

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“PERCEPCION DE LA INFLUENCIA DEL TIPO DE SUELO CON  
AGREGADO DE OXIDO DE CALCIO (CaO) EN LA CALIDAD  
DEL ADOBE PENSADO, DE LAS ZONAS RURALES -  
PROVINCIA DE TRUJILLO, 2020”**

**TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OPTAR  
EL GRADO DE BACHILLER**

**AUTORES:**

**DENYS PADILLA LIPA  
RENE OSCAR LIPA MAMANI**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2020**

**PÁGINA DE JURADO**

---

**Ing. Enrique Durand Bazán  
PRESIDENTE**

---

**Ing. Guido Marín Cubas  
SECRETARIO**

# INDICE

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Problema general.....	12
1.2.2. Problemas específicos.....	12
1.3. Justificación.....	13
1.3.1. Justificación técnica.....	13
1.3.2. Justificación económica.....	13
1.3.3. Justificación práctica.....	13
1.4. Objetivos.....	14
1.4.1. Objetivo general.....	14
1.4.2. Objetivos específicos.....	14
1.5. Antecedentes.....	15
1.6. Bases Teóricas.....	18
1.6.1. Concepto de suelo:.....	18
1.6.2. Clasificación de suelos.....	19
1.6.3. Sistema Unificado de Clasificación de Suelo.....	19
1.6.4. Suelos de grano grueso.....	19
1.6.5. Suelos de grano fino.....	20
1.6.6. Diagrama Textura del suelo.....	20
1.6.7. Adobe.....	20
1.6.8. Conformación:.....	20
1.6.9. Requisitos para su elaboración.....	21
1.6.10. Dimensiones.....	21
1.6.11. Características de las construcciones de adobe.....	22
1.6.12. Ventajas.....	22
1.6.13. Desventajas.....	22
1.6.14. Adobe estabilizado.....	23
1.6.15. Características del adobe estabilizado.....	23
1.6.16. Adobe prensado o bloque de tierra comprimida (BTC).....	23
1.6.17. Equipos para su fabricación.....	23
1.6.18. Elementos.....	24
1.6.19. Arena.....	24
1.6.20. Limo.....	24
1.6.21. Arcilla.....	25

1.6.22.	Agua.....	26
1.6.23.	Estabilizantes .....	26
1.6.24.	Óxido de Calcio (CaO) .....	27
1.6.25.	Proceso de obtención de carbonato de calcio a partir de la concha de mejillón .....	27
1.6.26.	Operaciones auxiliares:.....	28
1.6.27.	Conchuela Marina.....	28
1.6.28.	Características de la conchuela marina.....	29
1.6.29.	Producción de la concha de abanico .....	30
1.6.30.	Ensayos químicos .....	30
1.7.	Definición de términos básicos.....	33
1.7.1.	Suelo.....	33
1.7.2.	Arena. ....	33
1.7.3.	Adobe.....	34
1.7.4.	Limo.....	34
1.7.5.	Estabilizantes.....	34
1.7.6.	Conchuela marina .....	34
1.7.7.	Resistencia a compresión.....	34
1.7.8.	Durabilidad del adobe.....	34
1.8.	Formulación de la hipótesis .....	34
1.8.1.	Hipótesis general: $H_i$ .....	34
1.8.2.	Hipótesis nula: $H_o$ .....	34
1.8.3.	Hipótesis específicas: $H_a$ .....	34
II.	MATERIALES Y METODOLOGIA.....	35
2.1.	Material de estudio. ....	35
2.1.1.	Población. ....	35
2.1.2.	Muestra. ....	35
2.2.	Técnicas, procedimientos e instrumentos. ....	35
2.2.1.	Técnicas para recolectar datos.....	35
2.2.2.	Instrumento.....	36
2.2.3.	Para procesar datos. ....	36
2.3.	Operacionalización de variables .....	36
III.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	37
3.1.	RESULTADOS. ....	37
3.2.	CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS: .....	45
3.3.	DISCUSIÓN .....	45
IV.	PROPUESTA OPCIONAL .....	47
V.	CONCLUSIONES:.....	48
5.1.	En relación al objetivo general. ....	48
5.2.	En relación a los Objetivos específicos: .....	49

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	50
ANEXOS.....	51

## RESUMEN

La presente investigación se realizó Trujillo, en la Provincia de Trujillo en los sectores donde se fabrican adobes , como son San Isidro, La Esperanza, Viru, Simbal y Laredo , donde se evaluó para explicar la influencia de los tipos de suelos y los agregados de CaO en la calidad del adobe prensado, sobre las dimensiones de r compresión, durabilidad y resistencia al agua; para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental con un tipo de muestreo probabilístico a través de la aplicación de la formula respectiva para hallar la muestra de 52 fabricantes par tiendo de la población de fabricantes de adobes ubicados en estos sectores, la recolección de datos se realizó la técnica de la encuesta , el instrumento fue la aplicación del cuestionario con ítems de carácter dicotómicas y policotómicas , para analizar los datos se empleó la estadística descriptiva . El adobe es el segundo material para la construcción de viviendas en Trujillo principalmente en las zonas rurales; con los últimos fenómenos naturales se ha demostrado que no tienen buena respuesta, ocasionando fallas, desprendimientos, colapsos y hasta pérdidas humanas, por no tener la suficiente resistencia a compresión y por no contar con una buena durabilidad ante agentes externos. Se obtuvo la conclusión general siguiente: el 92% de fabricantes de adobes encuestados son de la opinión de que si existe influencia del tipo de suelo con agregados de Cao en la calidad de adobe prensado realizado en las zonas rurales de la Provincia de Trujillo y tan solo el 8% opina que no influye.

**Palabras claves:** Adobe, Tipo de suelos, Oxido de calcio, calidad Resistencia

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out Trujillo, in the Province of Trujillo in the sectors where adobes are manufactured, such as San Isidro, La Esperanza, Viru, Simbal and Laredo, where it was evaluated to explain the influence of soil types and aggregates of CaO in the quality of the pressed adobe, on the dimensions of compression, durability and water resistance; For the realization of the thesis, a non-experimental design with a type of probabilistic sampling was used through the application of the respective formula to find the sample of 52 manufacturers belonging to the population of adobe manufacturers located in these sectors, the collection The technique of the survey was performed, the instrument was the application of the questionnaire with dichotomous and polycotomic items, to analyze the data, descriptive statistics were used. The adobe is the second material for the construction of houses in Trujillo, mainly in rural areas; With the latest natural phenomena it has been shown that they do not have a good response, causing failures, detachments, collapses and even human losses, because they do not have sufficient resistance to compression and because they do not have good durability against external agents.

The following general conclusion was obtained: 92% of adobe manufacturers surveyed are of the opinion that if there is influence of the type of soil with Cao aggregates on the quality of pressed adobe made in the rural areas of the Province of Trujillo and so Only 8% think it does not influence

**Keywords:** Adobe, Type of soils, Calcium oxide, quality Resistance

## **I. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1. Realidad problemática.**

En la conceptualización global el suelo natural como material de construcción ha sido usado desde tiempos inmemoriales, las técnicas de construcción con tierra se dan desde hace más de 9000 años; en Turquestán fueron descubiertas viviendas en tierra del período 8000-6000 a. C. (Rufino, 2013), en Asiria fueron encontrados cimientos de tierra apisonada que datan del 5000 a. C., todas las culturas antiguas utilizaron la tierra no solo en la construcción de viviendas, sino también en fortalezas y obras religiosas (Minke, 2008).

En el estudio a nivel internacional la construcción Global 2020, estima que para el 2020 la industria de la construcción de viviendas represente el 13.2% del Producto Bruto Interno (PBI) mundial, del cual China, India y Estados Unidos generen el 54%. En cuanto a Asia y otros países emergentes el desarrollo de la construcción se verá influenciado por el aumento de la población, la urbanización rápida y el fuerte crecimiento económico, llegando a generar el 16.5%. (Reporte Inmobiliario, 2017). El sector de la construcción en los países de Latinoamérica, continúa creciendo, destacando países como Colombia con un crecimiento de 9.9%, Panamá con un 5.6% y República Dominicana con un 5.3% (BBC Mundo, 2017).

En la arquitectura moderna ha ganado espacio la construcción con adobe desde el punto de vista estético, pues muchas personas prefieren casas con fachadas y tintes rústicos, así en la ciudad Shibam en Yemen, llamada el “Manhattan del desierto”, se han construido casas de 4 hasta 8 pisos con una altura aproximada de 30 metros, desafiando a cualquier prejuicio existente en contra de construcciones con adobe; se construyeron sobre el suelo fértil que rodea la ciudad, una mezcla de tierra, heno y agua se moldeaba para formarlos y se dejaban cocer al sol durante días. La clave para preservar estas construcciones es un revestimiento periódico de las fachadas con una capa de lodo, el emplasto de cal y cenizas con el que se impermeabilizaban paredes y tejado., una tarea que se ha realizado sin pausa desde hace siglos

En países como Colombia existen prensas, capaces de fabricar los bloques de tierra. El principio fundamental de esta prensa es poder agregar ciertas cantidades de arena y arcilla en una caja molde que será presionada con un embolo, al accionar una palanca, esta máquina tiene como beneficio aminorar el tiempo de



fabricación y no tener que apisonar maullamente al adobe, y su tiempo de secado es de aproximadamente 3 a 4 días (Jarrín, 2010).

A nivel nacional analizando esta problemática se puede argumentar que el cemento, el ladrillo y, en general, los diversos materiales provenientes de procesos industriales no garantizan una solución a las problemáticas habitacionales en el sector rural, es por ejemplo que de acuerdo a los tipos de suela en Lima tal como el adobe, un material de construcción sencillamente económico elaborado con arena, arcilla y agua, al que se le añade en ciertas ocasiones fibras o material orgánico; fabricado de modo tradicional modelado en distintas formas dejándose secar al sol, es conocido por ser uno de los especímenes más antiguos y de uso más difundido por tanto el Perú no es ajeno teniendo en cuenta la cantidad de hoteles muy lujosos que se han construido con adobe, por ejemplo el hotel Los Nogales en Chiquean en el departamento de Ancash, el hotel Los horcones de Túcume en el departamento de Lambayeque, hotel Wasipunko en Nazca, K'uychi Rumi ubicado en Urubamba, son casas de campo diseñadas por arquitectos y elaborados con materiales locales, cimientos de piedra, techos altos sostenidos por maderos de eucalipto, misa o aguano y zócalos de piedra, los hoteles Inkaterra que se encuentran en la amazonia y Cusco, entre otros más han hecho que la construcción con este material tome una perspectiva y un realce distinto. Así como el caso de la Molina, donde tenemos construcciones de calizas y capas de lutitas, las cuales son porosas pero impermeables, es decir no dejan pasar el agua pero si lo absorben, habiendo casas asentadas sobre estos terrenos y de un momento a otro se absorban rajaduras y llaman al constructor para preguntar qué ha sucedido, descubriéndose que existen paquetes de lutitas debajo que se han llenado de agua, lo que provoca que la lutita se expanda y afecta la estructura, concluyéndose de que el 80% de las construcciones son informales, así mismo tenemos la cantidad de hoteles muy lujosos que se han construido con adobe, por ejemplo el hotel Los Nogales en Chiquian en el departamento de Ancash, el hotel Los horcones de Túcume en el departamento de Lambayeque, hotel Wasipunko en Nazca, K'uychi Rumi ubicado en Urubamba, son casas de campo diseñadas por arquitectos y elaborados con materiales locales, cimientos de piedra, techos altos sostenidos por maderos de eucalipto, misa o aguano y zócalos de piedra, los hoteles Inkaterra que se encuentran en la amazonia y Cusco, entre otros más han hecho que la construcción con este material tome una perspectiva y un realce distinto.

El uso del adobe para viviendas en nuestro país es muy acostumbrado encontrarlas en las zonas rurales, considerando a estas viviendas autoconstruidas, demostrando que quizás sea la única vía posible para obtener la vivienda soñada. Esto ocurre debido al sistema económico de nuestro país está trayendo consigo altos precios de los materiales de construcción no siendo posibles al alcance de personas de escasos recursos económicos, dando como mejor opción definitivamente al material más barato del mundo, el adobe.

Se sabe que la construcción con este material es uno de los principales en todo el Perú y que por cuestiones económicas es una de las vías más rápidas para erigir la casa propia, consecuentemente este, es el segundo material predominante en viviendas particulares con un 35.90% promedio del total desde el año 2001 hasta el año 2015. Afirmando que en zonas urbanas este material presenta un promedio total del 21.9% y en las zonas rurales que prevalecen las construcciones de bajo costo con un promedio total de 72.5% desde el año 2001 hasta el año 2015 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016).

A nivel local en la provincia de Trujillo se tiene aquellas zonas en las que más 50% de paredes están hechas en base a adobe o tapia (El Porvenir, Florencia de Mora y La Esperanza), revelando una potencial condición deficitaria de la vivienda, y por otro, los distritos de Trujillo y Víctor Larco en los que predominan las estructuras de ladrillo o bloques de cemento (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2007).

Al ser un sistema de construcción económico y accesible para muchos, es optado por la mayoría de personas con bajos recursos, a pesar de que este tipo de construcciones no son recomendadas, en el contexto económico de nuestro país está presente como uno de los sistemas de construcción más abundantes en todo el territorio, esto es la principal causa de la creación de la norma E-8 QUE , es la única normativa de adobe que controla las construcciones con este material en el Perú; sin embargo, no es tomada en consideración en la mayoría de construcciones. Esta sufre una modificación en abril del año 2017, reemplazando así a la vigente desde el año 2006.

Es muy necesario enfocar la problemática desde el punto de vista de la problemática de las variables, independiente: tipo de suelo con agregado de Cao y la variable dependiente calidad del adobe prensado, Por todos los problemas presentados anteriormente, el adobe como material de construcción trae consigo consecuencias de daños estructurales severos llega al punto de colapsar la

edificación, produciendo lamentables pérdidas de vidas; siendo muy necesario de mejora su proceso de fabricación , con la finalidad de mejorar su calidad confirmado porque el territorio peruano está ubicado en la costa occidental del subcontinente, en el denominado Círculo de Fuego del Pacífico, y en este, tienen lugar el 90% de todos los sismos del mundo y el 80% de los terremotos más grandes, es la región que bordea al océano Pacífico (BBC Mundo, 2014). Aseverando con la historia, el 28 de octubre 1746, hubo un terremoto de aproximadamente 9.0 grados en la escala de Richter en la ciudad de Lima, considerado este como el mayor terremoto ocurrido hasta la fecha.

Analizando la variable independiente se puede conceptualizar que existen tres tipos de suelos limo. arena y arcilla utilizando como agregado el CaO óxido de calcio extraído de la conchuela marina, fabricándose previamente bloques compuestos de arcilla y arena formando así el adobe, resultaba mucho más fácil para el levantamiento de muros. De esta manera se precisaba más cada una de las estructuras a utilizar en las edificaciones, los tamaños de los adobes resultaban mucho más manejables y fáciles de entablar uno junto al otro (Jarrín, 2010).

En cuanto a la variable dependiente, en nuestro país antiguamente los adobes se han caracterizado por ser grandes y de peso muy exagerado, con dimensiones muy variables de 50 x 24 x 15 cm, 40 x 40 x 10 cm o 40 x 19 x 10 cm. En Latinoamérica las dimensiones de los adobes son distintas, existen países donde tienen tamaño de acuerdo a la zona donde viven, en Ecuador la altura varía entre 18 a 20 cm, y estos van variando de acuerdo a las ciudades, igual en Perú (Siavichay, 2010).

De igual forma antes las edificaciones de los muros se levantaban con tierra húmeda entre tablas formando así un encofrado, para posteriormente apisonar (compactar) la tierra mediante un pisón, este método de construcción fue muy popular, pero demandaba de mucho esfuerzo físico y precisión, razón fabricaban previamente bloques compuestos de arcilla y arena formando así el adobe, resultaba mucho más fácil para el levantamiento de muros. De esta manera se precisaba más cada una de las estructuras a utilizar en las edificaciones, los tamaños de los adobes resultaban mucho más manejables y fáciles de entablar uno junto al otro (Jarrín, 2010).

Por tanto para la edificación de una construcción entre 150 a 200 metros cuadrados requieren 14 mil adobes en total, el tiempo de construcción puede variar entre ocho meses a un año y medio, este quizá uno de los mayores

obstáculos que no permiten que los ingenieros o arquitectos, en particular y las personas, en general, se inclinen por este sistema de construcción, también ciertas desventajas y fallas por sus distintas medidas, mala materia prima utilizada, la técnica de producción, dimensionamiento inadecuado de estos especialmente en su altura, construyen en terrenos blandos, el exceso de deformación y la variación dimensional, el problema de tiempo en la fabricación, así como su calidad y su posterior masificación en la construcción de viviendas puede superarse con una máquina (Jarrín, 2010) y, es en este trabajo de investigación que se propone la utilización de la prensadora CINVA-Ram, esta ha demostrado en la experiencia de muchos arquitectos, ser una respuesta que permitirá abaratar costos, mejorar calidad de las viviendas y optimizar el tiempo en la construcción, con lo cual personas de bajos recursos económicos podrían acceder a este material para construir sus viviendas.

Es por ello que el adobe, ha llegado hasta el presente constituyendo la única alternativa para que una parte significativa de la humanidad pueda disponer de una vivienda en condiciones mínimas de habitabilidad. Este aspecto de la crisis de índole social impuesta por las limitaciones económicas de una amplia porción de la población.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general.**

¿Cuál es la percepción de la influencia del tipo de suelo con agregado de Oxido de Calcio (CaO) en la calidad del adobe prensado, zonas rurales - Provincia de Trujillo, 2020?

### **1.2.2. Problemas específicos**

**PE1:** ¿Cuál es la percepción de la influencia del tipo de suelo con agregado de CaO, **dimensión compresión**, en la calidad del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020?

**PE2:** ¿Cuál es la percepción de la influencia del tipo de suelo con agregado de CaO, **dimensión durabilidad**, en la calidad del adobe prensado, zonas rurales –Provincia de Trujillo, 2020?

**PE3:** ¿Cuál es la percepción de la influencia del tipo de suelo con agregado de CaO, **dimensión resistencia**, en la calidad del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020?

**PE4:** ¿Cuál es la percepción de la influencia del suelo **limo** con agregado de CaO en la **calidad** del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020?

**PE5:** ¿Cuál es la percepción de la influencia del suelo **arena** con agregado de CaO en la **calidad** del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo-2020?

**PE6:** ¿Cuál es la percepción de la influencia del suelo **arcilla** con agregado CaO en la **calidad** del adobe prensado, zonas rurales –¿Provincia de Trujillo, 2020?

### **1.3. Justificación.**

#### **1.3.1. Justificación técnica.**

En la actualidad la investigación sobre el adobe en el Perú, ha generado mayor interés en los profesionales afines a la construcción, tratando de obtener mayor conocimiento de las técnicas y el buen uso del mismo.

En nuestro país, un porcentaje considerable habita en viviendas de adobe, donde estas construidas sin cumplir con los requisitos mínimos de seguridad, funcionalidad y durabilidad, tienen mayor incidencia en las zonas rurales; lo que ha generado e incentivado estudios para su mejoramiento, estableciéndose condiciones mínimas para superar los defectos identificados derivados del empirismo.

#### **1.3.2. Justificación económica.**

Los altos costos de los materiales de construcción, la falta de capacitación de la mano de obra, los procedimientos constructivos están impidiendo a este sector de la sociedad creciente poder tener una vivienda digna y sustentable; dentro del tema de los materiales de construcción se puede mencionar que se utilizan actualmente para la edificación de viviendas populares aparte de su costo elevado, no reúnen buenas características (Roux, 2002).

#### **1.3.3. Justificación práctica.**

Existen estabilizantes manufacturados también denominados artificiales, tales como la cal, el cemento, cloruro de sodio, productos asfálticos entre otros, estos hacen que sus propiedades del suelo cambien por efectos físico-químicos. Todos los anteriores mencionados como su propio nombre lo dice tienen un proceso químico que trae consigo riesgos contaminantes, sin

embargo, en esta investigación se optó por la utilización de desechos que son arrojados por el mar como la conchuela marina; esta alternativa de utilizar este tipo de material ayuda a contribuir con el medio ambiente. La conchuela marina presenta un componente llamado óxido de calcio (CaO), con el cual se trabajará en distintos porcentajes hasta llegar al idóneo, este actuará como un estabilizante natural para la tierra, logrando mejorar sus propiedades físicas y mecánicas del adobe prensado (Jara, 2011).

Otro innovador método constructivo que se usará en esta investigación es la utilización de la CINVA - Ram, una máquina que permite obtener unidades del tamaño de los ladrillos de arcilla comprimiendo la tierra y haciendo que este espécimen sea mucho más compacto. Estos adobes son más fáciles de elaborar y retirar de la prensa, su curación es a corto plazo (Choque, 2014). Esto evitará los diversos problemas que se presentan al elaborar los adobes con el método manual, el cual es muy simple, puesto que, solo se mezcla la tierra con un porcentaje muy elevado de agua teniendo como consecuencia daños estructurales, colapsos de viviendas o pérdidas humanas.

Esta opción por prensado, logra alta resistencia al adobe asimismo al ahorro de consumo energético porque no lo requiere, son mucho más sencillos que elaborar manualmente, son sacados de la prensa inmediatamente para ser colocados en un almacén para el proceso de secado. El costo del material para construcción es grandemente reducido debido a que la mayor parte de la materia prima proviene del propio terreno, evitando costos de transporte, porque los adobes son hechos cerca del lugar de construcción.

#### **1.4. Objetivos.**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Explicar la percepción de la influencia del tipo de suelos con agregado de Oxido de Calcio (CaO), en la calidad del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

**OE1:** Explicar la percepción de la influencia del tipo de suelo con agregado de CaO, dimensión compresión, en la calidad del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020.

**OE2:** Explicar la percepción de la influencia del tipo de suelo con agregado CaO, dimensión durabilidad, en la calidad del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020.

**OE3:** Explicar la percepción de la influencia del tipo de suelo con agregado de CaO, dimensión resistencia, en la calidad del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020.

**OE4:** Explicar la percepción de la influencia del suelo limo, con agregado de CaO en la calidad del adobe prensado, zonas rurales – Provincia de Trujillo, 2020.

**OE5:** Explicar la percepción de la influencia del suelo arena con agregado de CaO en la calidad del adobe, prensado, zonas rurales-Provincia de Trujillo, 2020.

**OE6:** Explicar la percepción de la influencia del suelo arcilla con agregado de CaO en la calidad del prensado, zonas rurales-Provincia de Trujillo, 2020.

## **1.5. Antecedentes.**

### **A nivel internacional.**

Roux y Espuna (2012), en la tesis denominada “El hidróxido de calcio y los bloques de tierra comprimida, alternativa sostenible de construcción” se orientan en el análisis mecánico y ambiental de los bloques de tierra comprimida estabilizadas con hidróxido de calcio (cal) en la ciudad de Tampico, México. El objetivo principal de la investigación es comparar los materiales alternativos y convencionales con relación a las emisiones de CO<sub>2</sub>, para demostrar el beneficio ambiental que representa la utilización de la tierra en la construcción. La tierra que se utilizó contiene un 40% de limos – arcillas con un índice de plasticidad del 12% un límite líquido de 32%, un límite plástico del 20% y arena limosa, adicionándole 3%, 5% y 7% de hidróxido de calcio, utilizando una prensa manual Cinva- Ram con una presión de 44 kg/cm<sup>2</sup>. Las medidas de los especímenes fueron de 29 cm x 14 cm x 10 cm, largo, ancho y alto respectivamente.

Shehu, Alhaji y Maaji (2013), en la investigación “Propiedades de bloques comprimidos de tierra estabilizada para construcción de viviendas de bajo costo”, en Malasia, tiene como propósito investigar la idoneidad de los suelos estabilizados para la producción de bloques comprimidos de tierra

para la construcción de vivienda de bajo costo. Se utilizaron dos tipos de suelos de diferentes lugares la primera se obtuvo en un banco de préstamo a lo largo de la carretera de Guijba en Damaturu mientras que la segunda fue de un banco de préstamo cerca del lago Ulau, para estas dos muestras se hicieron diferentes pruebas para determinar las características de los suelos: peso específico, densidad aparente suelta y humedad.

Con las muestras se prepararon los niveles deseados de estabilización de 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de cemento Portland ordinario, los bloques se moldearon usando la máquina CINVA-RAM esta proporcionó una capacidad de presión de 20 kg/cm<sup>2</sup>. Los bloques fueron curados durante 28 días. Para evaluar la resistencia a la compresión de los diferentes niveles de estabilización con cemento se trabajó también a diferentes edades de curado de 7, 14, 21 y 28 días. Los resultados de la resistencia a la compresión contra edades de curado para la muestra 1 y 2, el resultado indica que la resistencia a compresión más alta fue de 29 kg/cm<sup>2</sup> se obteniéndose de la muestra 1 con 7.5% contenido de cemento a la edad de curado de 28 días. Shehu, Alhaji y Maaji concluyeron que la resistencia a la compresión es el valor universal más aceptado para la determinación de la calidad de un adobe, sin embargo, también es intensamente relacionada con el tipo de suelo y el contenido de estabilizador.

Barros y Imhoff (2010), en la investigación denominada, “Resistencia sísmica del suelo cemento postensado en construcciones de baja complejidad geométrica”, los autores Barros & Imhoff (2010), Chile, indica que su principal finalidad es evaluar un sistema constructivo estructural a base de tierra cruda que ofrezca mejorar la sismo resistencia dentro de un rango aceptable determinando su resistencia a esfuerzos mecánicos (compresión), también las variables de análisis estuvieron orientadas a conocer el efecto de agua en los bloques de tierra. Se desarrollaron dos prototipos de probetas una de 30 cm x 14 cm x 10 cm, largo, ancho y altura respectivamente para los ensayos de compresión y cilindros de 15 cm de diámetro para ensayos de proctor (compactación de tierra sin aditivos, con distintos porcentajes de agua) estas se ensayaron al séptimo día de fabricadas dando como resultado lo siguiente: suelo – paja (7 kg/cm<sup>2</sup>), suelo – 4% cal en sombra (9 kg/cm<sup>2</sup>), suelo – 4% cal expuesto al sol (3 kg/cm<sup>2</sup>), suelo – asfalto (15 kg/cm<sup>2</sup>), suelo – 10% cemento (74



kg/cm<sup>2</sup>), suelo – yeso (17 kg/cm<sup>2</sup>), proctor con 4% de agua (14 kg/cm<sup>2</sup>), proctor con 8% de agua (40 kg/cm<sup>2</sup>) y proctor con 12% de agua (32 kg/cm<sup>2</sup>).

Con los datos de este ensayo se obtuvo antecedentes importantes para saber el efecto de algunos estabilizantes, resultando que las probetas con menor resistencia a la compresión fueron las probetas de suelo - paja y suelo - 4% cal (expuesto al sol).

### **A nivel local.**

Nureña (2017) en la tesis denominada “Influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos sobre la resistencia y durabilidad de un adobe constructivo, Trujillo” para la obtención del título de ingeniero civil, su finalidad fue evaluar la influencia del estabilizante de cemento y tipos de suelos en adobes constructivos sobre su resistencia a compresión en condiciones de equilibrio, saturadas con agua, y su durabilidad.

El porcentaje de cemento era de: 0%, 3%, 6%, 9% y 12% del total del suelo, el tipo de suelo se consiguió al variar la arena y arcilla en 3 proporciones distintas: la primera entre 55 - 70% de arena y 45 - 30% de limos - arcilla, la segunda proporción de 50% de arena y 50% de limos – arcilla; y la tercera proporción de 75% de arena y 25% de limos – arcilla. Las dimensiones del adobe ancho 12.5 cm, alto 8.5 cm y largo 21.5 cm. Los resultados más óptimos de la investigación fueron de la estabilización de 12% de cemento con una proporción de 75% de arena y 25% de limos – arcilla, con 48.2 kg/cm<sup>2</sup> por compresión en condiciones de equilibrio y 26 kg/cm<sup>2</sup> por compresión con saturación de agua por 24 horas.

Concluyendo también que la mejor combinación de tierra para un adobe sin la necesidad de usar el cemento como estabilizante es 50% de arena y 50% de limos - arcilla dando un valor de 26 kg/cm<sup>2</sup> en condiciones de equilibrio ya que en estado saturado se deshizo. Finalmente manifestó que la adición de cemento como estabilizante mejora las resistencias mecánicas del adobe y su durabilidad a partir de un 6%. Aun cuando los suelos inicialmente no puedan ser utilizados para la elaboración de adobe, se puede mejorar su comportamiento mecánico mediante la adición de arena, alcanzando al menos un porcentaje del 50%.

Esta investigación tiene un aporte muy significativo, debido a que permitió establecer un nuevo ensayo, durabilidad, el cual no está estipulado en la norma E.080 (2006 y 2017) para el adobe sin embargo no deja de ser de vital importancia para la buena calidad que tiene que presentar como material de construcción.

En la Norma Técnica de Edificación E.080\_2006, ubicada en el Reglamento Nacional de Edificaciones, detalla en el artículo 4 unidad de adobe que la gradación del suelo debe aproximarse a los 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 sólo 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. Donde los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular, la altura debe ser mayor a 8 cm.

Estas normas en conjunto aportan los requerimientos mínimos de los materiales que se deben tener en cuenta para elaborar un adobe, a la vez estas establecen unos esfuerzos de compresión para determinar si los especímenes pueden ser denominados como tal y obtener un adobe de calidad.

## **1.6. Bases Teóricas.**

### **1.6.1. Concepto de suelo:**

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre, en la que viven numerosos organismos y crece vegetación. Es una estructura de vital importancia para el desarrollo de la vida, sirviendo de soporte a las plantas y le proporciona los elementos nutritivos necesarios para el subdesarrollo. Existen 5 tipos de suelo, siendo el más importante el de tipo: Limo, arena y arcilla. A este concepto le adicionamos el elemento del CaO, óxido de calcio el cual se obtiene mediante la extracción de la conchuela marina, siendo sus porcentajes comprendidos entre 0% y 10% del peso sólido (Carcedo,2012).

Braja (1998), el suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se

asientan. Los suelos constan de cuatro grandes componentes volumétricos: 45% materia mineral, 5% materia orgánica, 25% agua y 25% aire. Las cuatro clases más importantes de partículas inorgánicas son: grava, arena, limo y arcilla. La materia orgánica del suelo representa la acumulación de las plantas destruidas y resintetizadas parcialmente y de los residuos animales, este lo divide en dos grandes grupos los tejidos originales y descompuestos.

### **1.6.2. Clasificación de suelos**

La mayoría de las clasificaciones de suelos utilizan ensayos muy sencillos, para obtener las características del suelo necesarias para poderlo asignar a un determinado grupo. Las propiedades ingenieriles básicas que suelen emplear las distintas clasificaciones son la distribución granulométrica, los límites de Atterberg, el contenido en materia orgánica, etc. (Mozo, 2014).

Los suelos con propiedades similares pueden ser clasificados en grupos y subgrupos en función de las características mecánicas y su comportamiento para la ingeniería, Los sistemas de clasificación proporcionan un lenguaje común para expresar de forma concisa las características generales de los suelos, que son infinitamente variadas, sin una descripción detallada. En la actualidad, dos elaborados sistemas de clasificación que utilizan la distribución granulométrica y la plasticidad de los suelos son comúnmente utilizados para aplicaciones ingenieriles. Se trata del American Association of Ostate Highway Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Braja, 2015).

### **1.6.3. Sistema Unificado de Clasificación de Suelo**

Braja (2015), indica la forma original de este sistema fue propuesta por Casagrande en 1948 para su uso en los trabajos de construcción del aeródromo realizado por el cuerpo de ingenieros del ejército durante la segunda guerra mundial. En colaboración con el Bureau of Reclamation, este sistema fue revisado en 1952. En la actualidad, es ampliamente utilizado por los ingenieros (Norma ASTM D – 2487). El Sistema Unificado de Clasificación se presenta en el Anexo N° 02 y clasifica los suelos en dos grandes categorías.

### **1.6.4. Suelos de grano grueso**

Que son de grava y arena en estado natural con menos de 50% que pasa a través del tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de G o S. G es para el suelo de grava o grava, y S para la arena o suelo arenoso.

#### **1.6.5. Suelos de grano fino**

Con 50% o más que pasa por el tamiz núm. 200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo de M, que es sinónimo de limo orgánico, C para la arcilla inorgánica y O para limos orgánicos y arcillas. El símbolo Pt se utiliza para la turba, lodo y otros suelos altamente orgánicos. Otros símbolos que también se utilizan para la clasificación son:

**W:** bien clasificado, **P:** mal clasificado, **L:** baja plasticidad (límite líquido menor de 50), **H:** alta plasticidad (límite líquido mayor de 50).

#### **1.6.6. Diagrama Textura del suelo**

Gisbert (2010), la textura se define como la proporción en porcentaje de peso de las partículas menores a 4 mm de diámetro (arena, arcilla y limo) existentes en los horizontes del suelo. Según Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA), la terminología que se tiene son las siguientes clases de partículas inferiores a 2 mm de diámetro ( $\emptyset$ ). El diagrama textural es un triángulo equilátero, en el que a cada lado de éste se sitúa cada una de las fracciones cuyo valor cero corresponde al 100 de la anterior y su 100 con el cero de la siguiente, siempre según el movimiento de las agujas del reloj. Los términos texturales se definen de una manera gráfica en un diagrama triangular que representa los valores de las tres fracciones.

#### **1.6.7. Adobe**

Se puede describir como un bloque macizo de tierra cruda, el cual puede contener paja u otro material (fibras naturales o artificiales) que mejore su estabilidad frente a agentes externos, se caracteriza por ser un material que se emplea sin cocción previa. El adobe permite un intercambio de humedad entre el exterior e interior, que mantienen saludables niveles de humedad en el interior de las viviendas (Siavichay, 2010).

#### **1.6.8. Conformación:**

Está conformado por una mezcla de un 20% de arcilla y un 80% de arena y agua, la cual se introduce en moldes o gaveras y luego de desmoldar se deja

secar al sol por lo general unos 25 a 30 días. Para evitar que se agriete al secar se añaden a la masa paja, crin de caballo, heno seco, viruta que sirven como armadura y se cuida que se tenga un secado lento y controlado. Las dimensiones adecuadas deben ser tales que el operador o albañil puedan manipularlo adecuadamente, en general son de 40 cm por 40 cm, pero hay variaciones que pueden ser importantes dependiendo de la zona (López & Bernilla, 2012).

Asimismo, otra definición el adobe es un bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos (asfalto, cemento, cal, etc.), con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia a la compresión y estabilidad ante la presencia de humedad. (Norma E.080\_2006 y 2017).

#### **1.6.9. Requisitos para su elaboración**

Para poder obtener un buen adobe se debe tener en cuenta los porcentajes con respecto a la gradación del suelo en arcillas (10% - 20%), limos (15% - 25%) y en arena (55% - 70%). Estos porcentajes pueden cambiar si se desea fabricar un adobe estabilizado. No se debe considerar suelos que tengan compuestos orgánicos ya que en un largo plazo se degradan, y generando porosidad en los adobes. Esto quiere decir una pérdida de resistencia a la compresión y durabilidad (Norma E.080\_2006).

#### **1.6.10. Dimensiones**

En la Norma E.080\_2006, en el artículo 4.2. Formas y dimensiones nos menciona que:

Los adobes podrán ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros con ángulos diferentes de 90°, de formas especiales (figura 1). Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones:

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

### **1.6.11. Características de las construcciones de adobe**

Según López & Bernilla (2012), el adobe es uno de los materiales de construcción más antiguo, que se viene utilizando en la edificación de viviendas y otras construcciones. Actualmente en nuestro país, un porcentaje considerable vive en viviendas de adobe, siendo estas construidas sin cumplir con los requisitos mínimos de seguridad, funcionalidad y durabilidad.

Las viviendas de adobe, para que sean eficientes preferentemente deben tener un piso. La cimentación de mampostería de piedra o concreto ciclópeo, de igual manera el sobre cimientos con ancho igual al ancho del adobe y altura mínima de 30 cm.

En la costa, se usa a gran escala en la zona rural, utilizando la tierra de cultivo; en la zona andina, hay suficiente tierra apropiada para elaborar el adobe, además se usa donde no llegan otros materiales de construcción. La forma del techo depende de la zona o la topografía, en la costa, generalmente techo horizontal, en la sierra techo inclinado de una o dos aguas.

### **1.6.12. Ventajas**

El material para la fabricación del adobe, es de fácil acceso, que se encuentra en la zona de construcción de la vivienda.

La construcción de vivienda con adobes, resulta ser simple y de bajo costo.

Las viviendas de adobe, tienen excelentes propiedades térmicas y acústicas.

El material usado (suelo) es un material inocuo, no contiene ninguna sustancia tóxica, siempre que provenga de un suelo limpio.

### **1.6.13. Desventajas**

Las construcciones de adobe son vulnerables a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones

Las construcciones de adobes, están limitados en la altura por lo general solo alcanzan dos pisos y en algunos casos un tercero.

Deficiente confinamiento y/o arriostre de los muros, dimensionamiento incorrecto de muros, poco espesor excesivo largo y alto.

Poca o ninguna protección de los muros contra su debilitamiento por el fenómeno de la erosión.

#### **1.6.14. Adobe estabilizado**

El Reglamento Nacional de Edificaciones en la sección de la norma E.080\_2006, define al adobe estabilizado como aquel 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.

Las recomendaciones para un adobe estabilizado en Perú, son la resistencia a la compresión debe estar entre 17.6 a 14 kg/cm<sup>2</sup>, el módulo de rotura debe ser 3.5 kg/cm<sup>2</sup>, la absorción de 2% o menos es excelente, entre 2 y 3% es bueno, entre 3 a 4% es aceptable y mayor a 4% ya es insuficiente (Doat, Hays, Huben, Matuk, Vitoux, & Sánchez, 1990).

#### **1.6.15. Características del adobe estabilizado**

El adobe estabilizado, tiene la propiedad de ser impermeable, es decir, que no se afecta o desmorona ante la presencia de la humedad o inundación, además de ser impermeable, contribuye a que los muros, construidos con estos bloques, presenten mejores características, sismo resistente. El esfuerzo de compresión del adobe estabilizado, de acuerdo a los ensayos de laboratorio, estaría en el rango de 18 a 22 kg/cm<sup>2</sup> (López & Bernilla, 2012).

#### **1.6.16. Adobe prensado o bloque de tierra comprimida (BTC).**

Es el elemento de albañilería hecho con tierra (suelo), compactada en el molde por compresión o prensado, seguido por el desmolde inmediato, presentando ventajas como la facilidad de fabricado, mantiene la regularidad de las dimensiones y la posibilidad de control eficiente de la resistencia a la compresión y otros parámetros (Neves & Borges, 2011).

#### **1.6.17. Equipos para su fabricación**

Las prensas pueden ser operadas manualmente o con auxilio de un motor, que acciona un sistema de prensado, mecánico o hidráulico. La tabla 1 presenta valores de la productividad y energía de compactación de algunas prensas.

### **1.6.18. Elementos**

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 en su granulometría le confiere distintas propiedades, dependiendo de la cantidad de gruesos y finos (Etchebarne, 2005)

### **1.6.19. Arena**

Constituidas por granos minerales cuyo tamaño está comprendido aproximadamente entre 0.080 y 5 mm., son componentes estables de los suelos, y cuando están secas no poseen cohesión, pero presentan por el contrario una fuerte fricción interna, es decir alta resistencia mecánica de rozamiento a los desplazamientos relativos de las partículas que las componen. Ligeramente húmeda poseen una cohesión aparente debido a la tensión superficial del agua que ocupa los vacíos entre los granos (Doat et al., 1990).

### **1.6.20. Limo**

Constituidas por granos cuyo tamaño está entre 0.002 y 0.80 mm aproximadamente. No poseen cohesión cuando están secos. Presentan resistencia al rozamiento más débil que las arenas. Húmedos ofrecen buena cohesión y pueden alterar su volumen, expansión y contracción cuando esta varía sus características, difícilmente erosionados por el viento, en general, son plásticos, no suelen tener propiedades coloidales. A partir de 0.002 mm, y a medida que aumenta el tamaño de las partículas, se va haciendo cada vez mayor la proporción de minerales no arcillosos. Se secan con relativa rapidez y no se pegan a los dedos. Los terrones secos tienen una cohesión apreciable, pero se pueden reducir a polvo con los dedos (Etchebarne, 2005).

Según Wenk & Bulakh (2004), son sustancias que se tornan plásticas con una cantidad limitada de agua, dando olor a tierra mojada. Las arcillas están formadas por silicatos hidratados de aluminio con hierro, magnesio, calcio, sodio y potasio. Por calcinación pierde la plasticidad, propiedad en la que se basa el arte cerámico.



La identificación de los minerales arcillosos depende fundamentalmente del análisis térmico y de los rayos x. Las arcillas se encuentran dentro de la clase mineral de los silicatos. Por otro lado, la estructura laminar de las arcillas permite el almacenamiento de agua en el espacio interlaminar, formando así agregados lodosos difíciles de romper. La combinación de la arcilla con la materia orgánica del suelo y algunos óxidos minerales contribuye a la estabilidad estructural necesaria para resistir los efectos mecánicos destructivos.

La porosidad interna de las arcillas y su carga electrostática asociada son adecuadas para la absorción de especies tales como los cationes de potasio ( $K^+$ ), magnesio ( $Mg^{++}$ ) y amonio ( $NH_4^+$ ), los cuales son liberados bajo condiciones ácidas apropiadas.

#### **1.6.21. Arcilla**

Según Wenk & Bulakh (2004), son sustancias que se tornan plásticas con una cantidad limitada de agua, dando olor a tierra mojada. Las arcillas están formadas por silicatos hidratados de aluminio con hierro, magnesio, calcio, sodio y potasio. Por calcinación pierde la plasticidad, propiedad en la que se basa el arte cerámico.

La identificación de los minerales arcillosos depende fundamentalmente del análisis térmico y de los rayos x. Las arcillas se encuentran dentro de la clase mineral de los silicatos. Por otro lado, la estructura laminar de las arcillas permite el almacenamiento de agua en el espacio interlaminar, formando así agregados lodosos difíciles de romper. La combinación de la arcilla con la materia orgánica del suelo y algunos óxidos minerales contribuye a la estabilidad estructural necesaria para resistir los efectos mecánicos destructivos.

La porosidad interna de las arcilla y su carga electrostática asociada son adecuadas para la absorción de especies tales como los cationes de potasio ( $K^+$ ), magnesio ( $Mg^{++}$ ) y amonio ( $NH_4^+$ ), los cuales son liberados bajo condiciones ácidas apropiadas.

Si la acidez es baja ( $\text{pH} > 6$ ) el suelo arcilloso tiende a ser rico en calcio, en cambio si la acidez es alta ( $\text{pH} < 6$ ) el aluminio tiende a ser más abundante, lo que trae efectos tóxicos para la vegetación.

### **1.6.22. 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 su absorción por parte de la arcilla. La humedad óptima del bloque de tierra es la que consiga una mayor densidad del bloque. Durante el secado de la pieza a la sombra, el agua poco a poco desaparecerá dejando que las reacciones químicas se produzcan en el interior de la pieza (Carcedo, 2012).

### **1.6.23. Estabilizantes**

Los estabilizantes mejoran las propiedades físicas del adobe, aumentando su resistencia, disminuyendo la retracción durante el secado, evitando su erosión, impidiendo el alojamiento de insectos, mejorando la resistencia a corrosión del agua (Carcedo, 2012).

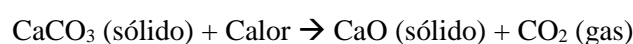
Se utilizan como estabilizadores para impermeabilizar el adobe con productos industriales asfalto, cemento o cal; estos productos mejoran la calidad del adobe. (Morales, 1993). Estos prometen mejorar propiedades físicas y mecánicas en el espécimen, añadiendo estabilizantes como adiciones, estos son de dos clases los denominados estabilizadores manufacturados o industriales ya mencionados anteriormente, y los estabilizadores disponibles en la naturaleza también llamados aglutinantes, son fibras mayormente orgánicas como paja, crin de caballo, heno seco, y otras como resinas, polímeros, ceras, sosa, orín, estiércol, yema de huevo, caseína, puzolanas, algodón, nylon, etc. estos sirven para fortalecer al adobe, cualquiera que fuese la fibra, ayuda a limitar las variaciones de volumen que se producen en el adobe durante el proceso de retracción que ocurre en la etapa de secado, es decir, evita que el espécimen se fisure en exceso durante esta etapa (Jarrín, 2010).

El contenido de estabilizantes, en el caso de la norma española el contenido de estabilizantes (cemento, cal, yeso y otros) debe ser menor o igual al 15% de la masa en seco del bloque. La norma estadounidense los dice que para

superar el valor de absorción de agua para el adobe establecido; se debe contener un mínimo de 6% en peso de cemento Portland y de esa manera superar las pruebas de resistencia a compresión en húmedo (Jarrín, 2010).

#### **1.6.24. Óxido de Calcio (CaO)**

Según Ticona (2016), indica que el óxido de calcio, al calcinarlo a temperaturas altas que oscilan entre 900 y 1000 °C, en un horno se descompone en óxido de calcio (CaO) y anhídrido carbónico, de acuerdo a la siguiente reacción química:



El proceso, llamado calcinación, libera una molécula de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), resultando el material llamado óxido de calcio (CaO), de color blanco y muy cáustico (normalmente contiene también óxido de magnesio, óxido de silicio y pequeñas cantidades de óxidos de aluminio y hierro. Sin embargo, el proceso puede ser reversible, debido a que, al enfriarse la cal, comienza a absorber nuevamente el CO<sub>2</sub> del aire, y después de un tiempo, vuelve a convertirse en carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>).

#### **1.6.25. Proceso de obtención de carbonato de calcio a partir de la concha de mejillón**

Berrú (2014), descrito el proceso para obtención de carbonato de calcio molido a partir de la piedra caliza, el proceso de obtención de carbonato de calcio a partir de la concha de mejillón, el cual es un proceso que tiene mayor similitud al realizado en este proyecto. Dicho proceso ha sido ejecutado por una empresa española llamada Calizas Marinas S.A., la cual tenía como capacidad teórica de producción: 80 mil toneladas/año de carbonato de calcio, y es descrito en el artículo “Prevención y control de olores de la concha de mejillón en la valorización de residuos”. El proceso puede ser dividido en 3 partes: operaciones preliminares, procesamiento y operaciones auxiliares.

Operaciones preliminares: se realiza la recepción de las valvas, el lavado y goteo y almacenamiento. El lavado es realizado con agua con la finalidad de reducir el contenido de sales, evitar la corrosión de equipos y conseguir una mayor concentración de carbonato de calcio en el producto final. Este

procedimiento representa hasta un 90% en el consumo de agua en el proceso y es realizado en 2 lavadoras rotatorias continuas. Luego, el agua producto del lavado es removida en un escurridor por agitación y trasladada a una planta de tratamiento de aguas residuales.

Procesamiento: Aquí tiene lugar la calcinación y el enfriamiento. La primera operación es realizada en un horno rotatorio de 16 toneladas/hora de capacidad con una longitud de 17 metros y 3 metros de diámetro. Dentro del horno, se da en primer lugar el secado a 190°C por 18 minutos y luego la propia calcinación por 15 minutos a 500°C, pues a mayor temperatura entre 700 y 900°C el carbonato de calcio presente en la valva se desintegra en óxido de calcio (CaO) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Finalmente, el enfriamiento comprende la reducción de temperatura desde los 500 °C a 60 °C en dos pasos, el primero por inyección de agua finamente dispersa que reduce la temperatura hasta los 170 °C y un segundo paso que reduce la temperatura del material hasta los 60°C por refrigeración de aire.

#### **1.6.26. Operaciones auxiliares:**

Se realiza la molienda, clasificación, almacenamiento y envasado y embarque. En la molienda se obtiene distintos tamaños de “grano” de carbonato de calcio y es según su granulometría (tabla 3) que el producto podrá ser aplicado en distintos mercados además de su nivel de pureza esperado entre 90 a 95% de carbonato de calcio.

#### **1.6.27. Conchuela Marina**

Es un mineral constituido principalmente por óxido de calcio y es producido absolutamente por la naturaleza como resultado de la acumulación de bancos de conchas o caparazones de moluscos marinos en grandes cantidades desde hace once millones de años, a las cuales se suman los nuevos depósitos de dichos materiales correspondientes a los moluscos muertos y varados por el oleaje marino sobre las playas de los litorales de todos los continentes. Esta, junto con las rocas calcáreas de óxido de calcio (calcita, aragonito, caliza, travertino, tiza y mármol) que existen en todo el mundo, constituyen las fuentes de calcio más abundantes y económicas para la preparación de alimento balanceado para aves; aparte de otros usos como son, para mejorar y

fertilizar los suelos agrícolas, para la obtención de cal viva (calcinando la conchuela o las rocas calcáreas), para la industria del cemento y del vidrio, para ornamentación y revestimiento de parques, pasajes de jardines, acuarios, etc. (Jara, 2011).

Los depósitos de conchuela son abundantes en diversas zonas del litoral En el caso del Perú, en la costa los bancos naturales de conchuela, están forma dos preferentemente por las siguientes especies de moluscos: concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), caracol thais (*Thais chocolate*), caracol rojo (*Bursa ventricosa*) y almeja (*Semele* sp.), a las que acompañan mejillones (*Glycemeris ovata*), conchita (*Tranzenella* sp.) y caracolito (*Anachis nigricans*), entre otros (Jara, 2011).

Los moluscos son animales que no poseen esqueleto interno, sino un exoesqueleto al que solemos llamar concha o caparazón, que les sirve como elemento defensivo para protegerse de las agresiones externas. Químicamente, las conchas de los moluscos son enormemente similares, pero a pesar de las llamativas diferencias que presentan en su aspecto, todas están formadas por dos componentes, una matriz orgánica de naturaleza fundamentalmente proteínica (conquiolina), la cual se destruye y desaparece con la muerte del animal, y un depósito inorgánico de óxido cálcico, al cual acompañan otras sales como carbonatos, fosfatos y silicatos de magnesio (Jara, 2011).

#### **1.6.28. Características de la conchuela marina**

- **Composición química**

El análisis de materiales calcáreos de muestras procedentes de canteras sedimentarias de conchuelas de las costas del Sur del país (departamentos de Arequipa), dieron los siguientes resultados en la tabla 4 (Jara, 2011).

La composición cálcica de la conchuela es muy parecida a la de las rocas calcáreas o piedra caliza, por ejemplo, ciertos yacimientos de esos materiales ubicados en el departamento de Ancash tienen un contenido de 94% a 97% de óxido de calcio y en general la disponibilidad biológica del calcio de las rocas caliza, la conchuela y cáscara de huevo está comprendida entre el 90 y 100%. Además del óxido de calcio, acompañan en la conchuela diversas sales, por ejemplo, los análisis de muestras de conchuela procedente del litoral chileno

mencionan como componentes: óxido de magnesio (MgO), 0.18%; sílice (SiO<sub>2</sub>), 2.50%; alúmina

(AlP<sub>3</sub>) 0.97%; óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 0.13%; óxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), 0.03%; óxido de potasio (K<sub>2</sub>O), 0.09%; óxido de sodio (Na<sub>2</sub>O) y anhídrido sulfúrico (SO<sub>3</sub>) 0.12% (Jara, 2011).

### **1.6.29. Producción de la concha de abanico**

Según Berrú (2014), las producciones de la concha de abanico en el Perú es la actividad más representativa de la acuicultura del país, las principales ciudades donde se produce este producto hidrobiológico son: Casma (Ancash), Paracas (Ica) y Sechura (Piura)

### **1.6.30. Ensayos químicos**

- **Salinidad**

Es un proceso de acumulación de las sales que están disueltas en el agua. Cuando se habla de un suelo salino es cuando existen en el exceso de sales solubles, se consideran así a las que están compuestas por los iones: Aniones: sulfato, cloruro, bicarbonato, carbonato y cationes: magnesio, potasio, sodio, calcio (Castellanos, 2000).

- **Conductividad eléctrica**

Es la capacidad que tiene una sustancia de conducir la corriente eléctrica y es lo contrario de la resistencia.

En el caso del suelo, es la medida de la cantidad de corriente que pasa a través de la solución de este. La conductividad eléctrica de una solución es proporcional al contenido de sales disueltas e ionizadas contenidas en esta (Castellanos, 2000).

- **Sólidos totales suspendidos:**

Cantidad de sólidos que el agua mantiene en suspensión después de un asentamiento de 10 minutos, su medición es en ppm. Según la superintendencia nacional de servicios de saneamiento (SUNASS), indica que para que el agua sea potable deberá contener menos de 5000 ppm, sin especificando que incluyen los sólidos disueltos totales.

- **Análisis termo gravimétrico (TGA):**

Este análisis registra la pérdida de peso de una muestra en la medida en que se incrementa la temperatura, hasta temperaturas de 1200°C, bajo condiciones controladas de velocidad de calentamiento y diferentes atmósferas de reacción; obteniéndose por esta vía las curvas denominadas TG o termogramas (Manals, Penedo & Giralt, 2011).

- **Análisis termo diferencial (DTA):**

Este análisis mide la diferencia de temperatura entre una muestra y una referencia interna en función del tiempo y de la temperatura. La diferencia de temperatura observada se traduce en un flujo de calor. Esto permite medir transiciones endotérmicas y exotérmicas en función de dicha temperatura. (Manals et al, 2011).

- **Difractometría de rayos x (DRX):**

Zhang, Germaine, Torrence & Whittle, (2003) indican que la difracción de rayos x se centra en las interrupciones ópticas que se producen cuando una irradiación monocromática atraviesa una abertura de espesor comparable a la longitud de onda de la irradiación, Los rayos x tienen longitudes de onda de Angstroms, del mismo orden que las distancias interatómicas de la estructura de las redes cristalinas. Al ser irradiados sobre la muestra a examinar. Los rayos x se difractan con ángulos que dependen de las longitudes interatómicas. El método analítico del polvo al Azar o de Debye-Scherrer se basa en irradiar con rayos x sobre un espécimen formado por multitud de cristales colocados al azar en todas las direcciones probables. Para ello es aplicable la Ley de Bragg:  $n\lambda = 2d \sin\theta$ , en la que “d” es la longitud entre los planos interatómicos que ocasionan la difracción.

La difracción de rayos x es un procedimiento de alta tecnología no destructivo para el estudio de una amplia gama de materiales, incluso fluidos, metales, minerales, polímeros, catalizadores, plásticos, farmacéuticos, recubrimientos de capa fina, cerámicas y semiconductores. El empleo primordial de la difracción de rayos x es la identificación cualitativa de la mineralógica de un espécimen cristalina.

- **Resistencia a compresión**

Según Gharagozlou (2014), es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a compresión de un material, falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. Sin embargo, la resistencia a la compresión de los materiales que no se rompen en la compresión se define como la cantidad de esfuerzo necesario para deformar el material una cantidad arbitraria. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de un espécimen en un ensayo de compresión.

Cuando una fuerza actúa sobre un cuerpo, se presentan fuerzas resistentes en las fibras del cuerpo que se denomina fuerza interna, es la resistencia interior de un cuerpo a una fuerza externa, así que cuando se usa el término esfuerzo, se refiere a la magnitud de la fuerza por unidad de área. De tal forma, que la resistencia de un material es la propiedad que tiene para resistir la acción de las fuerzas. El esfuerzo de compresión es una presión que tiende a causar una reducción de volumen (Ríos, 2010).

Los materiales quebradizos, como el concreto, y para este caso los adobes suelen probarse por compresión, debido a que, este tipo de esfuerzo es al cual generalmente se encuentran sometidos. En ellos no se produce formación de cuello, pero pueden surgir problemas debido a la fricción entre los extremos de la muestra y las masas de carga (Juárez, 2005). La resistencia a compresión del suelo mejora la durabilidad mediante el aumento de su resistencia a la erosión y daños por agua (Houben, 1994).

- **Durabilidad en adobes**

Cid (2012), la durabilidad de los materiales se puede subdividir en tres tipos: durabilidad física, química y biológica. La primera se debe a un deterioro causado procesos físicos como agua, agua de lluvia, abrasión; la segunda se debe a un deterioro producido por reacciones químicas. Mientras que la durabilidad biológica se debe a un deterioro causado por una descomposición orgánica.

La causa predominante de pérdida de funcionalidad en paredes de tierra es debido a la pérdida de la superficie debido a la erosión por agua de lluvia



(ataque físico) (Kerali, 2005). Algunos autores han comprobado que la durabilidad de los adobes prensados varía según la cantidad de estabilizante (Ugai, 2011), la colocación de estos en el muro, la orientación o la edad de la edificación (Cid, 2012).

- Factores que afectan a la durabilidad de los materiales de tierra

Aubrey (2002), son distintos los factores que perjudican a la degradación de las superficies de los materiales de tierra, algunos de ellos son:

- Las propiedades de los materiales, eso es un factor sin duda muy importante para el adobe prensado sin estabilizar, donde incrementar el contenido de arcillas supone una mayor resistencia a la erosión.
- La compactación, un material suelto tiene muy poca resistencia al agua de lluvia.
- La durabilidad es directamente proporcional al grado de compactación del material.
- Los estabilizantes son importantes para los adobes prensados al ser un factor que hace al material más durable.
- La influencia de la congelación y/o ataque químico por sales, algunas de las sales pueden deteriorar a las arcillas y a la congelación del material produce una desestabilización de la superficie que los hace más susceptible al ataque por el agua de lluvia.
- Superficie o textura del material, la manera de fabricación del producto pueda dar a diferentes acabados que pueden tener un efecto significativo en la resistencia a la erosión.
- Deterioro físico por causas estructurales, la aparición de grietas producidas por la retracción del material, hace que esta se más susceptible al agua de lluvia.

## **1.7. Definición de términos básicos.**

### **1.7.1. Suelo.**

Es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material, que proviene de la desintegración y / o alteración física de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre se asientan (Braza ,1998).

### **1.7.2. Arena.**

Constituido por granos minerales, cuyo tamaño está compuesto entre 0.080 y 5 mm, son componentes estables de los suelos están secos no provocan

cohesión, pero presentan por el contrario una fracción interna (Doat et al, 1990).

### **1.7.3. Adobe.**

Es un bloque macizo de tierra el cual contiene paja u otro material que mejora su estabilidad frente a agentes externos, se caracteriza por ser un material que se emplea sin coacción previa (Siavichay,2010).

### **1.7.4. Limo.**

Constituido por granos cuyo tamaño esta entre 0.002 y 0.80 mm, no poseen cohesión, cuando están secos ( Etchebarme, 2005).

### **1.7.5. Estabilizantes.**

Son los componentes que mejoran las propiedades físicas del adobe, aumentando su resistencia y disminuyendo la reacción durante el secado, evitando su erosión, impidiendo el alejamiento de insectos, mejorando la resistencia a corrosión del agua (Cercada ,2010)

### **1.7.6. Conchuela marina**

Es un mineral constituido principalmente por CaO, y es producido absolutamente por la naturaleza como resultado de la acumulación de bancos de conchas (Jara ,2011)

### **1.7.7. Resistencia a compresión**

Es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga dé aplastamiento (Rivas, 2010)

### **1.7.8. Durabilidad del adobe.**

Es la constante de duración frente al deterioro físico, químico y biológico que tiene el abobe 8Kerali, 2005)

## **1.8. Formulación de la hipótesis**

### **1.8.1. Hipótesis general: Hi**

El tipo de suelo con agregado de CaO, tiene influencia directa en la calidad del adobe prensado, zona rural –Provincia de Trujillo, 2020.

### **1.8.2. Hipótesis nula: Ho**

El tipo de suelo con agregado de CaO, no tiene influencia directa en la calidad del adobe prensado, zona rural –Provincia de Trujillo, 2020.

### **1.8.3. Hipótesis específicas: Ha**

**HE1:** El tipo de suelo con agregado de CaO, dimensión compresión, tiene influencia directa en la calidad del adobe prensado, zona rural –Provincia de Trujillo, 2020.

**HE2:** El tipo de suelo con agregado de CaO, dimensión durabilidad, tiene influencia directa en la calidad de adobe prensado, zona rural –Provincia de Trujillo, 2020.

**HE3:** El tipo de suelo con agregado de CaO, dimensión resistencia, tiene influencia directa en la calidad de adobe prensado, zona rural –Provincia de Trujillo, 2020.

**HE4:** El suelo limo con agregado de CaO, tiene influencia directa en la calidad de adobe prensado, zonas rural-Provincia de Trujillo, 2020.

**HE5:** El suelo arena con agregado de CaO tiene influencia directa en la calidad del adobe prensado, zona rural-Provincia de Trujillo, 2020.

**HE6:** El suelo arcilla con agregado de CaO tiene influencia directa en la calidad de adobe prensado, zona rural-Provincia de Trujillo, 2020.

## **II. MATERIALES Y METODOLOGIA.**

### **2.1. Material de estudio.**

#### **2.1.1. Población.**

Está formado por 120 fabricantes ubicados en los 5 sectores de la Provincia de Trujillo: San Isidro, La Esperanza, Laredo, Viru, Simbal.

#### **2.1.2. Muestra.**

**Se aplicará la formula**

$$n = \frac{NZ^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N-1) + Z^2 pq}$$

$$n = \frac{120 \cdot 3.84 \cdot 0.25}{1.25} = 92$$

$$1.25$$

Ajustando la ni (inicial)

$$n/N = 0.77 \text{ mayor a } 0.5$$

$$nf = ni / (1 + ni/N) = 92 / 1.77 = 52 \text{ fabricantes}$$

### **2.2. Técnicas, procedimientos e instrumentos.**

#### **2.2.1. Técnicas para recolectar datos.**

##### **1. La observación.**

## 2. Encuesta.

A los fabricantes de adobe

### 2.2.2. Instrumento.

**Cuestionario de 20 preguntas** a los 52 fabricantes de adobes de los 5 Distritos.

### 2.2.3. Para procesar datos.

Se utilizará la estadística descriptiva

#### **Confiabilidad y Validez del Instrumento**

La confiabilidad del instrumento se realizó a través de la aplicación del alfa de cronbach, obteniéndose un indicador del 0.81 mediante el método de la varianza de ítems, y para la validez se aplicó el juicio de expertos.

- A. Coeficiente alfa de cronbach mayor a 0.9 es **Excelente**.
- B. Coeficiente alfa de cronbach mayor a 0.8 y menor a 0.9 es **Bueno**.
- C. Coeficiente alfa de cronbach mayor a 0.7 y menor a 0.8 **Aceptable**.
- D. Coeficiente alfa de cronbach mayor a 0.6 y menor a 0.7 **Cuestionable**.
- E. Coeficiente alfa de cronbach mayor a 0.5 y menor a 0.6 **Pobre**.
- F. Coeficiente alfa de cronbach menor a 0.5 es **Inaceptable**.

## 2.3. Operacionalización de variables

Constituye un proceso lógico de desagregación de los elementos más abstractos, de los conceptos teóricos, hasta llegar al nivel más concreto, de los hechos producidos en la realidad y que representan indicios del concepto

Esta es equivalente a su definición operacional para manejar el concepto a nivel empírico, encontrando elementos concretos, indicadores o las operaciones que permiten

#### **Matriz Operacional**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional: Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
		<ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo arena</li></ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>• VI: Tipo de suelo con agregado de CaO</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo Limo</li> <li>• Tipo arcilla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de suelo arena y de CaO</li> <li>• % de suelo limo y de CaO</li> <li>• % de suelo arcilla de CaO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordinal</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VD: Adobe prensado</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compresión</li> <li>• Durabilidad</li> <li>• .Resistencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de compresión</li> <li>• Nivel de durabilidad</li> <li>• Nivel de resistencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordinal</li> </ul>

### III. RESULTADOS Y DISCUSION

#### 3.1.RESULTADOS.

Para recolectar información para el desarrollo de la presente trabajo investigación, se aplicó un cuestionario, elaborado para la investigación de tipo cuantitativo, luego mediante el programa SPSS, se realizó el procesamiento de la información obteniendo resultados que mediante el análisis e interpretación se presentan a continuación en tablas estadísticas, de acuerdo a los objetivos

#### Resumen del procesamiento de encuesta:

**Variable Independiente:** Tipos de suelos con agregado de CaO

1. ¿Cree Ud. que existe influencia del tipo de suelos con agregado de CaO en la calidad del adobe prensado, para las zonas rurales de la Provincia de Trujillo?

**Tabla 1. Resultado objetivo general.**

Alternativa	hi%	ni
a. Si existe influencia	92	48
b. No existe influencia	8	4
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

## Variable independiente con dimensión de la variable dependiente

Dimensión 1: Compresión.

2. ¿Para Ud. actualmente cual es la influencia en la fabricación de adobes teniendo en cuenta la compresión para mantener su calidad?

**Tabla 2: Resultado de equivocada aplicación técnica**

Alternativas	hi%	ni
a. No pierde su volumen o deforma	77	40
b. Porque es un producto compacto	23	12
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-elaboración propio

### Análisis:

El 77 % de los fabricantes de adobes encuestados explica que la influencia es porque el adobe no pierde su volumen y el 23 % restante que es porque para que sea un producto compacto.

3. ¿Cree Ud. que los adobes fabricados deben ser resistentes a la compresión ?

**Tabla 3: Resultado de resistencia a la compresión**

Alternativas	hi%	ni
a. Si	86.5	45
b. No	13.5	7
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente. Trabajo de campo-Elaboración propia

### Análisis:

El 86.5% opina que sí y el 13.5 % que no.

4. ¿Cree Ud. que el parámetro de la compresión en la calidad del adobe lo convierte en un factor importante para la construcción de viviendas en zonas rurales de Trujillo?

**Tabla 4: Resultado de parámetro de compresión**

Alternativas	hi%	ni
a. Si porque es necesario evaluarla	84.61	44
b. No porque no varia	15.38	8
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

De los encuestados en lo referente al parámetro de comprensión el 84.61% opina que sí y el 15.36% que no lo convierte en un factor importante para la construcción de viviendas en las zonas rurales.

**Dimensión 2: Durabilidad**

5. ¿Cree Ud. que la durabilidad del adobe prensado se debe al agregado de CaO?

**Tabla 5: Resultado de la dimensión durabilidad**

Alternativa	hi %	ni
a. Si	78.84	41
b. No	21.15	11
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis**

El 78.84% manifiesta que Si la durabilidad es por el agregado de CaO que se utiliza en la fabricación del adobe prensado y el 21.15 5 manifiesta que No.

6. ¿Es la durabilidad una componente importante en la calidad del adobe prensado?

**Tabla 6: Resultado de la importancia de la durabilidad**

Alternativa	hi %	ni
a. Es importante porque absorbe el agua	73	38
b. Es medianamente importante	27	14
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboracion propia

**Análisis**

El 73% opina que, si es un componente importante en la calidad del adobe prensado, el 27 % que es medianamente.

7. ¿Cree Ud. que el adobe prensado con el tipo arena- arcilla y CaO tiene una durabilidad mayor al adobe de paja y arena?

**Tabla 7. Resultado de durabilidad por componente**

Alternativa	hi %	ni
a. El adobe prensado con arena- arcilla y CaO es más duradero	83	43
b. Con tipo de suelo arena y paja es menos duradero	17	9
Total	100	52

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

El 83% opina que el adobe prensado más durable es el de la combinación, arena-arcilla y CaO y el 17% el de arena y paja.

8. ¿Cree Ud. que la relación de suelo arena- arcilla es necesaria porque le otorga la cohesión básica de las partículas al adobe prensado?

**Tabla 8. Resultado de la cohesión**

Alternativa	hi %	ni
a. Si	85	44
b. No	15	8
Total	100	52

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis**

El 85% opina que sí y el 15% que no

**Dimensión: Resistencia**

¿El tipo de suelo limo, arena arcilla y CaO le otorga mayor resistencia al adobe prensado fabricado en los distritos especificados?

**Tabla 9. Resultado dimensión resistencia**

Alternativa	hi %	ni
a. Si le otorga	96	50
b. No le otorga	4	2
Total	100	52

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

El 96% de fabricantes encuestados respondió que sí y el 4% que no le otorga mayor resistencia.



**10** ¿Cree Ud. que en la fabricación del abobe prensado el 75% de arena, 25 % de arcilla y limo le otorga una resistencia mayor al producto?

**Tabla 10. Resultado de % de agregados del tipo de suelo**

Alternativa	hi %	ni
a. Si le otorga mayor resistencia	75	39
b. Le otorga una media resistencia	25	13
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

De los fabricantes encuestados el 75 % opina que sí y el 25% le otorga una resistencia media

**11** ¿La resistencia del adobe prensado está dirigida al agua?

**Tabla 11: Resultado de resistencia al agua**

Alternativa	hi %	ni
a. Incrementa la resistencia al agua	92	48
b. Es neutra en la resistencia al agua	8	12
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

De los encuestados el 92% opina que incrementa la resistencia al agua, y el 8% que es neutra.

**12.** ¿Se explica que tan solo los tipos de suelos y los porcentajes de CaO hace más resistente al adobe prensado?

**Tabla12. Resultado de tipos de suelo y agregado de CaO**

Alternativa	hi %	ni
a. Pueden ser otras técnicas	38	20
b. Tan solo lo especificado	48	25
c. Se debería hacer más investigaciones	14	7
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

De los fabricantes encuestados el 385 opino que puede haber otras técnicas, el 48% que tan solo las especificadas y el 14% que se debe seguir investigando.

Dimensiones de la dimensión de la variable independiente con la variable dependiente:

**Dimensión: Tipo de suelo Limo**

13. ¿En qué medida cree Ud. cuál es la influencia del tipo de suelo limo con agregado de CaO, en la calidad del adobe prensado?

**Tabla13. Resultado de dimensión tipo de suelo limo**

Alternativa	hi %	ni
a. Si influye en la calidad, por su consistencia	88	46
b. No influye en la calidad	12	6
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

Un 88% de encuestados explica que si influye en la calidad del adobe prensado por la consistencia que le otorga al producto y un 12 % no influye en la calidad.

14. ¿Cree Ud. que se debería utilizar en la fabricación del adobe prensado tan solo el tipo de suelo limo?

**Tabla 14: Resultado utilización de tipo de suelo limo**

Alternativa	hi %	ni
a. Si por ser un tipo de suelo seco	38	20
b. No teniendo en cuenta su cohesión	62	32
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

De los encuestados el 38% opinaron que sí, y 62% que no

15. ¿Cree Ud. que es importante que tienen este tipo de suelo en presencia del agua al aumentar su cohesión en la calidad del adobe prensado?

**Tabla 15. Resultado de presencia de agua en el tipo desuelo limo**

Alternativa	hi %	ni
a. Si es importante	69	36
b. No es importante	31	16
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

Análisis:

El 69% opino que es importante, el 31% opino que no lo es

Dimensión: Tipo de suelo arena

16. ¿Cree Ud. que se tiene influencia del tipo de suelo arena y CaO en la calidad de fabricación de adobe prensado?

**Tabla 16. Resultado de dimensión de tipo de suelo arena**

Alternativa	hi %	ni
a. Si tiene influencia en la calidad, por otorgarle durabilidad y resistencia	94	49
b. No tiene influencia en la calidad	6	3
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

Análisis:

El 94% opina que, si tiene influencia, el 6% que no influye en la calidad

17. ¿Cree Ud. que los porcentajes de arena- arcilla y CaO, son muy necesarios para la calidad del adobe prensado?

**Tabla 17. Resultado de combinación de componente**

Alternativa	hi %	ni
a. Si son muy necesarios	81	42
b. Depende de la cantidad de adobe a fabricar	9	10
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Análisis:**

De los fabricantes encuestados el 81% opina que si son muy necesarios y el 9% opina que depende la cantidad a fabricar.

**18.** ¿Cree Ud. que la mezcla de la arena con el CaO le otorga mayor durabilidad y resistencia al adobe prensado?

**Tabla 18. Resultado de combinación arena- CaO**

<b>Alternativa</b>	<b>hi %</b>	<b>ni</b>
a. Si le otorga mayor durabilidad y resistencia	71	37
b. No le otorga	29	15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

Análisis:De los fabricantes encuestados el 71% opino que, si le otorga, el 29 % que no le otorga.

**19.** ¿Cree Ud., que el tipo de suelo arena, por su estabilidad y fuerte fricción interna le genera calidad al adobe prensado, adicionándole CaO?

**Tabla:19. Resultado de combinación arena-CaO**

<b>Alternativa</b>	<b>hi %</b>	<b>ni</b>
a. Por sus componentes químicos naturales si le genera calidad	71	37
b. Depende de los porcentajes de componentes naturales	29	15
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>52</b>

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

**Dimensión. Tipo de suelo arcilla**

**20** ¿Cree Ud, el tipo de suelo arcilla con agregado de CaO influye en la calidad del adobe prensado?

**Tabla 20. Resultado de la dimensión tipo de suelo arcilla**

Alternativa	hi %	ni
a. Si influye	92	48
b. No influye	8	4
Total	100	52

Fuente: Trabajo de campo-Elaboración propia

Análisis:

El 92% de los fabricantes encuestados opina que si influye, el 8% que no influye.

### **3.2. CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS:**

En referencia al análisis general podemos contrastar la hipótesis:

**H<sub>i</sub>:** Se acepta la hipótesis de investigación:

Que, que el tipo de suelo con agregado de CaO , tiene influencia directa en la calidad del adobe prensado en las zonas rurales de la Provincia de Trujillo, fundamentado en un 73% de aceptación en opinión de los fabricantes de adobe de los 5 distritos de la Provincia de Trujillo

### **3.3. DISCUSIÓN**

El objetivo de la investigación es evaluar los tipos de suelos y los porcentajes de CaO, en adobe prensado sobre la compresión, durabilidad y resistencia al agua, a la vez determinar la calidad de los adobes de los diferentes sectores de Trujillo, los cuales fueron: San Isidro, Simbal, Laredo, La Esperanza y Virú.

Se puede notar, que los adobes provenientes del sector de Simbal, pesan mucho más, debido a la densidad del suelo empleado comparados con los adobes del sector de San Isidro que son los que menos pesan. Los adobes pueden llegar a variar su peso según la cantidad de agua que se utiliza para su fabricación y de igual manera la elaboración en moldes artesanales que se utilizan para elaborar estos especímenes.

Es muy preciso señalar que la variación en el peso puede verse afectado al introducir en su composición elementos adicionales, los cuales no son convenientes más aún cuando son orgánicos, puesto que a largo plazo el degradamiento de estos producirán vacíos más grandes en el interior de la unidad, reducción de peso y la baja resistencia a compresión, durabilidad y resistencia al agua.

El peso de un adobe tiende a variar dependiendo de las dimensiones de estos, así como también por el proceso de elaboración, tiempo de secado, tipo de suelos utilizado, adiciones, sin embargo, no podemos precisar que el peso entre los

distintos adobes llega a ser una variable, debido a que el tamaño a la hora de ser fabricado es el principal factor.

Los suelos de los sectores de San Isidro, La Esperanza y Virú según la clasificación S.U.C.S son SC – SM (arena limo arcillosa) y en la clasificación del diagrama textural se ubican en un tipo de suelo franco arenoso, siendo estos tres aptos de granulometría para la elaboración de adobes, junto con el del sector Simbal donde en la clasificación S.U.C.S es SC (arena arcillosa) y por la clasificación del diagrama textural franco arcilloso arenoso, exceptuando el del sector Laredo su clasificación tanto por S.U.C.S y por diagrama textural fueron de SC – SM y franco arcilloso arenoso respectivamente.

El suelo de Simbal presentó un 1% de grava, 59% de arena y 40% de limos - arcillas, con un módulo de finura de 1.2, en Laredo presento 1% de grava, 55% de arena y 44% de limos - arcillas, con un módulo de finura de 1.1, en el sector de San Isidro, presento 1% de grava, 73% de arena y 26% de limos - arcillas, con un módulo de finura de 1.5, en La Esperanza presento 1% de grava, 66% de arena y 33% limos - arcillas, presentando un módulo de finura de 1.3, en el sector de Virú presento 1% de grava, 72% de arena y 27% de limos - arcillas, con un módulo de finura de 1.4. Los módulos de finura hallados hacen referencia a suelos finos, pero el suelo que presentó una fracción más fina fue la de Laredo, esto indica claramente un porcentaje mayor de limos y arcillas.

En lo referente a la durabilidad los valores que refleja que el adobe del sector Laredo fue el que perdió la mayor cantidad de su masa en un 74.5%, seguido por el sector de San Isidro con un 63.3%, Simbal con una pérdida de 55.0%, La Esperanza con 32.2% y por último y el que menos perdió su volumen fue el de Virú con solo una pérdida de 27.4%.

En lo relacionado al adobe prensado, arena los resultados obtenidos de la caracterización de la arena, son importantes para verificar si cumple con la calidad del agregado y así poder empezar con la elaboración del adobe. En cuanto a la humedad no existe ningún tipo de norma que establezca y estipule un límite para la fabricación de adobes, pero siempre se recomienda que sean menores. Este agregado está en contacto con el medio ambiente reteniendo agua en sus poros, teniendo un 0.6% de humedad, estos valores son relativamente bajos proporcionando así una menor cantidad de vacíos a la mezcla, los cuales se verán reflejados en las pruebas mecánicas.

En lo relacionado a la combinación Limos – arcilla mediante la clasificación unificada de suelos (SUCS), este cuenta con un 68% pasante la malla N° 200, lo cual en SUCS indica que es un suelo de grano fino, debido a que contiene más del 50% pasa este tamiz, el suelo contiene un límite líquido de 33.4% menor a 50%, un índice plástico de 11 el cual es mayor que 7, ubicándose en la clasificación “CL”, donde el nombre de grupo que adopta este suelo es de arcilla mal gradada. El valor promedio de la humedad de la tierra que se utilizó para la elaboración de los adobes prensados fue de 2.6%, lo cual representa un estado normal de la tierra, a diferencia de los adobes evaluados de los sectores de Trujillo. El suelo presenta un porcentaje de grava de 0%, arena de 32 % y de limos y arcillas de 68%, lo cual ubicándonos en el diagrama de textura como se muestra en la siguiente figura 22, indica que la textura de este suelo es franco arcilloso

Referente a la Conchuela marina – CaO es la acumulación de bancos de esqueletos o caparazones de distintos moluscos marinos en cantidades muy grandes desde hace millones de años, estos corresponden obviamente a moluscos muertos y varados por el oleaje marino sobre las playas los moluscos, tal y como los artrópodos (crustáceos, insectos, arácnidos, miriápodos) tienen una parte dura en el exterior de su cuerpo en lugar de en el interior, esto proporciona la ventaja de que puedan solo utilizar su exoesqueleto, al que se suele llamar concha o caparazón como un elemento de defensa para protegerse de las agresiones externas y que también sirve como punto de anclaje para sus órganos y músculos. Hablando químicamente los sostienen una gran similitud a pesar de las diferencias en su aspecto, las cuales están formadas por dos componentes, una matriz orgánica de naturaleza proteínica (conquiolina), la cual se destruye y desaparece con la muerte del animal, y la otra un depósito inorgánico (carbonato cálcico), en esta última el carbonato cálcico suele cristalizarse en forma de aragonito, sin embargo, puede hacerlo de calcita, especialmente en la parte más interna; es normal que se puedan encontrar en pequeñas cantidades otras sales como carbonatos y fosfatos.

#### **IV. PROPUESTA OPCIONAL**

Del aprendizaje obtenido durante el desarrollo de la presente investigación, se indican las siguientes recomendaciones:

- a. Se recomienda evaluar la interacción de los materiales que se utilizaron para elaborar el adobe prensado en esta investigación con otros tipos de adiciones, tales como: cal, yeso, cemento o materiales que contengan óxido de calcio.

- b. Se debería continuar la investigación sobre el efecto de la estabilización de la conchuela marina realizada en el adobe prensado en la resistencia ante cargas en muros construidos con los mismos materiales y juntados con morteros elaborados con mezclas distintas, con el fin de generar conocimiento sobre la materia y así desarrollar la tecnología constructiva más apropiada para este material.
- c. Generar un tipo de bases de datos para la elaboración de un apartado de recomendaciones y normas técnicas que sean complementarias para la construcción de un adobe prensado las cuales logren integrarse en los reglamentos de nuestro país, tratando de estimular y promover la construcción con materiales de este tipo, que, por su proceso de construcción y su origen natural, optimizan la contaminación del medio ambiente, empleando y manteniendo los recursos naturales.
- d. Aplicar un estudio y análisis de la erosión del agua sobre un adobe prensado, debido a que está incluido dentro de los factores que afectan la durabilidad de estos, originando pérdida de funcionalidad debido a la disgregación y pérdida de materia, obviamente que su consecuencia es un mal comportamiento mecánico. .
- e. Elaborar una comparación de adobes prensados con dos tipos de prensas la mecánica (Cinva-Ram) y la prensa hidráulica (Oskam), para determinar con cuál de estas el adobe tiene mejor comportamiento ante los ensayos sometidos en esta investigación.
- f. Es recomendable continuar investigando sobre el efecto del CaO proveniente de la conchuela marina en un concreto, para conocer la interacción de estos materiales entre sí.

## **V. CONCLUSIONES:**

Tomando como referencia los objetivos: general y específicos, tenemos las siguientes conclusiones:

### **5.1. En relación al objetivo general.**

#### **Conclusión general.**

El 92% es de la opinión que si existe influencia del tipo de suelo con agregado de CaO , en la calidad del adobe prensado en la zonas rurales de la Provincia de Trujillo, 2020.



## **5.2. En relación a los Objetivos específicos:**

**Conclusión específica 1:** Se explica que la influencia de la dimensión comprensión es del 77% en la calidad del adobe prensado y un 23% opine que no influye.

**Conclusión específica 2:** Se explica que la influencia de la dimensión durabilidad es del 78.84% en la calidad del adobe prensado.

**Conclusión específica 3:** Se explica que la influencia de la dimensión resistencia es del 96% en la calidad del adobe prensado y el 4% que no le otorga o influye en la calidad.

**Conclusión específica 4:** Se explica que la influencia de la dimensión del tipo de suelo limo es del 88% en la calidad del adobe prensado y 12 % que no.

**Conclusión específica 5:** Se explica que la influencia de la dimensión tipo de suelo arena es del 94% en la calidad del adobe prensado y el 6% opina que no tiene influencia en la calidad.

**Conclusión específica 6:** Se explica que la influencia de la dimensión del tipo de suelo arcilla es del 92% en la calidad del adobe prensado y el 8% que no influye.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar M., Campos J., Di Lello C., Queiroz F., & Campos N. (2014). *Síntesis de hidroxiapatita en el uso de carbonato de calcio de origen biológico como*. *Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*, Pág. 71-80. Brasil.
- Aguire C., & Aguilar T. (2006). *Influencia del tipo y porcentaje de materia estabilizante, sobre la resistencia a la compresión y densidad en ladrillos ecológicos de construcción*, Trujillo.
- Arboccó H. (2012). *Experincias sobre la utilización de materiales locales en la construcción de sistemas constructivos no convencionales - SCNC*. *Revista Técnica del Capítulo de Ingeniería Civil*, Pág. 3-7. Lima.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2004). *Manual para la rehabilitación de viviendas construidas en adobe y tapia pisada*. Colombia.
- Aubrey, K. (2002). *An investigation into the erodibility of earth wall units*. Doctor of Philosophy. Sydney.
- Autroville Earth Insitute. (s Barros L., & Imhoff F. (2010). *Resistencia sísmica del suelo - cemento postensado en construcciones de baja complejidad geométrica*, Chile.
- BBC Mundo. (2014). *¿Por qué el 90% de los terremotos suceden en el Cinturón del Pacífico?*. Perú.
- BBC Mundo. (2017). Consultado marzo 2018. Obtenido de <http://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-40826035>
- Berrú M., Castro G., Colcas J., Díaz M., & Moran J. (2014). *Diseño de planta para la producción de carbonato de calcio a partir de la concha de abanico de la ciudad de Sechura, Piura, Perú*.
- Blondet M. (2010). *Tunza*. Recuperado: <http://tunza.mobi/es/articulos/la-casa-de-ladrillos/> - (enero 2018)
- Braja M. (2015). *Fundametos de ingeniería geotécnica*. CENDAGE Learning. México
- Carcedo M. (2012). *Resistencia a compresión de bloques de tierra comprimidad estabilizada con materiales de sílice de diferente tamaño de partícula*. España.
- Castellanos R. (2000). *Manual de Interpretación de análisis de suelos y agua*. México
- Centro Nacional de Estimación, Prevención del Riesgo de Desastres. (2015). (Consultado octubre 2017) Obtenido de *Escenario de ries*.
- Evedo, H., Vásquez A., & Ramírez, D. (2012). *Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia*. (Consultado febrero 2018)

## ANEXOS

**Anexo 1.**  
**Matriz Operacional**

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional: Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>
VI: Tipo de suelo con agregado de CaO	.	Tipo arena  Tipo Limo  Tipo arcilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• % de suelo arena y de CaO</li> <li>• % de suelo limo y de CaO</li> <li>• % de suelo arcilla de CaO</li> </ul>	Ordinal
VD: Adobe prensado	.	Compresión  Durabilidad  Resistencia	Nivel de compresión  Nivel de durabilidad  Nivel de resistencia	Ordinal

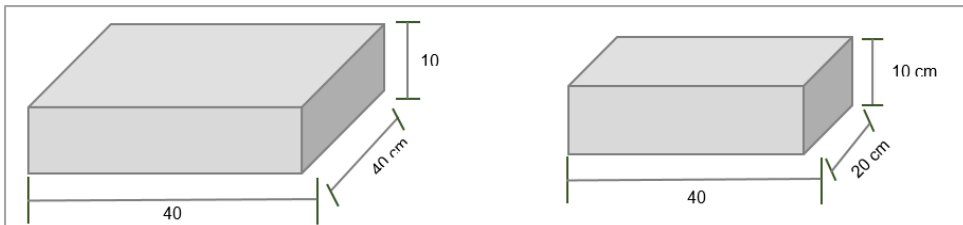
**Anexo 2:**

**Caracterización de la materia prima: CaO: Conchuela Marina-Lugar de ubicación de Extracción**



**Anexo:3**

**Adobe prensado**



#### Anexo 4.

#### Contenido químico de la conchuela marina

Muestra (N°)	Lugar de procedencia	Calcio (%)	Carbonato de calcio (%)	Laboratorio
1	Pisco	38.68	96.57	Inassa
2	Pisco	32.6	81.39	Inassa
3	Arequipa	36.96	92.28	Inassa
4	Arequipa	32.06	80.15	UNALM
5	Arequipa	35.09	87.73	UNALM
<b>Promedio</b>		35.08	87.62	

#### Anexo: 5

Tipo de prensa		Energía de compactación (Mpa)	Tasa de compactación de la tierra	Producción (BTC/día)
<b>Manual</b>	Mecánica	1.5 - 2.0	1.38	300 a 1200
	Hidráulica	2.0 -10.0	1.65	2000 a 2800
<b>Motorizada</b>	Mecánica	4.0 - 24.0	> 1.65	1600 a 12000
	Hidráulica	> 20.0	> 2.00	000

## ANEXO : 6

### VALIDEZ DEL INSTRUMENTO

NOMBRE DEL EXPERTO:-----

ESPECIALIDAD:-----

DNI:-----

Por medio de la presente **HAGO CONSTAR**, que realice la revisión de los Ítems de la Encuesta de elaboración propia, propuesto por los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Trujillo, Denys Padilla Lipa y Rene Oscar Lipa Mamani, quienes están realizando su trabajo de investigación titulado : **“Percepcion de la Influencia del tipo de suelo con agregado de CaO en la calidad del adobe prensado, zonas rurales –Provincia de Trujillo, 2020**

De la revisión final, considero que el Instrumento es **VALIDO** para su aplicación.

Trujillo Enero del 2020

-----

Firma del Experto

## Anexo 6

### ENCUESTA:

1. ¿Cree Ud. que existe influencia del tipo de suelos con agregado de CaO en la calidad del adobe prensado, para las zonas rurales de LA Provincia de Trujillo?
2. ¿Para Ud. actualmente cual es la influencia en la fabricación de adobes teniendo en cuenta la compresión para mantener su calidad?
3. ¿. ¿Cree Ud. que los adobes fabricados deben ser resistentes a la compresión?
4. ¿Cree Ud. que el parámetro de la compresión en la calidad del adobe lo convierte en un factor importante para la construcción de viviendas en zonas rurales de Trujillo?
5. ¿Cree Ud. que la durabilidad del adobe prensado se debe al agregado de CaO?
6. ¿Es la durabilidad una componente importante en la calidad del adobe prensado?
7. ¿Cree Ud. que el adobe prensado con el tipo arena- arcilla y CaO , tiene una durabilidad mayor al adobe de paja y arena.
8. ¿Cree Ud. que la relación de suelo arena- arcilla es necesaria porque le otorga la cohesión básica de las partículas al adobe prensado?
9. ¿El tipo de suelo limo, arena arcilla y CaO le otorga mayor resistencia al adobe prensado fabricado en los distritos especificados?
10. ¿Cree Ud. Que en la fabricación del adobe prensado el 75% de arena, 25 % de arcilla y limo le otorga una resistencia mayor al producto?
11. ¿La resistencia del adobe prensado está dirigida al agua?
12. ¿Se explica que tan solo los tipos de suelos y los porcentajes de CaO , hace más resistente al adobe prensado?
13. ¿En qué medida cree Ud. cuál es la influencia del tipo de suelo limo con agregado de CaO, en la calidad del adobe prensado?
14. ¿Cree Ud. que se debería utilizar en la fabricación del adobe prensado tan solo el tipo de suelo limo?
15. ¿Cree Ud. que es importante que tienen este tipo de suelo en presencia del agua al aumentar su cohesión en la calidad del adobe prensado?
16. ¿Cree Ud. que se tiene influencia del tipo de suelo arena y CaO , en la calidad de fabricación de adobe prensado?
17. ¿Cree Ud. que los porcentajes de arena- arcilla y CaO, son muy necesarios para la calidad del adobe prensado?
18. ¿Cree Ud. que la mezcla de la arena con el CaO le otorga mayor durabilidad y resistencia al adobe prensado?
19. Cree Ud, que el tipo de suelo arena, por su estabilidad y fuerte fricción interna le genera calidad al adobe prensado, adicionándole CaO.

20 ¿Cree Ud, que el tipo de suelo arcilla con agregado de CaO influye en la calidad del adobe prensado.