigación se usa una metodología a través de ensayos y pruebas de laboratorio a los que son sometidos las muestras con 0%, 1.5%, 3.0% y 4.5% de viruta, la información obtenida en laboratorio, se procesó en gabinete en tablas y cuadros de Microsoft Excel empleando fichas de recolección de datos en campo, tablas, gráficos estadísticos e indicadores estadísticos. Se concluyó que

la unidad del adobe compactado con viruta muestra un aumento de resistencia, en cuanto a compresión se acrecentó su resistencia en un 46% con respecto al adobe patrón (21.17 kg/cm<sup>2</sup>), mostrando los siguientes resultados en sus porcentajes de 1.5%, 3.0% y 4.5%, obtuvo una resistencia de 28.04 kg/cm<sup>2</sup> (32%), 29.79 kg/cm<sup>2</sup> (40%) y 30.94 kg/cm<sup>2</sup> (46%) respectivamente.

**Morales, Ortiz y Alavés (6)**, el artículo científico “Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe Compactado” – México, trabajo de investigación cuyo propósito es mejorar las características mecánicas del adobe compactado, tomando como referencia trabajos previos desarrollados en el estado de Oaxaca. En este proyecto de investigación se usa una metodología a través de ensayos y pruebas de laboratorio a los que son sometidas las muestras con adición de ocho porcentajes de cemento Portland entre 2% y 16%. Se concluyó que la unidad del adobe compactado y estabilizado con cemento Portland en un 2%, 4%, 6%, 8%, 10%, 12%, 14% y 16% dio los siguientes resultados: La resistencia a compresión del bloque de adobe patrón es de 38 kg/cm<sup>2</sup> y en comparación con los resultados de los porcentajes estudiados, se obtuvo que con la adición de 2%, la resistencia disminuye a 32 kg/cm<sup>2</sup> (15.80%) y que a partir de la adición de 4%, las muestras empezaron a aumentar su resistencia la cual va desde 48 kg/cm<sup>2</sup> (26.31%) hasta 105 kg/cm<sup>2</sup> (176.31%).

**Estrada & Luna (7)**, en su tesis “Estudio de la paja Ichu en las propiedades del adobe en Cajamarca”, tuvieron como objetivo analizar las propiedades mecánicas del adobe, para lo cual elaboraron especímenes con diferentes porcentajes y longitudes de paja Ichu, llegando a las siguientes conclusiones: los especímenes que alcanzaron mayor resistencia a la compresión fueron los que se le agregaron 2% de paja Ichu en peso y con longitud de fibra de 7 cm. Por otro lado, los especímenes que alcanzaron una mejor resistencia a los esfuerzos

de flexión fueron a los que se les adicionó 2.5% de paja Ichu y con una longitud de fibra de 5 cm.

**Jiménez & Llanos (8)**, en su tesis “Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento” tuvieron como finalidad en su investigación aplicar los estudios realizados para bloques corrientes y estabilizarlos para obtener un adobe con mejores condiciones de resistencia y durabilidad, elaborando especímenes los cuales se estabilizaron con paja ichu, aserrín, yeso, melaza, asfalto, llegando a las siguientes conclusiones: la adición de inertes, paja ichu, aserrín, yeso, melaza, asfalto en la elaboración de adobes incrementa su resistencia a la compresión, flexión y mejora su durabilidad frente a la humedad. La resistencia a compresión simple tuvo como mejor resultado la muestra con 5% de aserrín con un esfuerzo de 50.30 kg/cm<sup>2</sup>. En resistencia a flexión por tracción se obtuvo los mejores resultados para la muestra con 5% de aserrín con un esfuerzo a la rotura de 11.07 kg/cm<sup>2</sup> y la muestra con 2.5% de paja ichu con un esfuerzo a la rotura de 10.12 kg/cm<sup>2</sup>.

**López Gálvez & Bernilla Carlos (9)** en su Investigación “Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí. Programa Cobe - 1976” evaluaron un conjunto de 100 viviendas construidas en el año 1976 con Adobe estabilizado denominado Programa COBE (Construcción con Bloques Estabilizados), que abordó el problema de la estabilización de suelos mediante el uso del asfalto RC250 y emulsiones asfálticas, habiéndose captado la información tecnológica procedente de los Estados Unidos en la ex-cooperativa Cayaltí, Chiclayo-Lambayeque. Emplearon una metodología que permitió establecer un diagnóstico consistente en la verificación “in situ”, levantamiento y actualización de la información física, la opinión de los pobladores habitantes del lugar, que permitieron verificar el grado de aceptación tanto en la parte funcional-arquitectónica como en el aspecto constructivo.



**Solano Garcido & Aliaga Diaz (10)** en su tesis “Sistema Constructivo con adobón in situ utilizando refuerzos verticales y horizontales” (Cajamarca), tuvieron dentro de sus objetivos principales: Emplear los materiales mejor seleccionados, introduciendo los refuerzos interiores incrementando la resistencia y ductilidad ante un sismo, Proponer nuevas tecnologías y materiales para viviendas económicas, Lograr una vivienda con adobón, económica, funcional y resistente a sollicitaciones externas. Para lo cual clasificaron una tierra adecuada, a la cual le agregaron ichu, agua y piedra (sistema de adobón) y reforzaron el sistema con madera de eucalipto tanto horizontal y verticalmente, para luego ensayar un muro con este sistema, llegando a la conclusión que, con una dosificación de tierra más paja ichu (2% en peso, 3:1 en volumen), una proporción de piedra (de 2” a 5” aproximadamente) de 50% con relación al barro; y los refuerzos de varas de eucalipto vertical y horizontalmente, mejoran la resistencia de los muros con adobones, indicando que la piedra le da al sistema buena consistencia y que el barro bien preparado con dos días de dormido le proporciona buena adherencia, y al no tener juntas verticales ni horizontales, permiten la continuidad del muro.

## **1.2. BASES TEÓRICAS.**

### **1.2.1. De la ley.**

#### **a. Ley general del ambiente (Ley N°28611) (11)**

La ley General del Ambiente establece principios y normas básicas para que se asegure el derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una correcta gestión ambiental, protección y conservación del ambiente.

Artículo 66: De la Salud Ambiental

1: La prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental: Es responsabilidad del Estado, a través de la Autoridad de Salud y de las personas naturales y jurídicas dentro del territorio nacional, contribuir a una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generan riesgos a la salud de las personas.

2: La política Nacional de Salud incorpora la política de salud ambiental como área prioritaria, a fin de velar por la minimización de riesgos ambientales derivados de las actividades y materias comprendidas bajo el ámbito de este sector.

**b. Ley N°26842: “Ley General de la Salud” (12). 20/07/1997**

Establece que: “Toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o contaminantes en el agua, aire, o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente”

**c. Decreto Legislativo 635: “Código Penal (13). 08/04/1991**

Establece responsabilidad criminal para aquel que, violando las normas de protección ambiental, contamina el ambiente introduciendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna o en los recursos hidrobiológicos.

**d. Ley 23407: “Ley General de Industria” (14). Mayo 1982.**

Establece que las empresas industriales deberán desarrollar sus actividades sin afectar el medio ambiente, alterar el equilibrio de los ecosistemas, ni causar perjuicio a las colectividades.

### **1.2.2. Del adobe**

Es posible hacer ladrillo de adobe con cualquier tipo de tierra, ellos no exigen una mezcla precisa de arcilla y arena. Se Secan al Sol y no llevan más que unos pocos días para quedar listos. La observación es necesaria, sin embargo, la calidad de los ladrillos (mayor o menor resistencia) van a resultar de la calidad de la tierra. El ideal para hacerse los ladrillos es el barro con 30% de arcilla en su composición.

**<https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/> (15)**

La humanidad lleva construyendo con bloques de adobe desde hace unos 10.000 años. De hecho, en la actualidad la construcción con tierra sigue siendo la más extendida en el mundo. ¿Sabías que el 50% de las casas del mundo están hechas con tierra?

Hoy en día la construcción con ladrillos de adobe se ha modernizado bastante. Hay máquinas que preparan la mezcla y le dan forma de manera automática y hay empresas donde puedes comprar bloques de adobe artesanos. Pero si lo que queremos es construir nuestra propia casa la mejor solución es aprender a hacer los adobes nosotros mismos.

#### **a. De la preparación del material.**

El elemento principal de la mezcla para hacer adobes es la tierra. La tierra más adecuada es la que está compuesta por entre un 20% y un 30% de arcilla y el resto de arena. La tierra no es adecuada si tiene limos (légamo) o materia orgánica (humus).

Para comprobar si la tierra que vamos a utilizar tiene la proporción adecuada de arcilla y arena podemos hacer una masa añadiendo un poco de agua y hacer bolas con la tierra. Si se deshacen con facilidad, probablemente la tierra contenga demasiada arena y debemos hacer

pruebas de dureza con los adobes para ver si son adecuados para la construcción. [\*\*https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/\(15\)\*\*](https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/(15))

Un material opcional que podemos añadir es la paja (de trigo, preferiblemente). Ayuda a darle resistencia a los bloques de adobe y evita que se resquebrajen durante el secado. La tierra es un material que resiste muy bien a compresión, pero no trabaja tan bien a tracción, así que la paja ayuda a darle esta propiedad al adobe.

La mezcla debe contener 4 partes de tierra y 1 parte de paja triturada. Si la tierra es demasiado arcillosa, puede añadirse 1 parte de arena. Se mezcla todo en seco y se añade agua hasta darle una consistencia moldeable pero que no se pegue a los pies cuando la pisemos. [\*\*https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/\(15\)\*\*](https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/(15)).

#### **b. Del tamaño del molde**

Existen distintos tamaños de ladrillos de adobe. Las dimensiones más comunes son las siguientes:

- **Latinoamérica** 38cm de largo – 35cm de ancho – 12cm de alto
- **España.** 30cm de largo – 15cm de ancho – 10cm de alto
- **Nuevo México (EE.UU.)** 14 pulgadas de largo – 10 pulgadas de ancho – 4 pulgadas de alto.

En realidad, no importa qué tamaño elegimos para hacer nuestros adobes. Es más, podemos hacerlos más grandes o más pequeños. Lo más importante es que nos sintamos cómodos con sus dimensiones y su peso para manipularlos.

Los moldes los podemos fabricar con listones de madera, formando huecos con las dimensiones que queramos para los ladrillos de adobe.

Los podemos hacer todo lo elaborados que queramos, incluso con asas en los extremos para poder retirar los moldes una vez que los adobes estén secos. [https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/\(15\)](https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/(15)).

#### **c. Del secado del adobe**

La mezcla debe reposar sin quitar los moldes durante al menos 1 hora. Deben de estar algo secos para evitar que se dañen los ladrillos al retirarlos del molde. Hay que dejar secar los adobes durante unos 2-3 días, hasta que las esquinas empiecen a estar blancas (indica que están secas). Pasado este tiempo, podemos girarlos y ponerlos de canto para que se sequen mejor. Tardarán aproximadamente 1 semana más en estar completamente secos. Si los bloques de adobe se resquebrajan durante el secado significa que la tierra contiene demasiada arcilla y deberíamos añadirle arena a la mezcla. Durante el periodo de secado podemos aprovechar para cepillar los excesos de barro y paja en los cantos y las esquinas de los adobes.

#### **d. Probando la dureza de los adobes**

Una vez se hayan secado completamente los adobes, debemos probar su resistencia. Para ello podemos dejar caer uno o dos de ellos para ver si se rompen. Levantamos el adobe hasta una altura de un metro aproximadamente y lo dejamos caer sobre el canto estrecho. Deberían aguantar la caída con poco o ningún daño.

Siempre es conveniente hacer una prueba de dureza con 3 o 4 ladrillos de adobe cada vez que utilicemos tierra de un origen distinto para comprobar que es apta para la construcción.

Si se rompen, probablemente es porque la tierra contenga demasiada arena y no nos sirve para construcción (habría que estabilizar la mezcla con un aditivo). [https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/\(15\)](https://ecocosas.com/construccion/el-adobe/(15)).

### 1.2.3. Cómo hacer ladrillos de adobe estabilizados.

Los adobes se pueden estabilizar añadiendo un aditivo (cemento, cal o emulsión asfáltica) a la mezcla de tierra.

Los ladrillos de adobe semi-estabilizados resisten más a la lluvia y no se resquebrajan durante el proceso de secado. Los adobes estabilizados son muy resistentes al agua y resisten mejor a la ruptura y la erosión.

Si queremos ser bioconstructores puristas no debemos utilizar estabilizantes artificiales (cemento o emulsión asfáltica). Sin embargo, estabilizar los adobes puede ser una solución si no disponemos de paja para añadir a la mezcla o la tierra que tenemos en nuestro terreno es demasiado arenosa.

Para hacer ladrillos de adobe semi-estabilizados, por cada 20 partes de tierra habrá que echar 1 parte de cemento (4%-5% del peso).

Para hacer ladrillos de adobe estabilizados habrá que echar 2-3 partes de cemento por cada 20 partes de tierra (10%-12% del peso).

**[https://eudomus.com/como-hacer-ladrillos-de-adobe/\(16\)](https://eudomus.com/como-hacer-ladrillos-de-adobe/(16))**

La tierra es el material de construcción más antiguo del que se tenga referencia en el mundo. Muchas de las culturas que florecieron en la antigüedad como la cultura maya o la cultura Inca desarrollaron técnicas para la construcción con tierra de sus viviendas y de sus depósitos de alimentos de sus tumbas y templos.

La tierra es un material de construcción, que tiene muy poca aceptación en nuestro medio rural a pesar que se encuentra en abundancia. También es un material muy apreciado porque las construcciones hechas con tierras son frescas en el verano y abrigadas en el invierno. **Urbina (17)**.

Factores que determinan la calidad del ladrillo. La calidad y durabilidad de los ladrillos dependen de estos dos factores:

- La formulación. - La calidad y porcentaje de arcilla en la composición de la mezcla determinan la resistencia mecánica del ladrillo, igualmente el porcentaje de desengrasantes, insumos agregados y granulometría.
  - La cocción. - Los ladrillos de cerámica roja adquieren su resistencia mecánica por medio del tratamiento térmico conocido como sinterización, el cual se da cuando los puntos de contacto de los granos adyacentes se funden en una fase vítrea y se unen. Este proceso conocido como sinterización vítrea, empieza generalmente a los 800°C y continua hasta temperaturas cercanas a los 1200°C, cuando tiene lugar la fusión y recristalización de los materiales.
- GBPAL (18).**

El empleo de residuos con capacidad puzolánicos procedentes de materiales, como las cenizas de combustión de residuos vegetales y su aplicación en la fabricación de ladrillos puzolánicos ecológicos, así como la propia elaboración de los mismos, aunque la bibliografía citada permite suponer que su empleo permitirá alcanzar los parámetros resistentes mínimos exigidos en la normativa actual vigente sobre piezas para fábrica de albañilería. **Oti et al (19).**

Por otro lado, también se está considerando el empleo de aditivos en forma de fibras vegetales o animales en el proceso de elaboración de los ladrillos puzolánicos. Cabe destacar que la adición de fibras vegetales, garantiza la disminución de las grietas, limita la contracción de la pieza, aligeran los ladrillos y disminuyen el tiempo de curado. **Galán et al (20); Bouhicha et al (21).**

Además de todo lo anteriormente comentado, merece la pena mencionar el impacto medioambiental que no se generaría elaborando ladrillos

puzolánicos ecológicos en frío. Algunas fuentes independientes, indican que la fabricación tradicional de ladrillos cocidos tiene un importe energético de 4186.8 MJ por cada tonelada de ladrillos producidos con una temperatura de cocción entre 900 y 1200°C. Además, el proceso de cocción libera a la atmosfera alrededor de 202 Kg de CO<sub>2</sub>/tonelada. Por otro lado, los sistemas tradicionales de elaboración de adobes con secado al sol, empleados en regiones muy secas como los países musulmanes, tienen un coste energético de 525.6 MJ/Tm y unas emisiones de CO<sub>2</sub> de 25,1 Kg/Tm.

Este reducido coste energético se debe principalmente a una elaboración muy tradicional, localizada en las zonas más pobres de dichas regiones y con gran cantidad de mano de obra barata. La elaboración de este tipo de ladrillos necesita una maquinaria con muy poco gasto energético, con lo que diversos estudios han promulgado que el coste energético de la fabricación de ladrillos puzolánicos en frío se sitúa en 657,1 MJ/Tm y unas emisiones totales de 40,95 Kg/Tm de CO<sub>2</sub>. Estas cifras, hacen que este nuevo producto sea siete veces más ecológico y respetuoso con el medioambiente que los ladrillos tradicionales cocidos y además, la incorporación en el proceso de fabricación de residuos como los utilizados en este trabajo, aumentan de manera exponencial su sostenibilidad y contribuyen enormemente a la lucha contra el calentamiento global de la tierra. **Oti et al (19); BDA (22).**

#### **1.2.4. Ladrillos ecológicos**

Los ladrillos ecológicos son ladrillos construidos con materiales que no degradan el medio ambiente y cuya fabricación también es respetuosa con éste, frente a los ladrillos habituales cuya fabricación y materiales no es tan inocua. **<http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos> (23).**



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

#### **1.2.5. Adobe compactado**

Pieza para fábrica de albañilería generalmente en forma de paralelepípedo rectangular, obtenida por compresión estática o dinámica de tierra húmeda, seguida de un desmolde inmediato, y que puede contener estabilizantes o aditivos para alcanzar o desarrollar las características particulares de los productos. **NORMA UNE 41410 (24)**. Para **Bestraten, Hormías & Altemir (25)**; los adobes compactados son piezas prismáticas de tierra que se fabrican con moldes. Teniendo como su principal característica que la tierra es comprimida dentro del molde, aumentando su compacidad y así, su resistencia mecánica. La mezcla suele llevar estabilizantes como cal o cemento. El adobe compactado surge como una alternativa para retomar el uso del suelo como material de construcción, debido a que presenta mejores características mecánicas, al mejorar el proceso de fabricación y propiedades estructurales proporcionadas por el proceso de compactación. **Morales, Ortiz, & Alavéz (6)**. Para que la compactación sea óptima, obliga que la tierra carezca de áridos superiores a 20 mm. Y debe contener finos y limos en proporciones suficientes. **Norma UNE 41410 (24)**. Además, la capa vegetal del suelo, que no es aconsejable para la construcción con tierra en general, es especialmente intolerable en los adobes

compactados, ya que su descomposición dejaría huecos que no deberían existir.

**a. Aserrín**

Es una materia orgánica de difícil degradación, se compone principalmente de fibras de celulosa unidas con lignina. Según análisis, su composición media es de un 50% de carbono (C), un 42% de oxígeno (O), un 6% de hidrógeno (H) y un 2% de nitrógeno (N) asociado a otros elementos. La celulosa es un polisacárido estructural (forma parte de los tejidos de sostén) formado por glucosa que forma parte de la pared de las células vegetales. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente un 40% de celulosa; en células de madera añosa este porcentaje alcanza a un 50%. **Basaure (26).**

**b. Contenido de humedad de un suelo: W (%)**

Esta propiedad física del suelo es de gran utilidad en la construcción civil y se obtiene de una manera sencilla, pues el comportamiento y la resistencia de los suelos en la construcción están regidos, por la cantidad de agua que contienen. El contenido de humedad de un suelo se determina como la relación que existe entre el peso del agua ( $W_w$ ) contenida en la muestra y el peso de su fase sólida ( $W_s$ ). Se expresa en porcentaje. **Juárez & Rico (27).**

Fórmula 1. Contenido de Humedad

$$W(\%) = \frac{Ww}{Ws} * 100$$

Fuente: ASTM C566-97, 2004

Donde:

Ww = Peso del agua contenida en la muestra

Ws = Peso de su fase sólida

- c. Propiedades mecánicas:** Esfuerzos admisibles del adobe. Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse. Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos. **Reglamento Nacional de Edificaciones, E-080 (28)**

Fórmula. Resistencia a Compresión de la Unidad

$$f_o = 12 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia a la Compresión de la Unidad

La resistencia a la compresión de la albañilería ( $f'b$ ) es su propiedad más importante. En términos generales, define no solo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro (Enciso, 2016). La resistencia a compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última ( $f_o$ ) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas. Los

ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de ( $f_o$ ) mínimo aceptable de 12 kg/cm<sup>2</sup> . La resistencia a la compresión de la unidad es un índice de la calidad de la misma y no de la albañilería. (Reglamento Nacional de Edificaciones, E-080, 2006)

La resistencia característica a compresión axial de la unidad ( $f'b$ ), se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. **Reglamento Nacional de Edificaciones, E-070 (29).**

Fórmula. Resistencia a la Compresión simple

$$F_b = P_m / A_b$$

Fuente: NTP. 399.613, 2003

Donde:

$F_b$  = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm<sup>2</sup>)

$P_m$  = Carga máxima de rotura (kg)

$A_b$  = Área bruta de la unidad de albañilería (cm<sup>2</sup>)

Fórmula 10. Resistencia a la Compresión característica ( $f'b$ )

$$f'b = f_b - \sigma$$

Fuente: NTP. 399.613, 2003

Donde:

$f'b$  = Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (Kg/cm<sup>2</sup>)

$\sigma$  = Desviación estándar

#### 1.2.6. Tipos de ladrillos ecológicos

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

- Cenizas de carbón: Esta fue una idea de un ingeniero civil, Henry Liu, en 1999, con un doble beneficio ecológico. Con este material los ladrillos se obtienen a 212 grados en 10 horas y se aprovechan los 45 millones de toneladas de residuos del mismo que generan las centrales térmicas de carbón.
- Cáñamo y paja: Este ladrillo ecológico ya ha sido usado por empresas españolas. Pese a la aparente fragilidad de los materiales su dureza es semejante a los convencionales. Cuentan con la desventaja de ser más caros pero aíslan muy bien de la temperatura exterior. Ello supone un ahorro del gasto de energía en calefacción y aire acondicionado, por lo que amortiza pronto su precio.  
**<http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecologicos> (23).**

#### **1.2.7. Ventajas de los ladrillos ecológicos.**

- Menor perjuicio para la naturaleza, ya que su fabricación requiere menos energía y residuos, así como el reciclaje de otros materiales de desecho.
- Son mejores aislantes del frío y del calor exterior, con lo que se gasta menos energía en el hogar.
- En algún caso son más económicos que los convencionales, pero cuando no es así, al ser mejores aislantes, el ahorro de energía amortiza la diferencia.
- Los materiales de los ladrillos ecológicos hacen que éstos sean más ligeros y manejables para el trabajador agilizando el tiempo de construcción y disminuyendo los gastos.
- Se consigue eliminar el impacto ambiental de estos residuos.

### **1.2.8. Desventaja de los ladrillos ecológicos.**

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

### **1.2.9. Clasificación de los ladrillos ecológicos.**

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.

### **1.2.10. Norma E.080 ADOBE**

**Artículo 1.- Alcance.** La norma comprende lo referente al adobe simple o estabilizado como unidad para la construcción de albañilería con este material, así como las características, comportamiento y diseño. El objetivo del diseño de construcciones de albañilería de adobe es proyectar edificaciones de interés social y bajo costo que resistan las

acciones sísmicas, evitando la posibilidad de colapso frágil de las mismas. Esta Norma se orienta a mejorar el actual sistema constructivo con adobe tomando como base la realidad de las construcciones de este tipo, existentes en la costa y sierra. Los proyectos que se elaboren con alcances y bases distintos a los considerados en esta Norma, deberán estar respaldados con un estudio técnico.

### **Artículo 3. Definiciones**

- **Adobe.** Se define el adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos.
- **Adobe Estabilizado.** Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (asfalto, cemento, cal, etc.) con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad.

### **Artículo 4.- Unidad o bloque de adobe**

- **Requisitos Generales**

La gradación del suelo debe aproximarse a los siguientes porcentajes: arcilla 10 – 20 %, limo 15 – 25% y arena 55 – 70%, no debiéndose utilizar suelos orgánicos. Estos rangos pueden variar cuando se fabriquen adobes estabilizados. El adobe debe ser macizo y solo se permite que tenga perforaciones perpendiculares a su cara de asiento, cara mayor, que no representen más de 12% del área bruta de esta cara. El adobe deberá estar libre de materias extrañas, grietas, rajaduras u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.

- **Formas y dimensiones**

Los adobes podrían ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales.

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

- a) Para adobes rectangulares el largo sea aproximadamente el doble del ancho.
- b) La relación entre el largo y la altura debe ser del orden de 4 a 1.
- c) En lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm.

- **Recomendaciones para su elaboración**

Remojar el suelo y retirar las piedras mayores de 5mm y otros elementos extraños. Mantener el suelo en reposo húmedo 24 horas. Secar los adobes bajo sombra.

#### **Artículo 8.- Esfuerzos admisibles**

Los ensayos para la obtención de los esfuerzos admisibles de diseño considerarán la variabilidad de los materiales a usarse. Para fines de diseño se considerará los siguientes esfuerzos mínimos. Resistencia a la compresión de la unidad:  $f'_{b}$  kg/cm<sup>2</sup>.

- **Resistencia a la Compresión de la Unidad.**

La resistencia a la compresión de la unidad se determinará ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de la unidad de adobe. El valor del esfuerzo resistente en compresión se obtendrá en base al área de la sección transversal, debiéndose ensayar un mínimo de 6 cubos, definiéndose la resistencia última ( $f_o$ ) como el valor que sobrepase en el 80% de las piezas ensayadas.

Los ensayos se harán utilizando piezas completamente secas, siendo el valor de  $f_o$  mínimo aceptable de 12 kg/cm<sup>2</sup>. **Norma E-080 Adobe (28).**



### 1.2.11. Preparación del barro.

#### 1. Escoger el suelo aparente

No todos los suelos son apropiados para preparar barro. La tierra que es aparente para preparar barro tiene que poseer ciertas características cementadas, es decir, ser una mezcla proporcionada de gravilla, arena y arcilla. La arena, por ejemplo, no debe estar en una proporción mayor a 15% del peso de la muestra porque los adobes fabricados con porcentajes mayores, dígame del orden del 20%, ya son adobes débiles. **Urbina (17).**

Puede decirse en forma general que la arena no es adecuada para construcción con tierra. El barro arenoso y el arcillo-arenoso son apropiados para apisonados y construcción con bloques cuando estos son prensados y hechos con máquina. La arcilla arenosa es propia para adobes. La arcilla limosa, el barro arcillo limoso y las tierras arcillosas no son apropiadas para construcción sin mezclas adecuadas. **Urbina (17).**

#### 2. Batido del barro

Se junta la tierra seleccionada formando una especie de cono truncado debido a que en la parte superior de la pirámide se ha formado una especie de cráter. Se agrega agua a la tierra tratando de llenar el cráter y mezclándola con la ayuda de una palana. Cuando la masa ha adquirido la consistencia pastosa, prueba de que se ha humedecido por completo, se le agrega paja picada en tamaños aproximados a los 5 cm de longitud y en una proporción igual a una parte de paja por cada 8 partes de barro. **Urbina (17).**

### 3. Formas de utilización del barro.

El barro se utiliza principalmente de tres formas: Vaciándola directamente en la forma que se quiere construir; moldeándola en bloques o adobes y como pasta en el recubrimiento de muros de quincha. **Urbina (17).**

El método de adobes puede usarse para fabricar paredes, vaciando en moldes tierra mezclada con agua y paja, o alguna otra fibra vegetal, algo parecido al concreto monolítico de cemento Portland. El vaciado, o moldeado, se hace en capas de 15 – 60 centímetros de profundidad, según las circunstancias. Una desventaja de este método es la necesidad de dejar el molde sin moverlo hasta que la mezcla esté suficientemente endurecida.

Otra desventaja es que debido al enjutamiento durante el secado es posible que resulten grietas en las paredes construidas en esta forma, muchas más que en las construidas de bloques o ladrillos. Por estas razones, la construcción con bloques de tierra fue siempre preferida y, por consiguiente, el término “adobe” se aplica ahora a la construcción de paredes con bloques de tierra o ladrillos hechos con una mezcla mojada y plástica compuesta de tierra y agua, con o sin adición de otros materiales. **Cytryn (30).**

#### 1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

- **Fibras estabilizantes:** Las fibras como estabilizantes impiden la aparición de fisuras y siguen actuando con el tiempo; también cumplen la función de articular la estructura y volverla flexible ante movimientos sísmicos. **Arteaga, Medina & Gutiérrez (31).**

- **Paja:** La paja o ichu es un pasto que crece en altitudes comprendidas entre los 3,300 a 4,500 msnm, son plantas de climas fríos, de allí que abunda en las jalcas de nuestra serranía. Es un material fibroso de forma bastante fina, que se puede emplear para la fabricación de adobes con el fin de absorber las tensiones provocadas por la contracción de la mezcla suelo-agua como consecuencia del secado. El elevado porcentaje de lignina hace que esta planta sea resistente a la descomposición producida por microorganismos. **Jimenez & Llanos (8).**
- **BTC.** Son las siglas para bloques de tierra comprimida. Como el adobe, son piezas prismáticas de tierra que se fabrican con moldes. Sin embargo, la principal característica del BTC es que la tierra es comprimida dentro del molde, aumentando su compacidad y así, su resistencia mecánica. La mezcla suele llevar estabilizantes con cal o cemento. **S. Bestraten et al (25).**
- **Tierra.** Es el principal componente de los BTC. Es el elemento que da cuerpo y solidez al bloque. Está compuesta básicamente por áridos, limos y arcilla. Los áridos y los limos conforman el esqueleto resistente que soportan las cargas y evitan la fisuración. La variedad es su granulometría, le confiere distintas propiedades, dependiendo de gruesos, finos y limos. **R. Etchebarne et al (32).**
- **Arcilla.** La arcilla es una roca sedimentaria contribuyente esencial de gran parte de los suelos y sedimentos debido a que son, en su mayor parte, productos finales de la meteorización de los silicatos que, formados a mayores presiones y temperaturas, se hidrolizan.
- **Estabilizantes.** Los estabilizantes mejoran las propiedades físicas del adobe, aumentando su resistencia, evitando la retracción durante el secado, evitando su erosión, impidiendo el alojamiento de insectos, mejorando la resistencia a

la corrosión del agua. Son productos que interaccionan con los elementos de la tierra mejorando sus características en los aspectos antes señalados. Existen multitud de sustancias como ejemplo de estabilizadores: cal, yeso, cemento, resinas, polímeros, aceites, grasas, ceras, orín, estiércol, paja, etc.

**[http://gracomaq.net/index\\_archivos/estabilizantes.htm](http://gracomaq.net/index_archivos/estabilizantes.htm)**

- **Agua.** El agua es el agente que permite que las reacciones químicas de los estabilizantes se generen y el elemento que hace que la tierra gane plasticidad, básicamente mediante la absorción por parte de la arcilla. Por lo tanto, el agua es el componente que activa las propiedades de todos los demás para producir la pieza de tierra. **R. Etchebarne et al (32).**

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

#### 2.1.1. Hipótesis general.

El tipo de tierra influye en la variación de resistencia a la Compresión  $f'b$  del adobe con 30% de cascara de arroz en Zungarococha en la región Loreto.

#### 2.1.2. Hipótesis específicas.

- El tipo de tierra influye en la resistencia de compresión en  $\text{kg/cm}^2$  de adobe con 30% de cascara de arroz.
- El tipo de tierra influye en el peso seco en kg del adobe con 30% de cascara de arroz.

### 2.2. VARIABLES Y SU OPERACIONALIZACIÓN.

#### 2.2.1. Identificación de las Variables.

X: Tipo de tierra.

Y: Resistencia a la compresión.

#### **Variable Independiente (x)**

X1. Tipo de tierra

X1.1. Tierra arcillosa

X1.2. Tierra arcillo arenosa

#### **Variable dependiente (y)**

Y1. Resistencia

Y1.1. Compresión de adobe  $f'b$

Y1.2. Peso seco de adobe

### 2.2.2. Operacionalización de las variables.

| <b>VARIABLES INDEPENDIENTE</b> | <b>INDICADORES</b>                                  | <b>INDICES</b>          |
|--------------------------------|---|-------------------------|
| Tipo de Tierra                 | X1: Tierra arcillosa<br>X2: Tierra arcillo arenosa. | %<br>%                  |
| <b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>    | <b>INDICADORES</b>                                  | <b>INDICES</b>          |
| Y: Resistencia a la compresión | Y1: Mecánica<br>Y2: Contenido de humedad            | Kg/cm <sup>2</sup><br>% |

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. TIPO Y DISEÑO.**

#### **3.1.1. Tipo de investigación.**

El tipo de estudio fue el cuantitativo, experimental, explicativo, transversal y prospectivo que sirvieron para obtener los datos numéricos, cuyos valores nos permitió realizar los procedimientos estadísticos y lograr obtener resultados válidos y confiables para la toma de decisiones.

#### **3.1.2. Diseño Metodológico.**

El Diseño de la investigación fue experimental donde se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA), donde se manipuló la variable independiente con mayor porcentaje de pasto, para analizar luego la variable dependiente resistencia a la compresión y determinar la influencia que tuvo.

### **3.2. DISEÑO MUESTRAL.**

#### **3.2.1. Población objetivo.**

Tomando como referencia los tratamientos de estudio planteados y el tamaño de la población, donde el tamaño de la población objetivo fue en total 12.

#### **3.2.2. Muestra.**

Las muestras de adobe fueron igual a los de la población.

### **3.3. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

#### **3.3.1. Evaluación de los datos obtenidos.**

Para la evaluación de los datos obtenidos de cada variable estudiada, se utilizó la técnica del Diseño de Bloques al Azar (DCA), 2 tratamientos y 6 repeticiones, teniendo como modelo aditivo lineal el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_i B_j + E_{ij}$$

Donde:

U = Efecto de la media general

B<sub>j</sub> = Efecto de la j – ésima repetición

T<sub>i</sub> = Efecto del i – ésimo tratamiento

E<sub>ij</sub> = Efecto del error de la observación experimental

La obtención de datos de cada variable, se obtuvo de cada tratamiento estudiado con sus respectivas repeticiones.

#### **I. Fase de campo.**

1. Fabricación de los adobes
2. Evaluación desde el punto de vista ecológico, técnico, y social.
3. Validar el diseño de los adobes y posibles fallas generadas en el proceso de elaboración, con el fin de realizar las acciones correctivas necesarias.

#### **II. Fase de laboratorio.**

1. Realización de ensayos normalizados en laboratorios, a fin de establecer propiedades físicas-mecánicas.

#### **3.3.2. Procedimientos que se utilizó para la fabricación de los adobes.**

1. Se realizó el preparado de la mezcla, para tal fin se utilizó las siguientes concentraciones.

T1: Tierra arcillosa + 30% de cascara de arroz

T2: Tierra arcillo-arenosa + 30% de cascara de arroz



2. Se realizó la mezcla adicionando la cascara de arroz, la cual debe ser bien batido para tener una buena compactación y evitar bolsas de aire, se va adicionando agua , con el fin de lograr la cohesión de los agregados.
3. Cuando la mezcla adquiere consistencia uniforme, se le vierte a la adobera y se deja en reposo durante 24 horas.
4. Pasado los 3 días se ponen los adobes de canto. Luego de unos 12 días en esta posición los adobes se apilan en rumas, protegiéndolas del sol y de la lluvia. Se realiza la primera prueba a los 30 días en el campo.
5. Las muestras luego del secado se llevan al laboratorio de suelo para su prueba de resistencia.
6. Procesamiento de la información.

### 3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Para el procedimiento se empleará el diseño estadístico completamente al azar con dos (02) tratamiento y seis (6) repeticiones, haciendo un total de 2 tratamientos con 12 repeticiones.

#### ESQUEMA DEL ANALISIS DE VARIANCIA

| F.V.        | GRADOS DE LIBERTAD         |    |
|-------------|----------------------------|----|
| Tratamiento | $2t-1 = 2-1$               | 1  |
| Error       | $T(r-1) = 2(6-1)$          | 10 |
|             | $(r t)-1 = (2 \times 6)-1$ | 11 |

### 3.5. ASPECTOS ÉTICOS.

Se tuvo en cuenta la ética y las normas que señalan del buen investigador, donde se usó instrumento de mediciones adecuados, obteniendo datos confiables; además se manejó en forma adecuada a las muestras de adobe dándole las condiciones necesarias de ambiente para un buen secado.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. RESISTENCIA Y COMPRESIÓN.

#### 4.1.1. Fuerza (kn).

En el Cuadro 1, se presenta la prueba estadística de Wilcoxon para fuerza (kn), que muestra diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 1. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Fuerza (kn)**

| Variable    | Tratamientos    | Media | DE   | Mediana | W    | p-valor |
|-------------|-----------------|-------|------|---------|------|---------|
| Fuerza (kn) | Arcillosa       | 81.69 | 8.29 | 84.87   | 21.0 | 0.0022  |
|             | Arcillo arenosa | 32.00 | 4.45 | 32.80   |      |         |

- p-valor  $< 0.01$ . Significativo, Alfa=0.05

En esta prueba como se observa en el cuadro 1. el valor más alto de compresión ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de fuerza de 81.69 kn, valor mayor al promedio de la resistencia a compresión del adobe arcillo arenosa que fue de 32.00 kn.

#### 4.1.2. Prueba a la compresión. Esfuerzo (mpa).

En el Cuadro 02, se presenta la prueba estadística de Wilcoxon para esfuerzo (mpa), que muestra diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 2. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Esfuerzo (mpa)**

| Variable       | Tratamientos    | Media | DE   | Mediana | W    | p-valor |
|----------------|-----------------|-------|------|---------|------|---------|
| Esfuerzo (mpa) | Arcillosa       | 2.93  | 0.32 | 3.05    | 21.0 | 0.0022  |
|                | Arcillo arenosa | 1.13  | 0.14 | 1.15    |      |         |

- p-valor  $< 0.01$ . Significativo, Alfa=0.05

En esta prueba como se observa en el cuadro 2. el valor más alto de resistencia a compresión ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de esfuerzo de 2.93 MPa, valor mayor al promedio de la resistencia a compresión del adobe arcillo arenosa que fue de 1.13 MPa.

#### 4.1.3. Esfuerzo (kg/m<sup>2</sup>)

En el Cuadro 3, se presenta la prueba estadística de Wilcoxon para esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>), que muestra diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 3. Prueba de Wilcoxon para muestras independientes. Esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>).**

| Variable                       | Tratamientos    | Media | DE   | Mediana | W    | p-valor |
|--------------------------------|-----------------|-------|------|---------|------|---------|
| Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> ) | Arcillosa       | 28.62 | 2.90 | 29.74   | 21.0 | 0.0022  |
|                                | Arcillo arenosa | 11.21 | 1.56 | 11.49   |      |         |

- p-valor < 0.01. Significativo, Alfa=0.05

En esta prueba como se observa en el cuadro 3. el valor más alto de compresión ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de esfuerzo de 28.62 kg/cm<sup>2</sup>, valor mayor al promedio de la resistencia a compresión del adobe arcillo arenosa que fue de 11.21 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.4. Pérdida de peso (kg).

En el Cuadro 4, se presenta la prueba estadística t de Student para pérdida de peso (kg), que muestra diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 4. Prueba de t para muestras independientes. Pérdida de peso (kg).**

| Variable             | Tratamientos    | Media | M1-M2 | Varianza | LI (95) | LS (05) | pHmVar | T     | p-valor |
|----------------------|-----------------|-------|-------|----------|---------|---------|--------|-------|---------|
| Pérdida de peso (kg) | Arcillosa       | 1.55  | -0.28 | 0.02     | -0.46   | -0.11   | 0.985  | -3.58 | 0.005   |
|                      | Arcillo arenosa | 1.27  |       | 0.02     |         |         |        |       |         |

- p-valor < 0.01. Significativo, Alfa=0.05

En esta prueba como se observa en el cuadro 4. el valor más alto de pérdida de peso ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de 1.55 kg, valor mayor al promedio de pérdida de peso del adobe arcillo arenosa que fue de 1.27 kg.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

**Mantilla C. (33)** en su tesis de investigación indica que las propiedades físico-mecánicas han variado favorablemente con la incorporación de viruta y caucho al adobe, ya que la resistencia a compresión ha aumentado hasta en 36% en comparación al adobe tradicional (al adicionar 3% de viruta).

La resistencia más alta alcanzada en compresión corresponde a los bloques de adobes a los que se les adicionó 3% de viruta, obteniéndose una resistencia promedio de 30.25 kg/cm<sup>2</sup>, que en comparación con los adobes tradicionales representa un incremento del 36% en su resistencia. De los bloques de adobes con incorporación de caucho, los que presentan mejor resistencia a la compresión son a los que se les adicionó 2% de caucho, con un valor promedio de resistencia a compresión de 27.57 kg/cm<sup>2</sup>, que en comparación con los adobes tradicionales representa un incremento del 24% en su resistencia.

**Cumari, R. (34)** en su tesis de investigación obtiene que el tratamiento T1: 90% de tierra y 10% de paja obtuvo mayor resistencia a la compresión con 16.62 Kg/cm<sup>2</sup> ocupando el primer lugar el tratamiento T4: 60% de tierra y 40% de paja obtuvo menor resistencia a la compresión con un 13.03 Kg/cm<sup>2</sup>, ocupando el último lugar en donde podemos decir que a mayor contenido de paja se tiene menor resistencia a la compresión.

Los resultados del trabajo de investigación, demuestran que en el Cuadro 2, se presenta la prueba estadística de Wilcoxon para esfuerzo (mpa), que muestra diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

En esta prueba como se observa en el cuadro 2. el valor más alto de resistencia a compresión ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de esfuerzo de 2.93 MPa, valor mayor al promedio de la resistencia a compresión del adobe arcillo arenosa que fue de 1.13 MPa.

En el Cuadro 3, se presenta la prueba estadística de Wilcoxon para esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>), que muestra diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

En esta prueba como se observa en el cuadro 3. el valor más alto de compresión ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de esfuerzo de 28.62 kg/cm<sup>2</sup>, valor mayor al promedio de la resistencia a compresión del adobe arcillo arenosa que fue de 11.21 kg/cm<sup>2</sup>.

En el Cuadro 4, se presenta la prueba estadística t de Student para pérdida de peso (kg), que muestra diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

En esta prueba como se observa en el cuadro 4. el valor más alto de pérdida de peso ( $p < 0.01$ ), fue el adobe a base de tierra arcillosa con un promedio de 1.55 kg, valor mayor al promedio de pérdida de peso del adobe arcillo arenosa que fue de 1.27 kg.

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1. El uso de tierra arcillosa al adobe compactado artesanalmente incrementó la resistencia a compresión de fuerza de 32.0 a 81.69 kn, con respecto al adobe compactado con tierra arcillo arenosa, traduciéndose en un incremento en la resistencia de fuerza de 60.8 % con respecto al adobe compactado tierra arcillo arenosa.
2. La adición de pura tierra arcillosa al adobe compactado incrementó la resistencia a compresión de esfuerzo de 1.13 MPa a 2.93 MPa, convirtiéndose en un incremento en la resistencia del 61.4 % con respecto al adobe compactado con tierra arcillo arenosa.
3. La adición de pura tierra arcillosa al adobe compactado incrementó la resistencia a compresión de esfuerzo de 11.21 kg/m<sup>2</sup> a 28.62 kg/cm<sup>2</sup>, convirtiéndose en un incremento en la resistencia del 60.8 % con respecto al adobe compactado con tierra arcillo arenosa.
4. Tanto para resistencia a fuerza (kn), como compresión esfuerzo (kg/cm<sup>2</sup>) los valores más altos fueron obtenidos con el uso de tierra arcillosa, esto puede deberse que a mayor proporción de arcilla en la tierra aumenta el refuerzo que esta proporciona se hace más afectivo.

## **CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES**

1. Elaborar adobes con tierra arcillosa utilizando otros residuos orgánicos como viruta, estiércol de caballo, de vacunos.
2. Diseñar diferentes formas o tipos de moldes, dándoles formas y diseños múltiples.
3. Evaluar el aspecto económico y ambiental de su uso a nivel familiar y comercial, con el fin de masificar su uso.

## CAPÍTULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **Carcedo, M.** Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimida estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula. España-Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2012.
2. **Igarashi, L.** Reforzamiento Estructural de Muros de Adobe. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería; 2009.
3. **Urbano, S.** Investigación del Adobe en el Perú. Lima: Ministerio de Vivienda y Construcción; 2008.
4. **Llana Aparicio, Maria Felix Taisen.** Resistencia del adobe con sustitución de la paja en 50% y 100% por viruta de madera. Huanchac – Huaraz (Tesis). Huaraz: Universidad San Pedro; 2017. Disponible en:  
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/1505>
5. **Carhuanambo Villanueva, Jhenifer Thajana.** Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín, Cajamarca. Cajamarca: Universidad Privada del Norte; 2016.
6. **Morales, J., Ortiz, M., & Alavéz, R.** Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado (artículo científico). Naturaleza y Desarrollo, 41; 2007.
7. **Estrada & Luna.** Estudio de la Influencia de la paja Ichu en las Propiedades del adobe. Cajamarca; 1979.
8. **Jimenez, D. & Llanos, R.** Estudio del adobe fabricado en la ciudad de Cajamarca y su mejoramiento. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 1985.
9. **López Gálvez, J. & Bernilla Carlos, P.** (2012). Evaluación funcional y constructiva de viviendas con adobe estabilizado en Cayaltí, Lima: Programa COBE; 1976.
10. **Solano Garcido, F. & Aliaga Diaz, E.** Sistema constructivo con adobón in -situ utilizando refuerzos verticales y horizontales. Cajamarca; 1993.
11. **Congreso de la República.** Ley general del ambiente (Ley N°28611) publicada el 13 de octubre del 2005.
12. **Congreso de la República.** Ley N°26842: “Ley General de la Salud”. publicada el 20/07/1997.
13. **Congreso de la República.** Decreto Legislativo 635: “Código Penal. 08/04/1991.



14. **Congreso de la República.** Ley 23407: “Ley General de Industria”. Mayo 1982.
15. <https://ecocosas.com/construccion/el-adobe>
16. <https://eudomus.com/como-hacer-ladrillos-de-adobe/>
17. **URBINA, J.** Construcciones Rurales. Volumen I. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2010.
18. **GBPAL** - Guía de Buenas Prácticas Ambientales para ladrilleras artesanales; 2009.
19. **Oti, J. E. Kinuthia, J. M., Bai, J., J.** Engineering properties of unfired clay masonry bricks. Engineering Geology 107; 2009. 130 – 139.
20. **Galán, C.; Rivera, C.; Petric, J.** Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. Construction and Building Materials 24; 2010. 1462-1468.
21. **Bouhicha M., Aouissi F. & Kenai S.** Performance of composite soil reinforced with barley straw. Cement & Concrete Composite; 2005. 27, 617–21.
22. **BDA.** Brick Development Association; 2009.
23. <http://www.enbuenasmanos.com/ladrillos-ecológicos>
24. **Norma UNE 41410.** Normalización de la Tierra, NORMA UNE 41410. España; 2008.
25. **Bestraten, S., Hormías, E. & Altemir, A.** Construcción con tierra en el siglo XXI. Informes de la Construcción; 2010.
26. **Basaure, P.** Manual de Lombricultura. (23 de Octubre de 2008)  
Obtenido de:  
<http://www.manualdelombricultura.com/foro/dat.pl?cl=c&n=16676&>
27. **Juárez, E., & Rico, A.** Mecánica de Suelos. México: Limusa; 2005.
28. **Reglamento Nacional de Edificaciones.** Norma E-080. Adobe. Lima, Perú: ICG; 2006.
29. **Reglamento Nacional de Edificaciones.** Norma E-070. Albañilería. Lima- Perú; 2006.
30. **S. CYTRYN.** Construcción con tierra. Centro Regional de Ayuda Técnica; 1965.
31. **Arteaga, K., Medina, O. & Gutiérrez, O.** Bloque de tierra comprimida como material constructivo. Revista Facultad de ingeniería, UPTC; 2011. 55-68.

32. **Etchebarne, R., Piñeiro, G. y Silva, J. C.** Proyecto Terra Uruguay. Montaje de prototipos de vivienda a través de la utilización de tecnologías en tierra: adobe, fajina y btc". Construcción con Tierra, 2, 5-25. Buenos Aires: cihe-iaa, fadu uba; 2006..
33. **Mantilla Calderón, Jhon Cristian.** Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho (Tesis). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca; 2018.
34. **Cumari Mozombite, Rene Principe.** Evaluación de niveles de fibra de pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*) y su influencia sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de adobe Zungarococha (Tesis). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2018.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Análisis físico-químico de suelos



### INFORME TECNICO DE ANALISIS DE SUELO

**A** : Sr. Diego Benjamin Tello Treneman  
**Asunto** : Remite Resultado de análisis físicos, químicos de muestra de suelo.  
**Fecha de Muestreo** : Iquitos, 15 de agosto del 2020  
**Ubicación** : Puerto Almendra  
**Fecha** : 08 de setiembre del 2020

**Condición de muestras:** Se recepcionó en el laboratorio de análisis químico una (01) muestra de suelo seco sin preservar ( $pH < 2$ ), cuyos análisis practicados registran los siguientes resultados:

| FECHA: IQ.10/09/20 | MUESTRA SUELO | N° MUESTRA: 01 |
|--------------------|---------------|----------------|
| PARAMETROS:        | UNIDAD        | METODO         |

#### **FISICOS:**

|                    |       |                |       |
|--------------------|-------|----------------|-------|
| pH                 | ----- | Potenciometría | 4.01  |
| Conduct. Eléctrica | Umhos | Conductimetría | 6.12  |
| Textura: -Arcilla  | %     | Bouyoc         | 75.60 |
| -Arena             | %     | Bouyoc         | 21.30 |
| -Limo              | %     | Bouyoc         | 3.10  |

#### **QUIMICOS:**

|  |          |                        |       |
|--|----------|------------------------|-------|
| Mat.Orgánica (M.O)                                 | %        | Oxidación ( $H_2O_2$ ) | 1.95  |
| Calcio $Ca^{+2}$                                   | meq/100g | Titrición              | 4.20  |
| Magnesio $Mg^{+2}$                                 | meq/100g | Titrición              | 2.30  |
| Hierro $Fe^{+2}$                                   | meq/100g | Espectrofotometría     | 0.15  |
| Aluminio Camb. ( $Al^{+3} \rightarrow H^+, OH^-$ ) | meq/100g | Espectrofotometría     | 1.01  |
| Fósforo $P^{+3}$                                   | P.P.m.   | Espectrofotometría     | 15.02 |
| C.I.C.   | -----    | Cáculo                 | 5.33  |

#### **CONCLUSIONES:**

- El pH nos indica que es un suelo fuertemente ácido.
- Por la materia orgánica es de condición baja.
- La textura nos indica que es un suelo franco arcilloso - arenoso fino.
- Baja concentración de cationes en minerales, nos indica deficiente C.I.C.

#### **RECOMENDACIÓN:**

- Se recomienda usar el suelo para cultivos de cítricos, yuca, plátano y árboles maderables.

Atentamente,

  
HORACIO PAREDES ARMAS  
Ing. QUIMICO  
C.I.P. 32312



### INFORME TECNICO DE ANALISIS DE SUELO

A : Sr. Diego Benjamin Tello Treneman  
Asunto : Remite Resultado de análisis físicos, químicos de muestra de suelo.  
Fecha de Muestreo : Iquitos, 15 de agosto del 2020  
Ubicación : Puerto Almendra  
Fecha : 08 de setiembre del 2020.

Condición de muestras: Sin preservar - seca molida.

| Análisis Físico         | Unidad | Método         | Concentración  |                |
|-------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|
|                         |        |                | M <sub>1</sub> | M <sub>2</sub> |
| Ph                      |        | Potenciómetro  | 4.16           | 4.21           |
| Conduct. Eléctrica      | Umhos  | Conductometría | 6.80           | 6.74           |
| <u>Análisis Químico</u> |        |                |                |                |
| Materia Orgánica (M:O)  | %      | Versenato      | 1.96           | 2.04           |
| <u>Textura</u>          |        |                |                |                |
| Arcilla                 | %      | Bouyoc         | 56.00          | 55.00          |
| Arena                   | %      | Bouyoc         | 40.00          | 43.00          |
| Limo                    | %      | Bouyoc         | 4.00           | 2.00           |

#### Leyenda

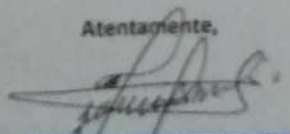
M<sub>1</sub> : T<sub>1</sub> - 50%  
M<sub>2</sub> : T<sub>2</sub> - 100%

#### Tipo de Suelo:

#### Conclusiones:

- Suelo fuertemente ácido, por registro del Ph.
- Deficiente registro de la conductividad eléctrica; lo que indica poca capacidad de existencia e minerales.
- Para su aprovechamiento, se debe priorizar cultivos, centrales y maderables de textura promedio.
- Por su textura son suelos de caracterización franco mediana, arcillo -arenoso de acuerdo a ubicación.

Atentamente,

  
**HORACIO PAREDES ARMAS**  
Ing. QUIMICO  
C.I.R. 32332

## Anexo 2. Ensayo de resistencia a la compresión



### LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y PAVIMENTOS

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

#### ESPECÍMENES DE ADOBE

NORMAS: E-080 RNE

"TIPO DE TIERRA Y SU RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL ADOBE CON CASCARA DE ARROZ EN ZUNGAROCOCHA - LORETO, 2020"

Tesista: DIEGO BENJAMIN TELLO TRENEMAN

| CODIGO | TIPO DE SUELO-TIERRA | FUERZA (KN) | AREA (M2) | ESFUERZO (MPA) | ESFUERZO (KG/CM2) |
|--------|----------------------|-------------|-----------|----------------|-------------------|
| T 1    | ARCILLOSA            | 84.02       | 0.028     | 3.0            | 29.44             |
| T 1    | ARCILLOSA            | 85.71       | 0.028     | 3.1            | 30.03             |
| T 1    | ARCILLOSA            | 88.32       | 0.028     | 3.2            | 30.94             |
| T 1    | ARCILLOSA            | 76.14       | 0.028     | 2.7            | 26.68             |
| T 1    | ARCILLOSA            | 88.46       | 0.028     | 3.2            | 30.99             |
| T 1    | ARCILLOSA            | 67.51       | 0.028     | 2.4            | 23.65             |
| T 2    | ARCILLOSA ARENOSA    | 31.72       | 0.028     | 1.1            | 11.11             |
| T2     | ARCILLOSA ARENOSA    | 37.34       | 0.028     | 1.3            | 13.08             |
| T2     | ARCILLOSA ARENOSA    | 24.47       | 0.028     | 0.9            | 8.57              |
| T2     | ARCILLOSA ARENOSA    | 30.08       | 0.028     | 1.1            | 10.54             |
| T2     | ARCILLOSA ARENOSA    | 33.88       | 0.028     | 1.2            | 11.87             |
| T2     | ARCILLOSA ARENOSA    | 34.53       | 0.028     | 1.2            | 12.10             |



GOBIERNO REGIONAL DE LORETO  
DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Ing. María Chavez López  
Sub Director de Laboratorio y Suelos

**"TIPO DE TIERRA Y SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOBE CON  
CASCARA DE ARROZ EN ZUNGARROCHA, LORETO, 2020".**

RESPONSABLE: Bach. En Ing. Gestión Ambiental

DIEGO BENJAMIN TELLO TRENEMAM

EVALUACION DE PERDIDA DE HUMEDAD – KG. T1 = Tierra arcillosa

|            | T11  | T12  | T13  | T14  | T15  | T16  |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| 19/10/2020 | 5.30 | 5.20 | 5.60 | 5.30 | 5.0  | 5.30 |
| 21         | 5.20 | 5.0  | 5.30 | 5.10 | 4.80 | 5.15 |
| 23         | 4.8  | 4.9  | 5.10 | 4.90 | 4.60 | 5.00 |
| 25         | 4.6  | 4.7  | 4.90 | 4.70 | 4.40 | 4.80 |
| 27         | 4.4  | 4.6  | 4.80 | 4.50 | 4.30 | 4.70 |
| 29         | 4.2  | 4.5  | 4.7  | 4.30 | 4.20 | 4.50 |
| 31         | 4.10 | 4.40 | 4.60 | 4.20 | 4.10 | 4.40 |
| 2/11       | 4.0  | 4.30 | 4.50 | 4.10 | 4.00 | 4.30 |
| 6          | 3.90 | 4.20 | 4.40 | 4.00 | 3.90 | 4.20 |
| 8          | 3.80 | 4.10 | 4.30 | 3.90 | 3.80 | 4.10 |
| 10         | 3.70 | 4.00 | 4.20 | 3.85 | 3.70 | 4.00 |
| 12         | 3.65 | 3.90 | 4.10 | 3.80 | 3.65 | 3.80 |
| 14         | 3.60 | 3.80 | 4.00 | 3.80 | 3.6  | 3.6  |
| 16         | 3.6  | 3.8  | 4.00 | 3.80 | 3.6  | 3.6  |

EVALUACION DE PERDIDA DE HUMEDAD – KG. T2 = Tierra arcillo arenosa

|       | T21  | T22  | T23  | T24  | T25  | T26  |
|-------|------|------|------|------|------|------|
| 19/10 | 5.50 | 5.60 | 5.30 | 5.20 | 5.50 | 5.90 |
| 21    | 5.30 | 5.40 | 5.10 | 5.00 | 5.30 | 5.70 |
| 23    | 5.10 | 5.20 | 4.90 | 4.80 | 5.10 | 5.50 |
| 25    | 4.90 | 5.00 | 4.70 | 4.60 | 4.90 | 5.30 |
| 27    | 4.70 | 4.80 | 4.50 | 4.50 | 4.70 | 5.10 |
| 29    | 4.60 | 4.70 | 4.40 | 4.40 | 4.65 | 5.00 |
| 31    | 4.50 | 4.60 | 4.35 | 4.35 | 4.60 | 4.90 |
| 2/11  | 4.45 | 4.50 | 4.30 | 4.30 | 4.55 | 4.80 |
| 6     | 4.40 | 4.45 | 4.25 | 4.25 | 4.50 | 4.70 |
| 8     | 4.35 | 4.40 | 4.20 | 4.20 | 4.45 | 4.60 |
| 10    | 4.30 | 4.35 | 4.15 | 4.15 | 4.40 | 4.55 |
| 12    | 4.25 | 4.30 | 4.15 | 4.10 | 4.35 | 4.50 |
| 14    | 4.20 | 4.30 | 4.10 | 4.10 | 4.30 | 4.40 |
| 16    | 4.20 | 4.30 | 4.10 | 4.10 | 4.30 | 4.40 |

### Anexo 3. Datos originales

| Tratamiento     | Fuerza(kn) | Esfuerzo (mpa) | Esfuerzo(kg/cm2) | Perdida de peso(kg) |
|-----------------|------------|----------------|------------------|---------------------|
| Arcillosa       | 84.02      | 3.00           | 29.44            | 1.7                 |
| Arcillosa       | 85.71      | 3.10           | 30.03            | 1.4                 |
| Arcillosa       | 88.32      | 3.20           | 30.94            | 1.6                 |
| Arcillosa       | 76.14      | 2.70           | 26.68            | 1.5                 |
| Arcillosa       | 88.46      | 3.20           | 30.99            | 1.4                 |
| Arcillosa       | 67.51      | 2.40           | 23.65            | 1.7                 |
| Arc. Arenosa    | 31.72      | 1.10           | 11.11            | 1.3                 |
| Arc. Arenosa    | 37.34      | 1.30           | 13.08            | 1.3                 |
| Arc. Arenosa    | 24.47      | 0.90           | 8.57             | 1.2                 |
| Arc. Arenosa    | 30.08      | 1.10           | 10.54            | 1.1                 |
| Arc. Arenosa    | 33.88      | 1.20           | 11.87            | 1.2                 |
| Arc. Arenosa    | 34.53      | 1.20           | 12.10            | 1.5                 |
| P. de Q-Q- Plot | r= 0.917   | r= 0.914       | r=0.917          | r=0.983             |

### Perdida de peso en kg/día . Tierra arcillosa

| Dia        | T11 | T12 | T13 | T14 | T15 | T16 | Promedio |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 19/10/2020 | 5.3 | 5.2 | 5.6 | 5.3 | 5.0 | 5.3 | 5.3      |
| 21/10/2020 | 5.2 | 5.0 | 5.3 | 5.1 | 4.8 | 5.2 | 5.1      |
| 23/10/2020 | 4.8 | 4.9 | 5.1 | 4.9 | 4.6 | 5.0 | 4.9      |
| 25/10/2020 | 4.6 | 4.7 | 4.9 | 4.7 | 4.4 | 4.8 | 4.7      |
| 27/10/2020 | 4.4 | 4.6 | 4.8 | 4.5 | 4.3 | 4.7 | 4.6      |
| 29/10/2020 | 4.2 | 4.5 | 4.7 | 4.3 | 4.2 | 4.5 | 4.4      |
| 31/10/2020 | 4.1 | 4.4 | 4.6 | 4.2 | 4.1 | 4.4 | 4.3      |
| 2/10/2020  | 4.0 | 4.3 | 4.5 | 4.1 | 4.0 | 4.3 | 4.2      |
| 6/11/2020  | 3.9 | 4.2 | 4.4 | 4.0 | 3.9 | 4.2 | 4.1      |
| 8/11/2020  | 3.8 | 4.1 | 4.3 | 3.9 | 3.8 | 4.1 | 4.0      |
| 10/11/2020 | 3.7 | 4.0 | 4.2 | 3.9 | 3.7 | 4.0 | 3.9      |
| 12/11/2020 | 3.7 | 3.9 | 4.1 | 3.8 | 3.7 | 3.8 | 3.8      |
| 14/11/2020 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 3.8 | 3.6 | 3.6 | 3.7      |
| 16/11/2020 | 3.6 | 3.8 | 4.0 | 3.8 | 3.6 | 3.6 | 3.7      |
| Promedio   | 4.2 | 4.4 | 4.6 | 4.3 | 4.1 | 4.4 | 4.3      |



**Perdida de peso en kg/día . Tierra arcillo arenosa**

| Dia        | T21 | T22 | T23 | T24 | T25 | T26 | Promedio |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|
| 19/10/2020 | 5.5 | 5.6 | 5.3 | 5.2 | 5.5 | 5.9 | 5.5      |
| 21/10/2020 | 5.3 | 5.4 | 5.1 | 5.0 | 5.3 | 5.7 | 5.3      |
| 23/10/2020 | 5.1 | 5.2 | 4.9 | 4.8 | 5.1 | 5.5 | 5.1      |
| 25/10/2020 | 4.9 | 5.0 | 4.7 | 4.6 | 4.9 | 5.3 | 4.9      |
| 27/10/2020 | 4.7 | 4.8 | 4.5 | 4.5 | 4.7 | 5.1 | 4.7      |
| 29/10/2020 | 4.6 | 4.7 | 4.4 | 4.4 | 4.7 | 5.0 | 4.6      |
| 31/10/2020 | 4.5 | 4.6 | 4.4 | 4.4 | 4.6 | 4.9 | 4.6      |
| 2/10/2020  | 4.5 | 4.5 | 4.3 | 4.3 | 4.6 | 4.8 | 4.5      |
| 6/11/2020  | 4.4 | 4.5 | 4.3 | 4.3 | 4.5 | 4.7 | 4.4      |
| 8/11/2020  | 4.4 | 4.4 | 4.2 | 4.2 | 4.5 | 4.6 | 4.4      |
| 10/11/2020 | 4.3 | 4.4 | 4.2 | 4.2 | 4.4 | 4.6 | 4.3      |
| 12/11/2020 | 4.3 | 4.3 | 4.2 | 4.1 | 4.4 | 4.5 | 4.3      |
| 14/11/2020 | 4.2 | 4.3 | 4.1 | 4.1 | 4.3 | 4.4 | 4.2      |
| 16/11/2020 | 4.2 | 4.3 | 4.1 | 4.1 | 4.3 | 4.4 | 4.2      |
| Promedio   | 4.6 | 4.7 | 4.5 | 4.4 | 4.7 | 5.0 | 4.6      |

#### Anexo 4. Panel fotográfico



Foto 1. Lugar donde se recolecto la tierra.



Foto 2. Secado de la tierra y molido.



Foto 3. Tierra molida



Foto 4. Cáscara de arroz



Foto 5. Elaboración del adobe



Foto 6. Cascara de arroz utilizado en la elaboración del adobe



Foto 7. Secado de los adobes en el laboratorio



Foto 8. Prueba de compresión con la prensa hidráulica



Foto 9. Momento en que el adobe se rompe