



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural  
y su influencia en la impermeabilización del adobe estabilizado,  
Huarochirí, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Cuba Huaman, Ever (ORCID: 0000-0003-4158-9715)

Rodriguez Mantilla, Edward Jhonatan (ORCID: 0000-0001-9326-9460)

**ASESOR:**

Mg. Contreras Velasquez, Jose Antonio (ORCID: 0000-0001-5630-1820)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

Trujillo – Perú

2021

## **Dedicatoria**

En primer lugar, agradecemos a Dios por brindarnos salud, fortaleza y guiarnos en el camino del bien, para llegar a nuestros objetivos en este transcurso de la vida universitaria, en el segundo lugar agradecemos a nuestras esposas y nuestras madres que siempre estuvieron con nosotros, con su apoyo incondicional, tanto económico y moral para poder estudiar una carrera universitaria.

## **Agradecimiento**

Damos gracias a Dios por proveernos de los conocimientos científicos para lograr nuestros objetivos cada día.

De manera especial, agradecemos a todos los docentes que compartieron su experiencia profesional y conocimientos durante nuestra formación académica.

Asimismo, a cada una de las personas que de alguna manera formaron parte de este trabajo de investigación y en especial a nuestro asesor Mg. José Contreras Velásquez.

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
<b>III.METODOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Tipo y Diseño de investigación .....	15
3.2 Variables y operacionalización .....	15
3.3 Población y Muestra y Muestreo .....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimiento de datos .....	20
3.6 Método de Análisis de datos.....	21
3.7 Aspectos éticos.....	22
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>35</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>38</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.....	17
Tabla 2: Cantidad de adobes para los ensayos. ....	18
Tabla 3: Resultados de la clasificación de suelos. ....	23
Tabla 4: Resumen de resultados de cantidades usadas por diseño. ....	24
Tabla 5: Resultados del ensayo de compresión.....	24
Tabla 6: Resultados del ensayo de flexión.....	26
Tabla 7: Resumen de resultados del ensayo de absorción.....	27
Tabla 8: Prueba de normalidad. ....	28
Tabla 9: Prueba de análisis de varianza "ANOVA" .....	29
Tabla 10: Prueba de comparación múltiple HSD Turkey.....	29
Tabla 11: Prueba de normalidad. ....	30
Tabla 12: Prueba de análisis de varianza "ANOVA" .....	30
Tabla 13: Prueba de normalidad. ....	31
Tabla 14: Prueba de análisis de varianza "ANOVA". ....	31

## Índice de figuras

Figura 1: Comparación de resultados del ensayo de compresión.....	25
Figura 2: Comparación de resultados de ensayo de flexión.....	26
Figura 3: Comparación de resultados obtenidos del ensayo de absorción. ....	28

## Resumen

El objetivo del trabajo de investigación es evaluar la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural y su influencia en la impermeabilización del adobe estabilizado. Se elaboró la dosificación de savia para los bloques de adobes y el estudio de suelo como el análisis granulométrico. La investigación es de diseño experimental, alcance descriptivo, de tipo aplicada y con enfoque cuantitativo. Por consiguiente, se midieron los ensayos por medio de pruebas realizadas en el laboratorio, los datos obtenidos fueron analizados y permitieron generar resultados numéricos confiables, del cual se necesitó pruebas de ensayos basadas en las normas E-080 y ASTM C-67. Así mismo los resultados obtenidos en la aplicación de savia de cactus San Pedro como aditivo natural; En el ensayo de compresión los porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% con aditivo, presentan valores de 12.90 kg/cm<sup>2</sup>, 14.63 kg/cm<sup>2</sup>, 11.55 kg/cm<sup>2</sup> y 10.77 kg/cm<sup>2</sup>. En el ensayo de flexión los porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% con aditivo, presentan valores de 8.05 kg/cm<sup>2</sup>, 8.86kg/cm<sup>2</sup>, 6.88 kg/cm<sup>2</sup> y 6.45 kg/cm<sup>2</sup>. En el ensayo de absorción los porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% con aditivo, presentan valores de 20.38%, 18.20%, 17.14% y 15.87%.

En Conclusión, podemos afirmar que, al adicionar savia de cactus, si tiene influencia en la impermeabilización el adobe estabilizado al tener mayor resistencia a la absorción frente a un adobe tradicional.

**Palabras clave:** Savia de cactus San Pedro, adobe, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y porcentaje de absorción.

## **Abstract**

The objective of the research work is to evaluate the application of San Pedro cactus sap as a natural additive and its influence on the waterproofing of stabilized adobe. The sap dosage for the adobe blocks and the soil study as the granulometric analysis were elaborated. The research is of experimental design, descriptive scope, of applied type and with quantitative approach. Therefore, the tests were measured by means of tests carried out in the laboratory, the data obtained were analyzed and allowed to generate reliable numerical results, of which test tests based on the E-080 and ASTM C-67 nomas were needed. Likewise, the results obtained in the application of San Pedro cactus sap as a natural additive; In the compression test the percentages of 0%, 5%, 10% and 15% with additive, have values of 12.90 kg/cm<sup>2</sup>, 14.63 kg/cm<sup>2</sup>, 11.55 kg/cm<sup>2</sup> and 10.77 kg/cm<sup>2</sup>. In the bending test the percentages of 0%, 5%, 10% and 15% with additive, have values of 8.05 kg/cm<sup>2</sup>, 8.86kg/cm<sup>2</sup>, 6.88 kg/cm<sup>2</sup> and 6.45 kg/cm<sup>2</sup>. In the absorption test the percentages of 0%, 5%, 10% and 15% with additive, present values of 20.38%, 18.20%, 17.14% and 15.87%.

In conclusion, we can affirm that, when adding cactus sap, if it has an influence on waterproofing the stabilized adobe by having greater resistance to absorption compared to a traditional adobe.

**Keywords:** San Pedro cactus sap, adobe, compressive strength, bending resistance and absorption percentage.

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia del adobe, comprendemos que su origen se remonta hasta Mesopotamia (Peña,1997, p.17). Que etimológicamente significa “país entre ríos”; en la actualidad, países de Irak y el este de Siria; los mesopotámicos fueron los que iniciaron la creación de los adobes, estos fueron elaborados a base tierra arcillosa cruda y comúnmente secados en su totalidad al aire libre, algunas variaciones incluyen mezclas con paja u otros materiales ecológicos, para obtener mejores resultados. En nuestro país las primeras evidencias de construcciones con adobe las podemos encontrar en Huaca Prieta, que data de una antigüedad de 4000 años y está ubicado en el valle de Chicama – La Libertad (Bouso, 2020, p. 9).

El problema más común que afecta a las viviendas hechas con adobe es la humedad provocada por las precipitaciones de aguas de lluvia, se tiene de conocimiento que el adobe dada su composición y elaboración presenta baja permeabilidad y resistencia a la compresión; esto conlleva al deterioro del material al transcurrir el tiempo (Gómez et al, p. 2).

En diferentes países se están incorporando nuevas técnicas en el proceso de fabricación para obtener mejores comportamientos mecánicos y físicos del adobe. En México, países con más desarrollo en el sistema de albañilería, se incorporan diferentes materiales ecológicos tales como la savia de tunas y estiércol de caballo con la finalidad de mejorar el comportamiento del adobe. (Peña,1997, p. 20). También observamos que en Ecuador incorporan bolsas plásticas trituradas, cemento o savia de tuna. Para el óptimo rendimiento del material, podemos observar diversas soluciones que se presentan para dar una respuesta al problema de la humedad y fisuras en el adobe, agentes patológicos que dañan al material y provocan fracturas (Gómez et al, p. 2).

Teniendo conocimiento de estas mejoras en la fabricación del adobe para viviendas y considerando los casos de esos países, se puede afirmar la utilidad que presentan en el ámbito económico y social, ya que se puede mejorar las propiedades mecánicas que presenta un adobe, que tendrá una mejora en el comportamiento ante cualquier agente que se presente, esto beneficiará al crecimiento de la sociedad y desarrollo de sus países.

Actualmente en las zonas andinas del territorio peruano, podemos observar una considerable cantidad de edificaciones construidas con barro, debido al menor costo que tiene este material; además de su fácil fabricación y que utiliza materiales del mismo lugar, este material está compuesto generalmente de tierra arcillosa e incorpora paja (icho) o paja de trigo. La técnica usada en esta región es de tipo artesanal y viene transmitiéndose desde hace muchos años de generación en generación a través de forma empírica, ya que no existen especialistas que indique cómo realizar el adobe de manera perfecta. Además, carecen de pruebas en laboratorio que determinen su resistencia en los adobes; por ello, podemos asumir que estos productos no tienen una garantía para resistir la humedad provocada por las lluvias y otros fenómenos (Benites, 2017, p. 11-12)

Según estas consideraciones, en nuestro país algunos departamentos han obtenido soluciones, es el caso de Lima donde han realizado ensayos con mucílago de penca de tuna con el fin de aumentar su impermeabilidad a la humedad; del mismo modo en Chincha, que para el mejoramiento del adobe se incorporó viruta de eucalipto; también en Piura, se ha incorporado extracto de cabuya para mejorar la estabilización y de esa manera poder ejecutar viviendas más seguras y resistentes ante los agentes externos (Benites, 2017)

El distrito de Huarochirí no es ajeno a las viviendas construidas en base a adobe (INEI 2017, p. 32). que también presentan los mismos problemas, debido a la falta de personal capacitado para la producción del material, falta de ensayos de laboratorio con el fin de estudiar las características mecánicas del barro; por consiguiente, la humedad provocada por las lluvias estacionales tiende fácilmente a provocar daños a las viviendas.

Por ello, con la información obtenida es necesario hacer un análisis y estudios profundos con el nuevo material. De esta forma se pueden dar resultados positivos en las propiedades del producto, por esta razón proponemos el uso de savia de cactus San Pedro, para conseguir una mejora a las propiedades internas como la compresión, flexión y absorción que presenta el adobe, ya que al ser un elemento primordial en la edificación de las viviendas andinas del Perú.

Por lo expuesto en la problemática es importante buscar responder a la siguiente pregunta; ¿De qué manera influye la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural en mejorar la impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochirí, 2021?

Como justificación social, considerando los estudios anteriores y las propuestas que se aplican en distintos países, se puede afirmar que un adobe con mejores propiedades mecánicas que permitan una mejor resistencia a la humedad; repercutiría en beneficio de la población, fomentando la construcción de mejores viviendas que derivan en una mejor calidad de vida y desarrollo general. Además, como justificación económica, se debe tener en cuenta el bajo costo de obtención de la savia de cactus como aditivo en la fabricación de adobe; asimismo el mayor tiempo de vida del mismo, que permitiría edificaciones con una mayor duración. Los costos económicos no son elevados, La fabricación del adobe, es la solución al problema puesto que los materiales utilizados para dicha producción están en el mismo lugar. Teniendo como justificación metodológica, que en esta investigación se quiere ayudar a crear una metodología nueva en la elaboración del adobe.

**El objetivo general** es de esta investigación es evaluar la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural en porcentajes, para que en combinación con el barro mejoren la impermeabilización del adobe estabilizado, Huarochirí, 2021. El primer objetivo específico es analizar la clasificación de suelo y la dosificación adecuada del barro, agua y paja para elaborar el bloque del adobe patrón. El segundo objetivo específico es precisar la resistencia a la compresión del bloque de adobe con la inserción de la savia de cactus San Pedro en porcentajes de 5%, 10%, 15%. En tercer objetivo específico es precisar la resistencia a la flexión del adobe con la aplicación de la savia de cactus San Pedro en porcentajes de 5%, 10%, 15%. En cuarto objetivo específico es determinar el porcentaje de absorción con la aplicación de la savia de cactus San Pedro en los porcentajes de 5%, 10%, 15%.

**Se plantea la hipótesis general** de esta investigación como, la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye positivamente en la impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochirí, 2021. La primera hipótesis específica es, la clasificación del suelo y la dosificación adecuada del barro, agua

y paja, influye en la ejecución del adobe patrón. La segunda hipótesis sería, la incorporación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en la resistencia a la compresión del adobe estabilizado. La tercera hipótesis es, la inserción de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en la resistencia a la flexión del adobe estabilizado. La cuarta hipótesis es, la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en el porcentaje de absorción del adobe estabilizado.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

Como primer antecedente internacional tenemos a Pinzón y Benítez (2018), en la investigación titulada “Desarrollo de Recubrimiento Natural (Nopal) para Fachadas en Viviendas en Adobe de la Candelaria”. Tuvieron como objetivo mejorar las condiciones del pañete con el fin de disminuir la humedad de las casas construidas con adobe incorporando el nopal. Donde los resultados obtenidos arrojaron en las pruebas de nopal sin curar la proporción del mismo de 240 ml y una absorción de 34 %, las cuales indicaron un mayor comportamiento en la absorción; en la prueba con adición de 160 ml de nopal obtuvieron una resultado de 36 % de absorción y en la prueba con 80 ml de nopal se obtuvo un resultado 35 %; En 3 días de curado de nopal obtuvieron una relación entre el porcentaje de humedad en relación a la proporción de nopal diciendo; que de 80 ml la absorción es 37%; con 160 ml, sería 36% y que, con 240 ml tenemos 35% de absorción. En 8 días de curado en el ensayo de nopal indica que con 240 ml se obtiene una absorción de 37%, teniendo diferencias en las dosis de 80 y 160 (ml), lo que incide que hay un eficiente porcentaje de absorción, donde concluyeron que el nopal sin curar se encuentra en 33% a 34% de grado de absorción a diferencia de las otras dosificaciones y los días de curado. Lo más relevante de la investigación del nopal, un producto natural puede ser utilizado para el pañeteo en las edificaciones de adobe, obteniendo una mejor impermeabilidad, sugiriendo su aplicación en la ciudad de Bogotá que cuenta con climas variados y como consecuencia sería beneficioso para ser implementado en las fachadas de las viviendas.

Como segundo antecedente internacional tenemos a García (2017), en la investigación titulada “Estudio de la Permeabilidad en el Adobe Implementando Agregados Naturales”, cuyo objetivo fue examinar agregados naturales puesto que, en unión con el suelo, incrementa las propiedades mecánicas y permeabilidad del barro, parametrando el material adecuado a implementar y su proporción adecuada. La metodología manejada en la investigación fue de tipo experimental. Sus resultados en la impermeabilidad con el adicionamiento de la resina de pino y estiércol incremento la absorción de agua en 18 % en las pruebas de ensayo en los

adobes, obteniendo la resistencia a compresión de 5.88 MPa y la resistencia a flexión se mantuvo en igualdad que los ensayos de los adobes sin resina, de 0.838 MPa y 0.840 MPa. Obteniendo como conclusión relevante, que las muestras con adición del 25% tardaron mayor tiempo en deshacerse en el ensayo de permeabilidad en comparación a las adicionadas con resinas del 20% y 15%, en cuanto al ensayo de permeabilidad en los adobes con adición de 15% de resina de pino, suelo y excremento, disminuye la permeabilidad del adobe en 21%, respecto a la absorción en porcentaje de agua establecido en la norma N-CMT-2-01-001, para los adobes. Resaltando que la resistencia a la compresión obtenida en la prueba del laboratorio es un índice de la permeabilidad del adobe y que si la resistencia aumenta el adobe será menos permeable.

Como tercer antecedente internacional tenemos a Elizarraraz (2020), en su investigación titulada "Proceso de Restauración a Base de Morteros con Aditivo Orgánico", planteó como objetivo general el análisis del comportamiento mecánico de los morteros modificados con aditivo orgánico con mucilago de nopal utilizados como recubrimiento y a si mismo identificar las propiedades que aporte el aditivo al mortero. Desarrollando una metodología para su investigación de tipo experimental. Teniendo como consecuencia obtener que, al adicionar mucilago de nopal con yeso y cal, en las muestras de la resistencia a compresión fue superior a las adicionados con yeso o solo cal, y los morteros adicionados con tierras arcillosas, yeso y un 100% de mucilago alcanzaron una resistencia a la compresión de 25 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que los ensayos de compresión con inserción de mucilago de nopal, cal y yeso, obtienen mejor resultado las que solo adicionan un solo cementante, considerando que estos resultados se deben a la relación que tienen al mezclar agua, cal, yeso y mucilago de nopal, deduciendo que a corto tiempo no han fraguado los componentes de las microestructuras cristalinas.

Como antecedente nacional tenemos a Bolaños (2016), en su investigación titulada "Resistencia a Compresión, Flexión y Absorción del Adobe Compactado con Adición de Goma de Tuna". Tuvo como objetivo determinar la resistencia a la compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna en diferentes porcentajes. Aplicó una metodología de diseño experimental. Los resultados que obtuvo con las dosificaciones del 0%, 5%, 10%, y 15 % de goma de

tuna con resultados de 19.19, 21.90, 25.27 y 27.56 (kg/cm<sup>2</sup>), teniendo que todos superan la resistencia delimitada de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>, parametrado por la norma E-080, obteniendo el mejor resultado de los ensayos en la muestra que adicionó un 15% de tuna en forma de goma, en el ensayo de compresión. Se toma como referente la norma E.080 para en ensayo a absorción y flexión, pero ésta no tiene específicos de sus parámetros entonces se hizo el cambio por la norma A.S.T.M C67, en los ensayos de flexión se obtuvo resultados para los ensayos de 4.77 kg/cm<sup>2</sup> y los porcentajes de 15%, 10% y 5% que obtuvo los resultados de 6.47, 6.81 y 6.11 (kg/cm<sup>2</sup>). En los ensayos de prueba de absorción con dosificaciones del 0%, 5%, 10%, y 15 % de goma de tuna se tuvo resultados de 0 %, 12.68%, 14.62% y 0%, concluyeron que los ensayos de adición del 10% de goma de tuna tiene superior resistencia a la flexión; por otro lado, con adición de un 15% de goma de tuna no pasaron el análisis de absorción, pero cambiando los porcentajes de 5% y 10 % se arroja el resultado de 12.68 % y 14.62 %.

Como antecedente nacional tenemos a Baldoceña (2019), en la investigación titulada "Aplicación de la Savia de Nopal como Impermeabilizado en Construcciones de Adobe en el Barrio Cecilio Limaymanta de Tarma - Junín". Tuvo como objetivo evaluar la inserción de la savia de nopal como impermeabilizante en edificaciones de adobe en el barrio Cecilio Limaymanta de Tarma. Aplicando una metodología con una orientación cuantitativo y de diseño experimental. Los resultados de la muestra de erosión acelerada y absorción indican que los adobes sometidos a una estabilización con adición de la savia con dosificación de 7% y 9% tienen menos porcentaje de absorción a diferencia de un adobe común, las mismas que son desintegradas en su totalidad, de igual manera para los adobes que tienen menos porcentaje de savia como 3% y 5%; los resultados que obtuvo de los mayores valores especificados fueron para las muestras con una adición de 7% y 9% de la savia contando con absorción de 1.37% hasta 3.98%. Concluyó que las muestras de barro con la adición de la savia de nopal en porcentajes de 3, 5, 7 y 9 (%), frente a las muestras de barro (adobe) típicas, tienen una inferior capacidad de absorción y tienen a ser más sólidos al desgaste por la consecuencia de que están expuestas a las lluvias.

Como antecedente nacional tenemos a Nieto y Tello (2019), en su investigación titulada, “Adobe Estabilizado con Mucilago de Penca de Tuna, Resistentes al Contacto con el Agua para la Construcción de Viviendas Populares Empleados en la Sierra del Perú”. Tuvieron como objetivo, diseñar una unidad de albañilería de adobe estabilizado con mucilago de penca de tuna con el fin de prolongar la vida útil de las viviendas populares. La metodología fue de tipo experimental. Los resultados encontrados reflejaron que los adobes estabilizados presentan un mejor desarrollo que un adobe de barro simple, logrando identificar que las mejores dosificaciones son de las dosis de 20.5, 18.0 (%) con resultado de 23.3 y 25.2 (kg/cm<sup>2</sup>), en la prueba de compresión y los resultados de 17.62 y 17.61 (kg/cm<sup>2</sup>), en flexión y los resultados de 10.99% y 11.43% en la prueba de absorción. Clasificando que sufrieron daños leves en la prueba de inmersión, teniendo su resultado de penetración de 4.89 y 5.31(mm) en la prueba de chorro de agua. Concluyeron que después de realizar las pruebas de absorción, que los bloques de barro simple (adobes convencionales), sufrieron desmoronamiento en su totalidad no resistiendo su inmersión en agua por un tiempo de 24 horas. Por otro lado, los bloques de barro que fueron estabilizados mediante la adición del mucilago de penca de tuna con porcentaje de 18 y 20.5 (%), lograron favorablemente los mejores resultados de 11.43 y 10.99 % en la prueba de absorción de agua.

Paredes, De la Cruz (2017), en su artículo que lleva por título: “Estudio de estabilizadores en el adobe”. Tuvieron como objetivo mejorar la resistencia a la compresión del adobe, utilizando aglomerantes naturales y artificiales. Los resultados obtenidos de la adición de fibra de coco al D 5% (4.13 MPa), D 10%(4.79 MPa), D 15% (4.63 MPa) y D 20%(4.90 MPa), estas evidenciaron mejores resultados que el adobe convencional que tuvo una resistencia de 4.06 MPa y Los adicionados de fibra de coco más catalizados gastado en consecuencia D 5% (3.14 MPa), D 10%(2.95 MPa), D 15% (2.65 MPa) y D 20%(2.50 MPa), estos resultados no superaron al adobe patrón que tuvo como resistencia 4.06 MPa, donde concluyeron que en los ensayos de adición de fibra de coco al barro para elaborar adobes, que desarrollen una mejora en su resistencia a la compresión, por lo tanto, lo más relevante en la investigación es la sugerencia de los investigadores a profundizar los ensayos con otros materiales o aglomerantes y relegar la

fabricación artesanal del adobe desarrollando modelos casi industriales, que son económicos y fáciles de adaptar para mejorar la resistencia del adobe.

Aranda y García (2015), en su artículo que lleva por título “Efectos de utilización de savias vegetales en bloques de tierra comprimida a la prueba de abrasión”. Presentaron como objetivo evaluar sobre el ensayo de abrasión en aquellos bloques de tierra comprimida que contienen estabilizantes de forma natural y minerales que están en prueba de durabilidad o abrasión. La metodología que aplicó fue de diseño cuantitativo experimental. Los resultados que lograron obtener reflejan que las muestras adicionadas con savias vegetales (adobe estabilizado), como del inserción de mucilago de nopal, se tuvo una resistencia de abrasión del D 0%(16.16 cm<sup>2</sup>/g), D 1%(17.89 cm<sup>2</sup>/g), D 2%(20.99 cm<sup>2</sup>/g), D 3% (22.18 cm<sup>2</sup>/g), D 4%(45.32 cm<sup>2</sup>/g) y 28%(15.47 cm<sup>2</sup>/g), y los adobes con inserción de acíbar de sábila, se tuvo una resistencia a la abrasión del D 0%(16.16 cm<sup>2</sup>/g), D 10%(8.09 cm<sup>2</sup>/g), D 20%(13.56 cm<sup>2</sup>/g), D 30% (11.49 cm<sup>2</sup>/g), D 40%(12.21 cm<sup>2</sup>/g) y D 50%(13.89 cm<sup>2</sup>/g), donde concluyeron que adobes con inserción de baja concentración de mucilago vegetal (nopal), influyen sustancialmente en el ensayo de la prueba abrasión, pero de otra forma se comportaron las muestras de bloques de tierra comprimida con aplicación de alta concentración de acíbar de sábila que no superaron a la muestra patrón.

## **Marco conceptual**

### **Cactus San Pedro**

Según Jara (2019), el nombre científico del cactus San Pedro es *Trichocereus Pachanoi*, el cual pertenece a la familia Cactaceae (p. 36). La familia Cactaceae registra en el Perú una gran diversidad de especies, teniendo una extensión de cultivo por toda la parte árida costera, imponiéndose su cultivación en las montañas de la serranía y las zonas tropicales de la selva, por consiguiente, podemos indicar la gran variedad y adaptación de esta especie (Calderón et al., 2004, p.1).

Como parte de sus características podemos mencionar que, es de la especie arbórea que tiene la particularidad de tener ramas blandas que afloran comúnmente en su base, tallos cilíndricos, de una tonalidad de verdosa en su temprana edad, con dimensiones 3 - 6 m largo y de 6 -15 cm de grosor, con marcas definidas por encima de su areola que tienen un color blancas (Mandujano y Mandujano, 2014, p.3).

### **Aditivo natural**

Un aditivo tiende a ser un agente químico o natural que agrega características especiales a cualquier insumo alimentario o industrial. Según Hernández (2019), la aplicación de aditivos de procedencia natural para la ejecución de materia primas para el sector construcción no es reciente. El estudio de las propiedades y sus resultados se han transmitido tradicionalmente de forma empírica durante muchas décadas y el uso en grandes proporciones de los aditivos naturales en la construcción es infinito (p. 1).

### **Adobe**

Según Jaguaco (2007), la materia prima más conocida en la construcción desde los inicios de la civilización es el barro, teniendo como una de sus aplicaciones más conocidas el adobe, donde la mayor aplicación es en las construcciones de tabiquerías y paredes de viviendas (p. 9). Según la Norma E.080 (2017), detalla al

adobe como un bloque compactado de tierra sin cocer, donde también pueden incluir residuos que amplifiquen su estabilidad de los agentes externos (cemento, asfalto, cal, etc.), teniendo una de las finalidades aumentar las características, es el caso de la resistencia a la compresión, logrando su estabilidad durante su abrasión por agentes de humedad (p. 5 y 24).

Sobre la composición del adobe, según Arce y Rodríguez (2014), la composición más común para la elaboración de adobe contiene un 20% de arcilla, 80% de agua y arena, su preparación se realiza en moldes, y posteriormente se coloca a la intemperie bajo el sol, por un tiempo de 25 a 30 días, teniendo que evitar el agrietamiento al secar se añaden al barro residuos naturales como paja, heno seco, que sirven como armadura (p. 23).

Entre las ventajas del adobe, tenemos que:

Sus materiales fáciles de conseguir, con frecuencia se encuentran en la misma zona de ejecución de la vivienda. Por lo cual, su fabricación tiende a ser muy simple con un bajo costo de mano de obra. Presenta buenas propiedades térmicas y acústicas. Por ser la materia prima el suelo que viene hacer un material inocuo y por ser natural en sus propiedades no hay ninguna sustancia tóxica por ser suelo limpio.

Como desventajas del adobe se menciona que:

Tienden a ser vulnerables, a los sismos, terremotos, lluvias e inundaciones y otros fenómenos naturales. Por ello tienen un límite de altura, por lo general su construcción alcanzan de 2 y 3 niveles. Pero tienen un deficiente confinamiento de los muros, dimensionamiento inadecuado de muros, de menor espesor excesivo largo y alto. Tienden a ser diseñados empíricamente, con dimensiones de muros sin confinamiento en su largo y alto. No aplican un revestimiento para su protección de deterioro de sus muros de agentes externos.

Sobre sus formas y dimensiones, es parametrado por la Norma E-080 (2006), define que la muestra de tierra comprimida (adobe) tendrán unas características rectangular o cuadrada y en sus aristas tengan ángulos de 90°. Por ende, las proporciones a las siguientes dimensiones donde el adobe cuadrado estará limitado

a medir 0.40 m. de borde, teniendo en cuenta el peso. La muestra rectangular deberá de ser de una longitud similar a dos veces su ancho (relación de 4:1). Teniendo referencias paramétricas de que la muestra comprenda una medida mayor a 8 cm (p. 1).

### **Adobe estabilizado**

El adobe estabilizado tiende a definirse como el adobe donde se le adiciona otros materiales que buscarán lograr mejoras en su resistencia a la compresión y su estabilidad ante los agentes de presencia de humedad (Norma E-080, 2006, p.1)

### **Resistencia a la compresión**

Según Quiroz (2019), define que la prueba de resistencia a la compresión se efectúa mayormente para muestras (testigos) en bloques de muestras que se encuentran secas, donde en otras normas plantean o validan las pruebas de muestras enteras e inclusive de dos muestras de unidades separadas por una junta de mortero (p. 36). La resistencia a la compresión se calcula por la prueba de compresión del material en bloques de 10 cm de arista, siendo el mínimo valor aceptable  $f_0$  de 10.2 kg/cm<sup>2</sup>, Los bloques de tierra o muestras de deben ceñirse con el cálculo de promedio de las seis muestras se tomará las mejores de cuatro, siendo igual o mayor a la prueba de resistencia última muestreada (Norma E-080, 2017, p. 20).

Según la norma ASTM C67, se determina la prueba de resistencia la compresión de cada espécimen se procederá el cálculo de la siguiente manera:

Para el cálculo:

$$C = \frac{W}{A}$$

C = Resistencia a la compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>

W = Máxima carga en Kg-f, indica por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>

## Resistencia a Flexión

El ensayo a la resistencia a la flexión, tiende a determinarse mediante el entendimiento del momento flexionante, generada por la energía máxima que aplica, y el momento de resistencia del material (Novoa, 2005, p.63). Según Badiola (2004), sostiene que la resistencia a la flexión es la consecuencia del esfuerzo externo o un momento de flexión en una sección cortada.

Prueba de ensayo que establece la norma de rotura dependiendo la exactitud de la grieta. El procedimiento es dominar la concordancia de estudio a una carga en los tercios de luz, esperando se produzca el defecto, a la resistencia para la flexión de la unión del adobe que se realiza de acuerdo la Norma ASTM C67. De manera que se tiende que la unidad muestra de adobe, se sujeta independientemente en los límites, se carga en el tercio de la luz libre hasta conseguir la separación de la muestra patrón. La carga aplicada es constante, teniendo minimizar el golpeteo a una celeridad firme.

Según la norma ASTM C67, determina que para el módulo de ruptura de cada espécimen se procederá el cálculo de la siguiente manera:

Cálculo:

$$S : 3W ( l/2 - x ) / bd^2$$

S : Modulo de rotura del testigo.

W : Máxima carga aplicada en el aparato de ensayo.

l : Distancia en sus apoyos.

b : Ancho note (restando los agujeros) de la muestra en el plano de falla.

d : Espesor la muestra

x : Distancia promedio entre el centro de la muestra hasta el plano de falla.

## Absorción

Según More (2019), sostiene que para calcular la absorción de agua en porcentaje (Absorción %), para lo cual se debe evaluar la muestra saturada evaluando su peso ( $W_s$ ), transcurrido el hundimiento del material en agua a temperatura de al tiempo por un promedio de un día (24:00 horas), obteniendo resultado en valores en gramos, como paso final necesitamos el peso seco de la muestra ( $W_d$ ) en gramos (p.28). Según la norma ASTM C67, determina para el ensayo de absorción de cada espécimen se procederá el cálculo de la siguiente manera:

Cálculo:

$$Absorción (\%) = \frac{100 (W_s - W_d)}{W_d}$$

Donde:

$W_d$  = Peso seco del modelo.

$W_s$  = Peso del modelo saturado.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación:**

Según Carrasco (2005), será aquella diferencia por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, habla de investigar para continuar, cambiar, convertir y crear cambios en una determinada sección del ambiente (p. 43). En este sentido, la clase de esta investigación es aplicada, para ello se examinará la adición de la savia de cactus en el barro para la ejecución del bloque de muestra (adobe) esperando aumentar las propiedades.

##### **Diseño de investigación:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), es un diseño o estrategia que se lleva a cabo es para alcanzar la información que es necesaria en una investigación y contestar al planteamiento (p. 128). Por lo tanto, la investigación planteada será de diseño experimental, por la que se dirigirá la variable independiente de una muestra por observar y medir sus efectos que se producirán en la variable dependiente.

##### **Enfoque de investigación:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), se procede a juntar información para verificar la hipótesis con sustento real numérico, con ensayos estadísticos que permitan definir normas de comportamiento (p. 4). Por ende, la actual información dará una visión cuantitativa, teniéndose que las variables de investigación, serán estimadas y dimensionadas en cantidades numéricas, la cual se indica que los resultados serán cuantificados.

#### **3.2 Variables y operacionalización**

Las variables pueden definir o variar una representación, la cual está a un sujeto de cambio de un grupo de sus elementos físicas o sus dimensiones de las muestras de evaluación (Carrasco, 2005, p. 219).

### **Variable Independiente**

Según Borja (2012), será la variable que genere la consecuencia de generar la variable independiente y se representará con letra "X" (p. 23). Por ello nuestra variable independiente es la savia de cactus, la cual será mezclada con en el barro para la producción de los adobes, con el solo fin de aumentar las mejoras en sus propiedades físicas y mecánicas de la muestra de barro (adobe).

- **V.I.- Savia de cactus San Pedro**

### **Variable dependiente**

Según Borja (2012), siendo la consecuencia creada por la acción de la variable independiente. Teniéndose que representar con el grafema de "Y". En conclusión, se podrá especificar la relación  $Y = f(X)$  que relaciona ambas variables (p. 23), para nuestra investigación la variable dependiente es la estabilización de las características del adobe.

- **V.D.- Estabilización de las propiedades del adobe**

### **Operacionalización**

Según Borja (2012), califica que la operacionalización de las variables debe ser un procedimiento que se debe aplicar para definir como se deben se medir las variables de las hipótesis planteadas, se considera que se tienen que emplear indicadores que se puedan medir fácilmente.

La tabla 1 muestra la matriz de operacionalización de variables que serán consideradas por esta investigación, considerando las definiciones conceptual y operacional para cada variable; así como los indicadores que permiten modelar y representar a dichas variables.

**Tabla 1:** Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION			
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</b>  <b>SAVIA DE CACTUS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según RAE, se define cactus como la planta de la familia de las cactáceas, de tallo globoso con espinas, propias de climas desérticas.</li> <li>El nombre científico del cactus San Pedro es Trichocereus Pachanoi, la cual pertenece a la familia Cactaceae. (Jara, 2019, p.36).</li> </ul>	Selección y mezcla de los materiales, los cuales se añadirá según las dosificaciones indicadas, para la elaboración del adobe	Savia de Cactus	0 %	%			
				5 %				
				10 %				
				15 %				
<b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b>  <b>ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según Díaz, L (2016), define que el adobe tiene como materia prima la tierra o el barro y también el refuerzo de la paja.</li> <li>Asimismo, una definición más del adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, donde también pueden contener residuos que amplifiquen su estabilidad de los agentes externos (cemento, asfalto, cal, etc.), teniendo una de las finalidades es mejorar sus características en su resistencia a su compresión y estabilidad durante la presencia de humedad. (Norma E.080, 2017, p.5-24).</li> </ul>	Las clasificaciones de suelo comprenden del ensayo del contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico.	Clasificación de suelos	Ensayo Clasificación de suelos	%			
				Las propiedades del adobe más relevantes son la resistencia a la compresión, flexión y absorción.		Resistencia a la compresión y flexión	Ensayo a la Resistencia a la compresión y flexión	Kg/cm2
						Porcentaje de absorción	Ensayo de absorción de agua	%

Fuente: Elaboración propia, 2021

### 3.3 Población y Muestra y Muestreo

#### Unidad de estudio

Son unidades de adobe las cuales se les realizará la flexión, contenido de humedad y compresión, durante ensayos que se ejecutarán en el laboratorio privado de una empresa, considerando que siempre la resistencia mínima de rotura según determina la Norma E-080.

#### Población

Este estudio estará conformado por bloques de adobes estabilizados. Esta investigación se estará llevando a cabo con una población de 72 unidades (bloques) considerando las normas vigentes de E-080.

#### Muestra

La muestra llega hacer no probabilística, para la cual se cuantifico aplicando los parámetros indicados según de la norma vigente (E-080), donde se plantea como mínimo el uso de 06 bloques para la prueba a compresión, con concordancia a la norma internacional (ASTM C-67), donde se plantea el uso mínimo 05 muestras de unidades, teniendo que calcular su desviación estándar, se pone a criterio el uso de los mejores resultados de 06 muestras de unidades para cada prueba.

También para la prueba de absorción y flexión se emplearán los parámetros de la norma (ASTM-C67) donde plantea del uso de 05 muestras de unidades, pero para uniformizar la investigación se plantea elaborar 6 muestras de unidades para absorción y flexión, en las diferentes dosificaciones planteadas en la investigación.

**Tabla 2:** Cantidad de adobes para los ensayos.

<b>Cantidad de Adobes (Bloques)</b>				
<b>Prueba</b>	<b>Patrón 0 %</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
<b>Compresión</b>	6	6	6	6
<b>Flexión</b>	6	6	6	6
<b>Absorción</b>	6	6	6	6
<b>Parcial</b>	18	18	18	18
<b>Total</b>	72			

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla 2 detalla el total de unidades que se emplearán en la ejecución para las pruebas de absorción, flexión y para su resistencia, que en total son 72 unidades.

### **Muestreo**

Es no probabilística, dando que los bloques no requieren de la probabilidad, por ello si requiere de efectos relacionados con las características del estudio o los propósitos de los investigadores, En este caso la manera no sería mecánica y menos se necesita fórmulas de probabilidades, por lo cual requiere el criterio de decisiones de los investigadores, de esa manera, las muestras seleccionadas obedecen a diversos criterios de estudios (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.176).

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

#### **Técnicas de Investigación:**

Según Borja (2012), tendrán que describirse todas las técnicas que se usarán en campo. Se mostrarán los formatos utilizados para cada una de las tareas. Para ello, los proyectos de ingeniería deberán mostrar los formatos correspondientes (p.33). Por consiguiente, la producción de la investigación que establecerá la resistencia a la absorción de agua, flexión y compresión agregando la savia de cactus San Pedro en porcentajes de 15%, 10%, 5% y 0%. Para ello, se empleará la metodología de la observación y mediante la información recolectada en las pruebas de laboratorio, esta información se presentará en tablas graficas con uso del programa Microsoft Excel para su mayor comprensión durante toda la investigación.

#### **Instrumentos de recolección de datos:**

En el desarrollo las pruebas del laboratorio se tomarán en cuenta los protocolos establecidos por norma, por ello se deben de realizar los siguientes ensayos a la absorción de agua, flexión y compresión, y así mismo poder saber la resistencia del adobe reforzado y observar que cumplan con las características apropiadas para construir un domicilio (Norma E-080, 2017).

**Validez:**

Está definido como el grado o valor en que una herramienta mide realmente la variable que se quiere o desea medir (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 200). Por ende, la validez de la presente investigación se obtiene en que las pruebas de adobe estabilizado, se analizaran en los ensayos para obtener un valor cuantificado en la resistencia de absorción del agua, flexión y compresión de la muestra dosificada con una savia natural extraída de cactus San Pedro; ensayados en un laboratorio autorizado de ensayo de materiales, por ende, la certificación que emitan estará firmada por los expertos competentes que corroboraran los efectos alcanzados.

**Confiabilidad:**

Es legítimo, dado que el instrumento empleado son datos establecidos por la Norma E-080 Diseño y Construcción de Tierra Reforzada del Ministerio de Vivienda y Saneamiento 2017. También se mantienen en los ensayos de laboratorio donde se desarrollará la representación de las muestras, las cuales se someterán a la prueba de absorción de agua, compresión y flexión conforme con a las normas E-080, complementados con la norma ASTM C-67.

**3.5 Procedimiento de datos****Modo de recopilación de información:**

Para realizar a cabo la evolución de la investigación, se recolectó información para dichas investigaciones compatibles con las variables del tema a desarrollar, realizadas en los últimos cinco años; incluye artículos científicos, tanto como revistas, tesis, libros, etc., teniendo en cuenta la problemática en la zona de estudio que se manifiesta en la coeternidad con las casas edificadas con barro, ubicada en la parte oriente centro del departamento de Lima, de la provincia Huarochirí. Anteriormente, se enunció las variables a analizar, teniendo como variable independiente, aplicación de la savia de cactus San Pedro y la variable dependiente la estabilización de las propiedades del adobe. Para el cumplimiento de las unidades de adobes se investigó el procedimiento para la ejecución de los adobes, utilizando la normativa y parámetros que demanda la Norma E-80 de Tierra Reforzada del Ministerio de Vivienda y Saneamiento 2017.

### **Dosificación de variable independiente:**

Para llevar a cabo el desarrollo del trabajo (tesis) se hizo el manejo de la variable independiente que fue la aplicación de la savia de cactus San Pedro, en esta trabajo se formulara una mejora a las unidades hechas de barro con paja (adobe) con porcentajes 15%, 10% y 5% y una muestra patrón (0%) por ello evaluar su efecto, luego trasladarlos al laboratorio para someterlos a pruebas a la resistencia a la absorción de agua, flexión y compresión, con el fin de estudiar qué porcentaje nos brinda un mejor resultado.

### **3.6 Método de Análisis de datos**

La guía servirá para explicar los tipos y métodos de materiales que se utilizarán para medir la absorción de agua, resistencia de compresión y flexión, cuando se introduzca un aditivo natural como la savia de cactus San Pedro. Por ello, se ira detallando el tipo de ensayo, la norma E-080, la ubicación de estudio, nombre del proyecto, cantera, color del material, el responsable del ensayo, tipos de materiales. Se tendrá en cuenta las características de las unidades de estudio, indicando las dimensiones del adobe, de acuerdo a las dimensiones que nos dicta la norma E-080. Igualmente, se determinará las proporciones, tanto para las unidades de la dosificación de los diversos tipos de suelo y para las unidades de las proporciones del material que se agregará a la muestra como refuerzo. Esta investigación especificará los formatos para cada una de las muestras realizadas en los cuatro porcentajes que se está ejecutando (15%, 10% y 5%), como para las pruebas de absorción, resistencia de compresión y flexión. Igualmente, se especificará las cargas gradualmente, desde una carga mínima y máxima, la sucesión hasta una resistencia donde alcance su mayor esfuerzo, por ello se comparará de las cuatro muestras ensayadas como lo determina la Norma y determinar los valores en tablas graficas con uso del Programa Microsoft Excel para un mayor entendimiento de toda la investigación.

### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación es real ya que se avala en la información verídica. Se reunió referencias bibliográficas de tesis, libros, artículos científicos, donde se encuentran adecuadamente citadas. Nos aseguramos que se sigan los parámetros establecidos al momento de extraer las muestras y datos para luego llevarlas al laboratorio. La finalidad y la obligación del trabajo de investigación es netamente contribuir con el alcance de mejorar las edificaciones de la comunidad, teniendo su objetivo de encontrar nuevas opciones de perfeccionar la estabilización del barro con la integración de la savia de cactus San Pedro, para una mayor impermeabilización del adobe reforzado.

#### IV. RESULTADOS

En la presente investigación se detallan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas a las muestras de bloques de barro (adobe) con adición de savia, con la finalidad de dar validez a la hipótesis.

##### Resultados de ensayos clasificación de suelos y dosificación.

La tabla 3 describe los resultados encontrados al analizar la clasificación de suelos, antes de ser usado, con el fin de verificar si son apropiados para elaborar los adobes.

Tabla 3: Resultados de la clasificación de suelos.

CALICATA	PROF	UBICACIÓN	CONTENIDO DE HUMEDAD	CLASIFICACIÓN DE SUELO		LÍMITES DE CONSISTENCIA			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
			CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	SUCS	AASHTO	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICO	GRAVA (%)	ARENA (%)	FINOS (%)
C-001	0.10-1.50	Matucana-Huarocharí	7.8	CL	A-6(6)	38	22	16	2.6	43.4	54

Fuente: Elaboración propia, 2021.

De los resultados emitidos por el centro de análisis de las muestras (laboratorio), planteamos que la tierra es propicio para la ejecución de bloques de barro; dado que, esta parametrado por la norma E.080, donde la escala de suelos debería acercarse en arcilla 10 a 20 (%), limo 15 a 25 (%) y arena 55 a 70 (%) y no debería utilizarse suelos que no se encuentran en los parámetros planteado por norma.

Se tomó este tipo de suelo para proceder con la ejecución de la dosificación de las cantidades usadas por diseño para crear la muestra de adobe patrón. Teniendo una baja humedad inicial de 8.00%, por la cual se inserta una humedad añadida de 12.00%, para cumplir con la norma E-080, que indica que la cantidad de humedad mínima a usar es del 20% para elaborar adobes.

Se presenta la tabla 4 que detalla el diseño y la dosificación de la misma para la elaboración de los testigos, se consideró la norma E-080.

**Tabla 4:** Resumen de resultados de cantidades usadas por diseño.

Cantidades por diseño						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PATRÓN	5%	10%	15%	NOTAS
Arcilla	kg	10	10	10	10	100% del total
Paja	kg	0.10	0.1	0.1	0.1	1% de peso total
Agua	Litros	2	1.6	1.2	0.8	20 % de la mezcla (Arcilla - Savia)
Savia de Cactus	kg	0	0.5	1	1.5	Inserción de savia

Fuente: Elaboración propia, 2021.

### Ensayo por unidad de adobe

En nuestro patrón y los 3 tipos de mezclas, teniendo 6 pruebas de unidades de bloques de barro (adobes), para cada tipo de pruebas mecánicas (flexión y compresión) y 6 unidades para los ensayos físicos (absorción), considerando la norma E-080 y complementando con la norma ASTM C-67.

### Resultado del ensayo de compresión

Las consecuencias para este ensayo fueron consideradas tomando en cuenta los 4 mejores resultados de 6 pruebas realizadas en los ensayos de compresión, con adición de la savia de cactus San Pedro, en proporciones de 15%, 10%, 5% y 0% (patrón).

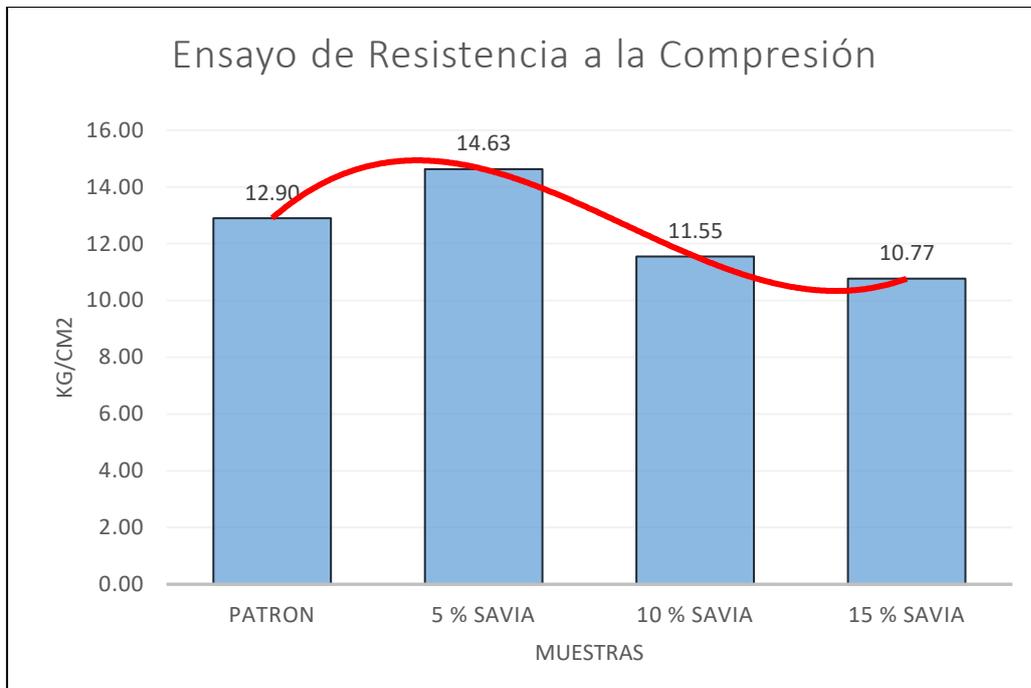
**Tabla 5:** Resultados del ensayo de compresión.

	ESPECIMEN	C (kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON	12.90
2	5 % SAVIA	14.63
3	10 % SAVIA	11.55
4	15 % SAVIA	10.77

Fuente: Elaboración propia, 2021

La tabla 5 detalla la recopilación en los resultados del ensayo de compresión, considerando la norma E-080. De los datos identificamos que nuestro espécimen patrón obtuvo un valor para la resistencia a compresión de 12.90 (Kg/cm<sup>2</sup>).

Asimismo, se tiene 5% de inserción de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, alcanzamos un incremento sobre el valor a la resistencia a compresión, hasta  $14.63 \text{ Kg/cm}^2$ . En tanto que los porcentajes de 10 % y 15% obtienen un resultado desfavorable al ensayo de compresión,  $11.55$  y  $10.77 \text{ Kg/cm}^2$  respectivamente, menores que la muestra (0).



**Figura 1:** Comparación de resultados del ensayo de compresión.

En la figura, que adicionando al barro con paja una inserción de 5% de savia de cactus San Pedro, se logró mejorar los resultados en el ensayo de compresión, obteniendo un incremento de  $1.73 \text{ kg/cm}^2$  y/o  $13.41\%$  un valor de resistencia significativa respecto a la muestra patrón. Mientras que con las adiciones de 10 y 15%, este indicador disminuye hasta por debajo del valor obtenido por la muestra patrón.

### **Resultado del ensayo de flexión**

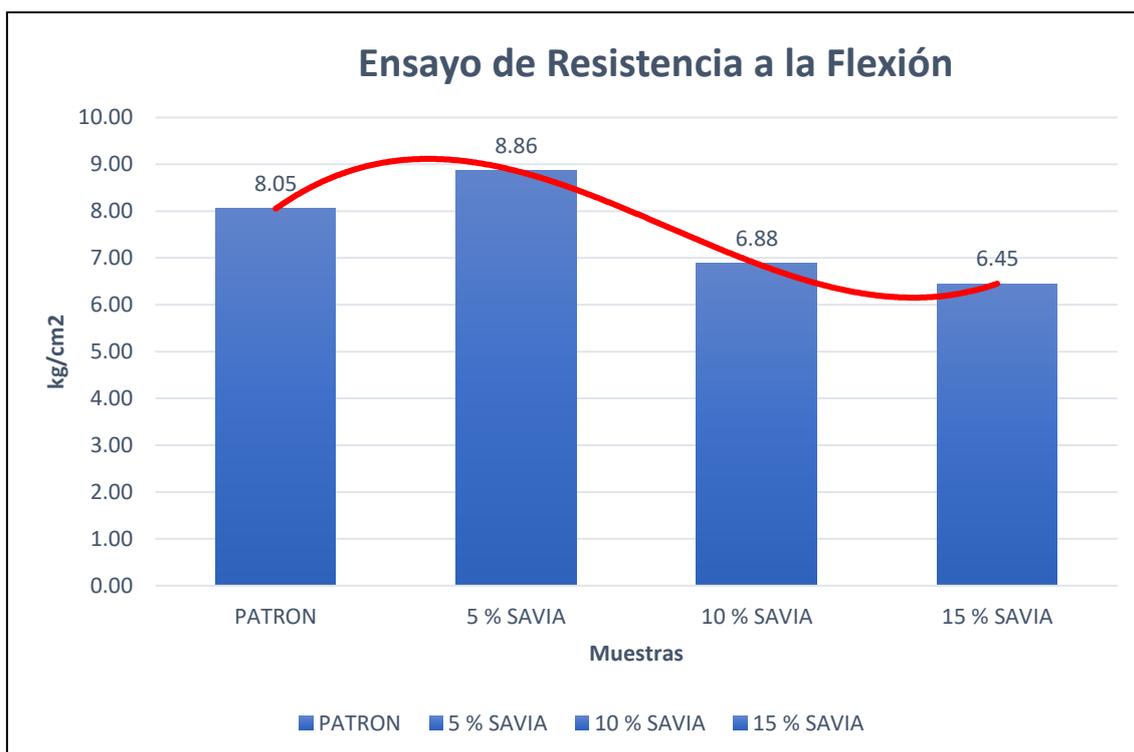
Las consecuencias para este ensayo fueron consideradas tomando en cuenta los 4 mejores resultados de 6 pruebas realizadas en los ensayos de flexión, con la incorporación de la savia de cactus San Pedro en proporciones de 15%, 10%, 5% y 0%. La recopilación de los resultados para el ensayo de flexión, se consideró como referente la técnica en edificaciones E.080 para el ensayo de flexión, pero ésta no tiene específicos sus parámetros entonces se hizo el cambio por la norma ASTM-C67.

**Tabla 6:** Resultados del ensayo de flexión.

	ESPECIMEN	C (kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON	8.05
2	5 % SAVIA	8.86
3	10 % SAVIA	6.88
4	15 % SAVIA	6.45

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla 6, detalla los resultados del ensayo de flexión. De estos datos, desprendemos que la muestra patrón obtiene 8,05  $Kg/cm^2$ ; mientras que, con el 5% de inserción de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, alcanzamos un valor de 8.86  $Kg/cm^2$ . Además, en tanto se determinó que los porcentajes de 10 % y 15% muestran resultados desfavorables al ensayo de flexión, con la inserción de la savia de cactus San Pedro, registrando valores de 6.88 y 6.45  $Kg/cm^2$ .



**Figura 2:** Comparación de resultados de ensayo de flexión.

En la figura 2 se puede observar claramente que la adición de 5% de savia de Cactus San Pedro es la proporción que los resultados más favorables se logra en la prueba de resistencia a flexión, dando un crecimiento de un 0,81  $Kg/cm^2$  que

representa un 10.06% sobre el valor de la muestra patrón. Mientras que para las otras proporciones este indicador decrece por debajo del logrado por la muestra patrón.

### Resultado del ensayo de absorción

Las pruebas para este ensayo se llevaron tomando en cuenta los 4 mejores resultados de 6 pruebas realizadas en los ensayos de absorción con la incorporación de la savia de cactus San Pedro en porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%.

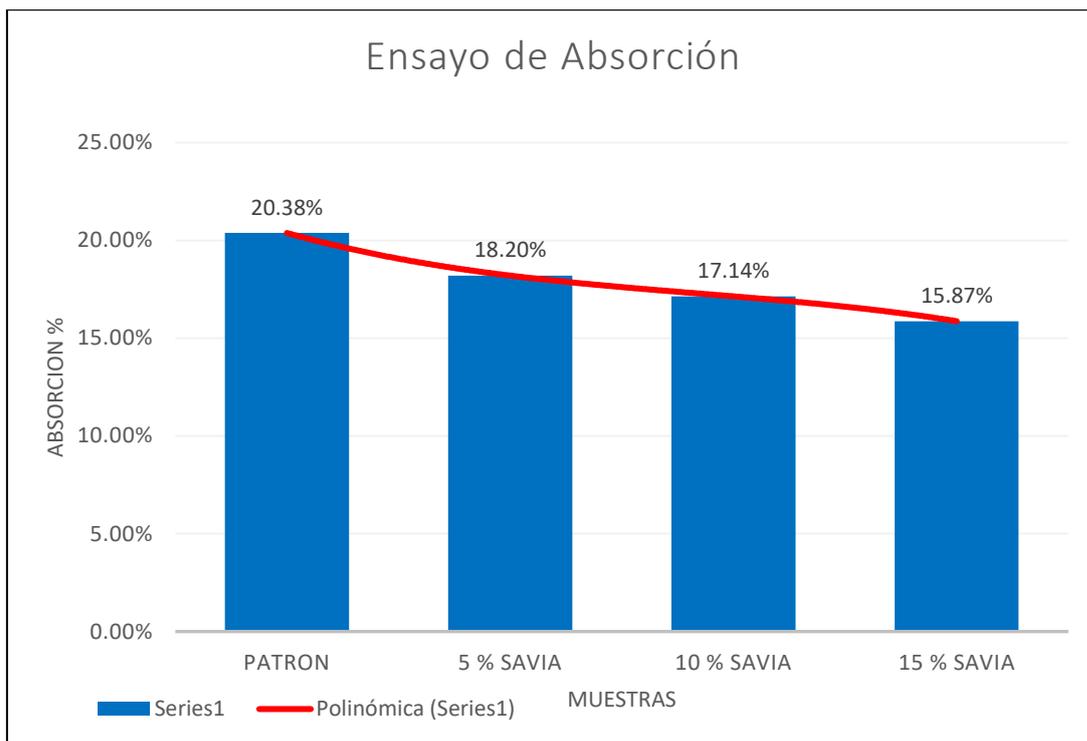
Se detalla la recopilación de los resultados del ensayo de absorción, se consideró como referente la técnica en edificaciones E.080 para en ensayo de absorción, pero ésta no tiene específicos sus parámetros entonces se hizo el cambio por la norma ASTM-C67.

**Tabla 7:** Resumen de resultados del ensayo de absorción.

	ESPECIMEN	C (kg/cm <sup>2</sup> )
1	PATRON	20.38%
2	5 % SAVIA	18.20%
3	10 % SAVIA	17.14%
4	15 % SAVIA	15.87%

Fuente: Elaboración propia, 2021.

La tabla 7 indica que la muestra patrón presenta un valor en la prueba de absorción de 20,38%. En los siguientes porcentajes de 5%, 10% y 15%, los resultados fueron de 18,20%, 17,14% y 15,86%, por lo que se determina que la incorporación de savia de cactus San Pedro, es favorable en este parámetro.



**Figura 3:** Comparación de resultados obtenidos del ensayo de absorción.

De la figura 3 desprendemos que con las dosificaciones del 15% con la incorporación de la savia de cactus San Pedro, comparada con la muestra patrón, alcanza una disminución del porcentaje de absorción de agua del 22.13%, un resultado favorable a la prueba de absorción con la incorporación de savia de cactus San Pedro.

## Calculo estadístico

### Resistencia a la compresión

**Tabla 8:** Prueba de normalidad.

	Porcentaje de adición	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia	0,00	,209	4	.	,962	4	,791
	5,00	,296	4	.	,833	4	,177
	10,00	,237	4	.	,968	4	,832
	15,00	,281	4	.	,874	4	,314

Fuente: Elaboración propia, 2021.

1. Como Sig. > 0.05 entonces los datos tienen un comportamiento "Normal", por tanto, aplicamos el Análisis de Varianza (ANOVA).

**Tabla 9:** Prueba de análisis de varianza "ANOVA"

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	34,270	3	11,423	96,592	,000
Dentro de grupos	1,419	12	,118		
Total	35,690	15			

Fuente: Elaboración propia, 2021.

2. Como Sig. < 0.05 se deduce que hay variación significativa de las medias entre ensayos con adición de la savia de cactus al 0%,5%,10%,15%.

**Tabla 10:** Prueba de comparación múltiple HSD Turkey

(I) porcentaje de adición	(J) porcentaje de adición	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% de intervalo de confianza	
					Límite inferior	Límite superior
,00	5,00	-1,73250*	,24317	,000	-2,2623	-1,2027
	10,00	1,34750*	,24317	,000	,8177	1,8773
	15,00	2,12250*	,24317	,000	1,5927	2,6523
5,00	,00	1,73250*	,24317	,000	1,2027	2,2623
	10,00	3,08000*	,24317	,000	2,5502	3,6098
	15,00	3,85500*	,24317	,000	3,3252	4,3848
10,00	,00	-1,34750*	,24317	,000	-1,8773	-,8177
	5,00	-3,08000*	,24317	,000	-3,6098	-2,5502
	15,00	,77500*	,24317	,008	,2452	1,3048
15,00	,00	-2,12250*	,24317	,000	-2,6523	-1,5927
	5,00	-3,85500*	,24317	,000	-4,3848	-3,3252
	10,00	-,77500*	,24317	,008	-1,3048	-,2452

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: Elaboración propia, 2021.

## Resistencia la flexión

**Tabla 11:** Prueba de normalidad.

	Porcentaje de savia	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia kg/cm <sup>2</sup>	,00	,391	4	.	,737	4	,029
	5,00	,194	4	.	,957	4	,758
	10,00	,294	4	.	,929	4	,587
	15,00	,253	4	.	,898	4	,419

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2021.

1. Como Sig. > 0.05 se deduce que los datos tienen un comportamiento "Normal", entonces, aplicaremos un Análisis de Varianza ANOVA.

**Tabla 12:** Prueba de análisis de varianza "ANOVA"

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14,512	3	4,837	2,561	,104
Dentro de grupos	22,663	12	1,889		
Total	37,175	15			

Fuente: Elaboración propia, 2021.

2. Como Sig. > 0.05 se deduce que no hay variación significativa de las medias entre ensayos con adición de la savia de cactus al 0%,5%,10%,15%.

## Porcentaje de absorción

**Tabla 13:** Prueba de normalidad.

	Porcentaje de savia	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% Absorción	,00	,268	4	.	,860	4	,260
kg	5,00	,297	4	.	,852	4	,232
	10,00	,315	4	.	,908	4	,470
	15,00	,422	4	.	,669	4	,005

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia, 2021.

1. Como Sig. > 0.05 se deduce que los datos tienen un comportamiento "Normal", entonces, aplicaremos un Análisis de Varianza (ANOVA).

**Tabla 14:** Prueba de análisis de varianza "ANOVA".

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	43,650	3	14,550		
Dentro de grupos	50,842	12	4,237		
Total	94,492	15		3,434	,052

Fuente: Elaboración propia, 2021.

2. Como Sig. > 0.05 se deduce que no hay variación significativa de las medias entre ensayos con adición de la savia de cactus al 0%,5%,10%,15%. Por lo tanto, carecería de ser las pruebas de comparación múltiple.

## V. DISCUSIÓN

En este periodo de la información, donde encontramos efectos que apoyan nuestras hipótesis específicas, nos empleamos en confirmar los descubrimientos ejecutado por nuestros antecesores en asuntos parecidos, y discutir aquellas consecuencias que no estén conformes con nuestros descubrimientos.

Para los estudios de clasificación de suelos y las dosificaciones en la presente investigación se obtuvieron los siguientes resultados, el porcentaje de humedad 7.8%, límite líquido 38%, límite plástico 22%, índice de plasticidad 16, con la clasificación en SUCS de CL con la cual permite seguir con la dosificación para una cantidad usada por diseño, arcilla 10kg, paja 0.10kg, agua 2lt. De los resultados podemos afirmar que los ensayos de suelos son adecuados para la ejecución de adobes, parametrados en nuestra norma E.080, donde se especifica la gradación del suelo debe acercarse en limo 15-25%, arcilla 10-20% y arena 55-70% y el porcentaje de humedad mínima a usar es del 20%. De lo mencionado anteriormente se acepta la primera hipótesis específica donde al tener un suelo que tiene arcillas inorgánicas con plasticidad baja media, esta influye favorablemente para la ejecución de adobes y cumple los parámetros que especifica la norma E-080. Estos aportes de igual forma coinciden con la información de Baldoce (2019), debido a que las pruebas de clasificación de suelos obtuvieron en la prueba de límite plástico 19.39%, límite líquido 39.97%, índice de plasticidad, 20.48 y un porcentaje de humedad 13.97%, con una clasificación de suelo CL. En tal sentido, de los análisis de estos resultados confirmamos que los ensayos de suelo con clasificación de CL arcilla inorgánicas de baja plasticidad baja media son buenos para elaborar adobes parametrados con la norma E-080.

Para el ensayo a la compresión de acuerdo de nuestra investigación se obtuvieron los siguientes resultados, para el adobe de nuestro patrón se obtuvo que la resistencia fue de 12.90 kg/cm<sup>2</sup>, para la inserción del 5% de savia de cactus san pedro, se obtuvo también una resistencia de 14.63 kg/cm<sup>2</sup>, por la incorporación del 10% de savia de cactus san pedro se tuvo una resistencia de 11.65 kg/cm<sup>2</sup>, por la incorporación del 15% de savia de cactus san pedro, se tuvo que la resistencia fue de 10.77 kg/cm<sup>2</sup>. De los resultados podemos afirmar que la incorporación de la savia de cactus san pedro al barro para elaborar adobes influye favorablemente la

resistencia a la compresión, superando en todos los ensayos al mínimo valor de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> que exige nuestra norma E-080. De lo mencionado anteriormente, la segunda hipótesis específica es aceptable, donde al adicionar savia de cactus san pedro al barro en la ejecución de bloques de adobes influyen en aumentar su resistencia en la compresión del adobe.

Los resultados son similares con la información de Bolaños (2016), puesto que obtuvo los resultados de la muestra de adobe patrón sin aditivo es de una resistencia de 19.19 kg/cm<sup>2</sup> y al incorporar goma de tuna en los siguientes porcentajes de 5% se obtuvo la resistencia de 21.90 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación del 10% de goma de tuna, se obtuvo la resistencia de 25.27 kg/cm<sup>2</sup> y para la incorporación del 15% de goma de tuna, se obtuvo la resistencia de 27.56 kg/cm<sup>2</sup>. En tal sentido, del análisis de estos resultados confirmamos que la incorporación de la savia de cactus san pedro san pedro en el barro para elaborar los adobes contribuye en mejora la resistencia a la compresión del adobe, a su vez cumplen favorablemente a la resistencia de su compresión, superando en todas las pruebas al valor mínimo de 10.2 kg/cm<sup>2</sup> que exige nuestra norma E-080.

Para los ensayos a la flexión de acuerdo de nuestra investigación se obtuvieron como resultados lo siguiente, para la muestra patrón, se tuvo una resistencia de 8.05 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación del 5% de savia de cactus san pedro, obtuvimos una resistencia 8.86 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación del 10% de savia de cactus san pedro san pedro, se tuvo una resistencia de 6.88kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación del 15% de savia de cactus san pedro, se tuvo una resistencia de 6.45kg/cm<sup>2</sup>. De los resultados se interpreta que el ensayo con la adición del 5% de la savia de cactus san pedro presenta mejor resultado respecto a los otros que disminuyen en su resistencia a la flexión. De lo mencionado anteriormente, la Tercera hipótesis específica es aceptable en parte, donde al añadir savia de cactus san pedro al barro para la elaboración de adobes contribuye en mejorar la resistencia a la flexión del adobe. Estos resultados difieren relación con la investigación de Bolaños (2016), puesto que obtuvo los resultados de la muestra patrón sin aditivo 4.77 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporar goma de tuna del 5%, se tuvo una resistencia de 6.47 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporar goma de tuna del 10%, se tuvo una resistencia de 6.81 kg/cm<sup>2</sup> y para la incorporar goma de tuna del 15%, se tuvo una resistencia de 6.11 kg/cm<sup>2</sup>.

En tal sentido, hay un aumento en la dosificación del 5% en ambas investigaciones de 8.86kg/cm<sup>2</sup> y 6.47 kg/cm<sup>2</sup> con relación a la muestra de adobe patrón de (8.05 kg/cm<sup>2</sup> y 4.77 kg/cm<sup>2</sup>), difiriendo en las dosificaciones del 10% y 15%, por consiguiente, en la investigación donde se incorporan savia de cactus san pedro, los resultados en los ensayos disminuyen del 10% (6.88kg/cm<sup>2</sup>) y 15% (6.45kg/cm<sup>2</sup>), no superando el ensayo patrón (8.05 kg/cm<sup>2</sup>) y en la investigación de incorporación goma de tuna si son favorables 10%(6.81 kg/cm<sup>2</sup>) y 15%(6.11 kg/cm<sup>2</sup>). superan la muestra patrón (4.77 kg/cm<sup>2</sup>) en la prueba de la resistencia a la flexión. Por lo que podemos deducir que la adición de la savia de cactus logra en parte estabilizar el adobe a comparación de la goma de tuna que si aumenta la resistencia a la flexión del adobe estabilizado.

Para la prueba de absorción de nuestra investigación se obtuvieron estos resultados, en nuestra muestra de adobe patrón, se tuvo un porcentaje de absorción de 20.39%, para la incorporación del 5% de savia de cactus san pedro, se tuvo un porcentaje de absorción de 18.20%, para la incorporación del 10% de savia de cactus san pedro, se tuvo un porcentaje de absorción del 17.14%, para la incorporación del 15% de savia de cactus san pedro, se tuvo un porcentaje de absorción de 15.87%.

De los resultados se interpreta que el ensayo con la adición de la savia de cactus san pedro, presenta menor absorción de agua al adicionar más savia de cactus san pedro.

De lo mencionado anteriormente, la cuarta hipótesis específica es aceptable, donde al incorporar la savia de cactus san pedro al barro para su elaboración con adobes influyen en la disminución del porcentaje de absorción del adobe estabilizado.

Estas pruebas coinciden con la información de Nieto y Tello (2019), ya que obtuvieron los resultados al utilizar mucilago de penca de tuna en porcentajes de 8.5% (12.64%), 11.3% (11.90%) y 13% (11.04%), 18% (11.43 kg/cm<sup>2</sup>) y 13% (10.99%). Del análisis de estos resultados confirmamos que al incorporar savia de cactus San Pedro en el barro para elaborar adobes, mejoran considerablemente en la disminución del porcentaje de absorción.

## VI. CONCLUSIONES

- Se logró probar la hipótesis general la que nos señala que la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en mejorar la impermeabilización del adobe estabilizado en Huarochirí (2021). Se llega a cumplir enteramente las hipótesis específicas, donde informan la mejora de los bloques de adobes con la incorporación de la savia de cactus San Pedro en tantos porcentos de 5%, 10% y 15% frente a los bloques de adobes clásicos. Alcanzándose adobes estabilizados de menor cabida de absorción y adobes con más fortaleza.
- Se logró probar la primera hipótesis específica la cual señala que la clasificación del suelo y la dosificación adecuada del barro, agua y paja, influye en la elaboración del bloque de adobe patrón. Al elaborar los bloques de adobes con el suelo recomendado para su fabricación y los materiales necesarios como nos indica la norma E-080 lograremos adobes estabilizados.
- Se pudo probar la segunda y tercera hipótesis específica, la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en la resistencia a la compresión y flexión del adobe estabilizado. Ya que en parte influyó, en la prueba de flexión y compresión, ya que solo la dosificación del 5%, con savia de cactus San Pedro logró mejorar los resultados a comparación de la muestra patrón.
- Se pudo probar la cuarta hipótesis específica que nos señala que la inserción de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en el porcentaje de absorción del adobe estabilizado. Dado que, en las pruebas de absorción, los con diferentes porcentajes de inserción de savia de cactus San Pedro en los adobes, estuvieron sumergidos por las siguientes 24 horas, durante todo eses tiempo se observó que, los bloques de adobe estabilizado con aplicación de savia de cactus San Pedro en porcentajes de 5%, 10% y 15% obtuvieron un inferior cabida de absorción obteniendo 18.20%, 17.14% y 15.87% a comparación de un adobe patrón que obtuvo 20.38%.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se propone utilizar la tierra de la cantera de la comunidad de Chacahuaro del distrito de Matucana, provincia de Huarochirí, región Lima, para ejecutar bloques de adobe, ya que en las pruebas de clasificación de suelos dieron CL arcilla arenosa de baja plasticidad que es bueno en la elaboración de adobe.
- Se recomienda utilizar la savia de cactus San Pedro en una dosificación del 5% para ejecución de bloques de adobe, ya que en las pruebas de compresión dieron resultado de 14.63 kg/cm<sup>2</sup> logrando un incremento en la resistencia a la compresión superando al modelo patrón (12.90 kg/cm<sup>2</sup>) y a las dosificaciones de 10% (11.55 kg/cm<sup>2</sup>) y 15% (10.77 kg/cm<sup>2</sup>), que a mayor cantidad disminuye su resistencia a la compresión.
- Se propone aplicar la savia de cactus San Pedro en una dosificación del 5% para preparar bloques de adobe, ya que en las pruebas de flexión obtuvo como resultado 8.86 kg/cm<sup>2</sup>, logrando un incremento en la resistencia a la flexión que superó al modelo patrón (8.05 kg/cm<sup>2</sup>) y a las dosificaciones de 10% (6.88 kg/cm<sup>2</sup>) y 15% (6.45 kg/cm<sup>2</sup>), se determina que, a mayor cantidad de savia, disminuye su resistencia a la compresión.
- Se propone utilizar savia de cactus San Pedro en dosificaciones 5%, 10% y 15% para preparar bloques de adobe; ya que, en las pruebas de absorción se observó que tuvieron menor capacidad de absorción, 5% (18.20%), 10% (17.14%) y 15% (15.87%), por ende, se puede afirmar que los adobes estabilizados con savia tienen superior resistencia de absorción frente a un bloque adobe simple.
- Se propone el empleo de la savia de cactus San Pedro como un producto impermeable como aditivo natural en adobes, por lo fácil que es de conseguir llega ser financieramente viable, por ser de costo bajo. Para continuar con la investigación recomendaremos seguir con el estudio en morteros para tarrajeos, ya que se ha visto a mayor cantidad de savia disminuye la resistencia a la compresión y flexión, parte impórtate en las construcciones de viviendas con adobe.

## REFERENCIAS

ARANDA, Yolanda y GARCÍA Víctor. *Efectos de utilización de savias vegetales en bloques de tierra comprimida a la prueba de abrasión*. Revista Legado de Arquitectura y Diseño [en línea]. Vol. 1, Num. 19. 2016. [Fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en: <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14969>. ISSN 2448-749X.

ARCE, Ruben y ARODRIGUEZ, Victor. Propuesta del empleo del adobe reforzado con geomalla en la construcción de viviendas unifamiliares de un piso en el pueblo joven Yanama-Ayacucho. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2014. Disponible en <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/237>.

BALDOCEDA, Viridiana. Aplicación de la savia de nopal como impermeabilizador en construcciones de adobe en el barrio Cecilio Limaymanta de Tarma – Junín. (Tesis de licenciatura) Perú: Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2019. Recuperado de <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/UCSS/733>.

BHANULATHA, G. [et al]. Experimental Investigation on utilize stabilized adobe masonry construction material. International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), 6 (4): 999-1006, junio 2021. ISSN: 2321-9653.

BHARATH, B. [et al]. Studies on stabilised adobe blocks. International Journal of Research in Engineering and Technology-IJRET, 3 (6): 259-264, junio 2021. ISSN: 2321-7308.

BOCK-HYENG, Christian [et al]. Mechanical properties of sustainable adobe bricks stabilized with recycled sugarcane fiber waste. Int. Journal of Engineering Research and Application, 6 (9).

BOLAÑOS, Juan. Resistencia a compresión, flexión y absorción del adobe compactado con adición de goma de tuna. (Tesis de licenciatura). Perú: Universidad Privada del Norte, Cajamarca, 2016. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/10482>.

CALDERÓN, Natalia, CERONI, Aldo y OSTOLAZA, Carlos. Distribución y estado de Conservación del género *Haageocereus* (Familia Cactaceae) en el departamento de Lima. Perú. *Revista de Ecología Aplicada* [en línea]. Vol. 3, Numero.1-2 (2004). [Fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162004000100003&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162004000100003&lng=es&nrm=iso). ISSN 1726-2216.

CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. 1. ra ed. Perú, Lima: San Marcos, 2005. Pp. 43-44. ISBN: 9972-34-242-5.

CHEN, G. Analysis of stabilized adobe in rural East Africa. Faculty of California Polytechnic State University, San Luis Obispo, 2009.

DECRETO SUPREMO N° 003-2013-VIVIENDA (2016). *Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición*. Lima-Perú.

DELGADO, Ericka. Comportamiento sísmico de un módulo de adobe de dos pisos con refuerzo horizontal y confinamientos de concreto armado. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12404/145>.

ELIZARRARAZ, Karen. Proceso de Restauración a Base de Morteros con Aditivo Orgánico. (Tesis de licenciatura). México: Universidad Autónoma de Querétaro. 2020. Recuperado de <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/2258>.

Ficha técnica: *sistema constructivo adobe/tapial*. Consultado el: 16/10/17, Observado en: [http://www.udc.es/files/dhabitat/pcr/pcr2010/Ficha\\_tecnica\\_adobe-tapial](http://www.udc.es/files/dhabitat/pcr/pcr2010/Ficha_tecnica_adobe-tapial).

GARCIA, Itzel. Estudio de permeabilidad en el adobe implementando agregados naturales. (Tesis de licenciatura). México: Universidad Tecnológica de la Mixteca, Huajuapán de León-Oaxaca. 2017. Disponible en [http://jupiter.utm.mx/~tesis\\_dig/13322.pdf](http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/13322.pdf).

HERNÁNDEZ, Eddisson. Uso de aditivos naturales en materiales de construcción - una revisión. *Revista Arquitectura* [en línea]. Vol. 3 Núm. 6 (2018) [Fecha de

consulta: 15 de junio de 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.5377/arquitectura.v3i6.9213>. ISSN 2518-2943.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 6ta edición, México, D.F: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. De C.V. 2014. pp.128-358.

INDECOPI. (2005). Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Norma Técnica Peruana NTP 399.613. Lima, Perú. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

JAGUACO, Silvana. Uso del adobe como material de construcción. (Tesis de grado). Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2007. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1242>.

JARA, Evelyn. Licitud del consumo del cactus San Pedro en los pueblos ancestrales en el Ecuador. (Tesis de licenciatura). Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2019. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/43380>.

MANDUJANO, Mario y MANDUJANO, Angélica. *El cactus San Pedro ayer y hoy. Un enfoque etnobotánico. Revista Cactáceas y suculentas mexicanas [en línea]. Vol. 59, Numero 4 (2014)*. [Fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en: <https://biblat.unam.mx/hevila/Cactaceasysuculentasmexicanas /2014/ vol59/no4/2.pdf>. ISSN: 0526-717X.

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). E.080, of. 17: Diseño y Construcción con tierra reforzada. Lima: Diario oficial El Peruano, 2017. 49 pp.

MORE, Jairo. Evaluación de las propiedades del adobe ante la exposición prolongada de agua por inundación en el centro poblado pozo de los ramos-Cura Mori-Piura, 2017. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35512>.

NIETO, Lucero y TELLO, Edna. Adobe estabilizado con mucílago de penca de tuna, resistentes al contacto con el agua para la construcción de viviendas populares empleados en la sierra del Perú. (Tesis de licenciatura). Perú: Universidad Peruana

de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/628256>.

Norma ASTM C67-5 (2005). Métodos de prueba estándar para muestreo y prueba de ladrillos y baldosas de arcilla estructural. Carretera y transporte estatales de la asociación estadounidense, estándar de oficiales N° AASHTO: T32-70.

Norma Técnica Peruana 232.100. (2007). *Artesanía cerámica*. Terminología y clasificación. INDECOPI.

INEI, 2018. Características de las viviendas particulares y los hogares. Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.134. (1999). SUELOS. *Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de clasificación de suelos, SUCS)*. Lima-Perú: INDECOPI.

Norma Técnica Peruana E.080. Diseño y Construcción con Tierra Reforzada. Diario Oficial el peruano, Lima, Perú, 7 de abril 2017.

NOVOA, Martha. *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de plástico de alta densidad y fibra de estopa de coco. (Tesis pos grado)*. Mexico: Universidad de Colima, 2005. Recuperado de <https://sistemas.ucol.mx/tesisposgrado/resumen1647.htm>.

NTE E.080. (2006). ADOBE. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

NTP. 339.078. (22 de diciembre de 1999). Norma Técnica Peruana. Resistencia a la Flexión o Módulo de rotura. Lima- Perú: Indecopi. Obtenido de <http://ecocosas.com/arq/eladobe/>.

Ostolaza Nano, Carlos. 101 Cactus del Perú. Ministerio del ambiente. Lima Perú, 2011.

PINZON, Jorge y BENÍTEZ, Angie. *Desarrollo de recubrimiento natural (Nopal) para Fachadas en viviendas en adobe de la Candelaria*. (Tesis de licenciatura). Colombia: Universidad La Gran Colombia. 2018. Recuperado de <http://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3368>.

QUIROZ, Erika. Resistencia a la compresión y flexión del adobe compactado con sustitución de flakes de tereftalato de polietileno y fibras de lana (Tesis de licenciatura). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2019. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/21545>.

Reglamento Nacional de Edificaciones, E-080. (2017). *Adobe*. Lima, Perú: ICG.

TEKLE, Gobitu. Study of compressed cement and lime stabilized soil block as a alternative wall making material. Thesis (Master of Science in Construction Technology and Management). Addis Abeba: Addis Ababa University, 2018. 143 pp.

TORRES, Pablo, CRUZ, Sandra, PEÑA, Norma, FERNÁNDEZ, Sara, RODRÍGUEZ, Moisés y CRUZ, Alfonso. La baba y el mucílago de nopal, una alternativa natural para la conservación de acabados arquitectónicos de tierra. *Revista Antropología. Boletín oficial del Instituto Nacional de Antropología e Historia [en línea]. Vol, Numero 99. (2015)* [Fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en <https://www.revistas.inah.gob.mx/index.php/antropologia/article/view/8197>. ISSN: 0188-462X.

VARGAS J., HEREDIA E., BARIOLA J. & MEHTA P. Preservación de las construcciones de adobe en áreas lluviosas. Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú, 1986.

PAREDES, Freddy, DE LA CRUZ, Gloria (2017). Estudio de estabilizadores en el adobe. *Revista FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo, [en línea]. Vol. 1, Núm. 1. 2017.* [Fecha de consulta: 15 de junio del 2021]. Disponible en <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.59>.

Voluntarios en Asistencia Técnica. Inc. (1977). *Fabricación de bloques de construcción con la prensa Cinva*. Estados Unidos.

GÓMEZ, Francisco, MILETO, Camilla; VEGAS, Fernando; GARCÍA, Lidia. *Procesos patológicos en muros de adobe: panorama general de los mecanismos de degradación del adobe en la arquitectura tradicional española*. En: *Arquitectura en tierra. Historia y Renovación. XIII CIATTI. Congreso de arquitectura en tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos 2016.* [online]. Valladolid: Universidad de

Valladolid. 2016. Pp. 169-180 <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.htm>. ISBN 978-84-697-4387-4.

PEÑA, Diego. Adobe, características y sus principales usos en la construcción. (tesis de licenciatura). México D.F: Instituto tecnológico de la construcción, 1997. Recuperado de [https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/DelaPenaEstrada\\_Diego44659.pdf](https://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Licenciatura/DelaPenaEstrada_Diego44659.pdf).

BENITES, Verónica. *Adobe estabilizado con extracto de cabuya* (Furcraea andina). (tesis de licenciatura). Perú: Universidad de Piura, 2017. Recuperado de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI\\_237.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2993/ICI_237.pdf).

## ANEXOS

### ANEXO 1: Informe de validez de instrumento



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel.: 980703014 / 947280565  
 Av. A, Mz. 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra. 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

#### INFORME DE VALIDEZ SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

##### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : MORENO HUAMAN ELMER

Institución laboral : JJ GEOTECNIA SAC

Especialidad : GEOTECNIA

Instrumento de evaluación : Ficha Técnica, Ficha de análisis sísmico, Análisis granulométrico por tamizado.

Autor (s) del instrumento (s): Cuba Huamán, Ever y Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan.

##### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe.</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe.</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje superior a 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

PROMEDIO DE VALORACIÓN

49

JJ GEOTECNIA SAC  
  
 ELMER MORENO HUAMAN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. OIP N° 210900

## ANEXO 1: Informe de validez de instrumento

### INFORME DE VALIDEZ SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : ING. CESAR MARCELO OLIVARES DÍAZ.

Institución laboral : GRUPO B&F Ingenieros Contratista

Especialidad : Mecánica de suelos

Instrumento de evaluación : Ficha Técnica, Ficha de análisis sísmico, Análisis granulométrico por tamizado.

Autor (s) del instrumento (s): Cuba Huamán, Ever y Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe.</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe.</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>		<b>48</b>				

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje superior a 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

PROMEDIO DE VALORACIÓN

48


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
 Consejo Departamental de La Libertad  
  
**CÉSAR MARCELLO OLIVARES DÍAZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193239

## ANEXO 1: Informe de validez de instrumento

### INFORME DE VALIDEZ SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : ING. WALMER ROBINSON RONCAL PONCE

Institución laboral : Independiente

Especialidad : Estructuras

Instrumento de evaluación : Ficha Técnica, Ficha de análisis sísmico, Análisis granulométrico por tamizado.

Autor (s) del instrumento (s): Cuba Huamán, Ever y Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan.

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

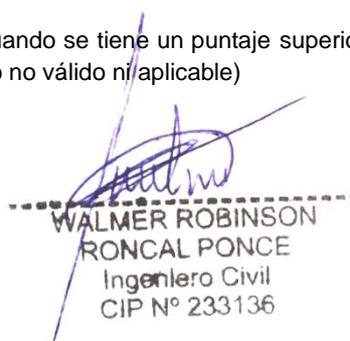
**MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)**

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe.</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>La savia de cactus como aditivo natural y la estabilización del adobe.</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
<b>PUNTAJE TOTAL</b>						<b>47</b>

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje superior a 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**PROMEDIO DE VALORACIÓN**

47

  
 WALMER ROBINSON  
 RONCAL PONCE  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 233136

## ANEXO 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</b>  SAVIA DE CACTUS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según RAE, se define cactus como la planta de la familia de las cactáceas, de tallo globoso con espinas, propias de climas desérticas.</li> <li>El nombre científico del cactus San Pedro es Trichocereus Pachanoi, la cual pertenece a la familia Cactaceae. (Jara, 2019, p.36).</li> </ul>	Selección y mezcla de los materiales, los cuales se añadirá según las dosificaciones indicadas, para la elaboración del adobe	Savia de Cactus	0 %	%
				5 %	
				10 %	
				15 %	
<b>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</b>  ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Según Díaz, L (2016), define que el adobe presenta como materia prima la tierra o el barro y como material de refuerzo se utiliza la paja.</li> <li>Asimismo, una definición más del adobe como un bloque macizo de tierra sin cocer, donde también pueden contener residuos que amplifiquen su estabilidad de los agentes externos (cemento, asfalto, cal, etc.), teniendo una de las finalidades es mejorar sus características en la resistencia a la compresión y estabilidad durante la presencia de humedad. (Norma E.080, 2017, p.5-24).</li> </ul>	Las clasificaciones de suelo comprenden del ensayo del contenido de humedad, límites de consistencia, análisis granulométrico.	Clasificación de suelos	Ensayo Clasificación de suelos	%
		Las propiedades del adobe más relevantes son la resistencia a la compresión, flexión y absorción.	Resistencia a la compresión y flexión	Ensayo a la Resistencia a la compresión y flexión	Kg/cm2
			Porcentaje de absorción	Ensayo de absorción de agua	%

## ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

### Ubicación de la zona

Nuestra zona a trabajar nuestro proyecto de investigación es en el distrito de Matucana Provincia de Huarochirí departamento de Lima. Huarochirí es una de las 11 provincias que conforman el Departamento de Lima, perteneciente a la región lima provincias. Limita al Norte con la provincia de Canta, al Este con la Región Junín, al Sur con la provincia de Yauyos y la provincia de Cañete y al Oeste con la provincia de Lima.

Ubicación referencial por medio del GPS.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### **ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos**

Foto del equipo de trabajo en la zona.



Fuente: Elaboración propia, 2021

#### **Extracción del material en campo**

Terreno elegido para la extracción del material, fue un terreno recomendado por los pobladores donde ellos mismos fabrican sus adobes para la construcción de sus hogares.

Cantera comunal del sector Chacahuaro en distrito de Matucana, provincia Huarochirí.



Fuente: Elaboración propia, 2021

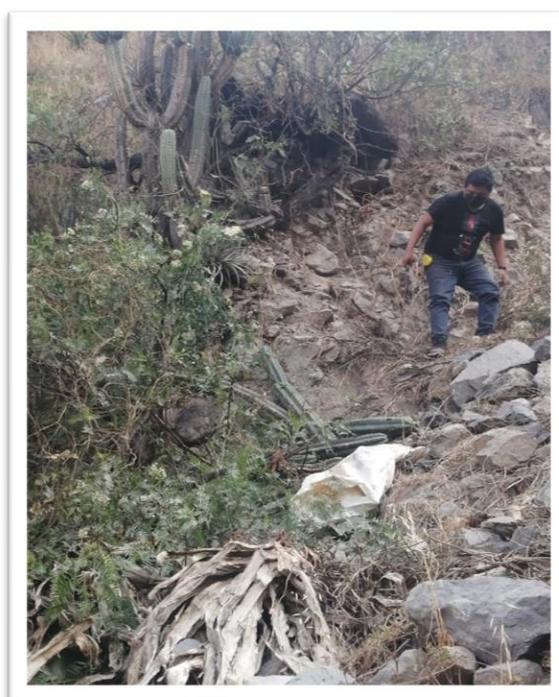
### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Nuestra recolección fue de 0.35m<sup>3</sup> de tierra de la zona para la elaboración de nuestros adobes.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Nuestra recolección fue de unos 25kg de cactus de San Pedro.



Fuente: Elaboración propia, 2021

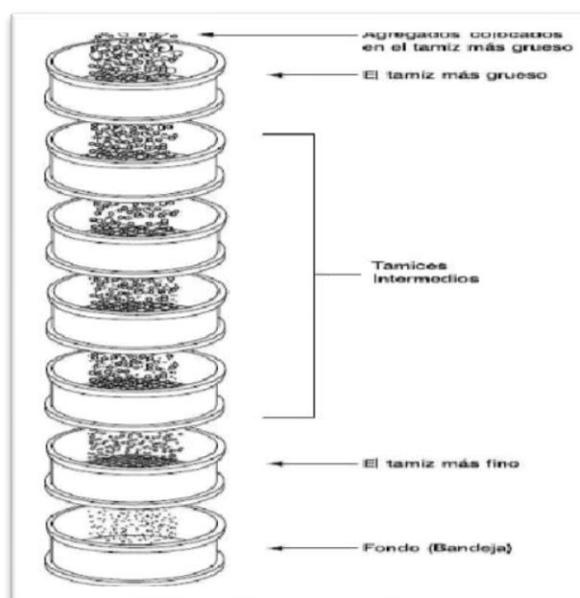
### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

#### Análisis granulométrico del suelo por tamizado

La medición de los tamaños de las partículas en un suelo se hace por medio de la granulometría, usando unas series de tamices, que son recipientes cilíndricos con fondo de malla (el tamaño de los granos en los materiales de base de roca triturada, también se miden con tamices). Las mallas tienen diferentes tamaños de aberturas, permitiendo que cualquier material más pequeño que las aberturas, pase a través de ellas. Se toma una muestra de suelo, se seca en un horno, se pesa y se echa en el tamiz más grueso, que se ha colocado sobre los demás tamices, cuya finura aumenta a medida que descenden. Los tamices arrumados se agitan juntos. Cada uno bloquea un tamaño específico (o mayor) de partícula, para que no pase al próximo tamiz, más pequeño. El material que queda en cada tamiz se pesa. Este peso se resta del peso total de la muestra.

La diferencia se divide por el peso total de la muestra y se obtiene el porcentaje que pasa un tamaño dado de tamiz (Modulo mecánica de suelos. Ing. Sheyla Cornejo rodríguez. Pág. 55).

#### Conjunto de mallas para el ensayo de granulometría



Fuente; Libro "Modulo mecánica de suelos" de Sheyla Cornejo R. (2015)

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

#### PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Equipos y materiales:

##### Equipos utilizados:

Se utiliza una balanza con sensibilidad de 0.1 g para pesar material. Un horno con la cual se pueda secar las muestras a tamizar, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).

##### Materiales utilizados:

Tamices de malla de:

Tamaño o dimensión de mallas para el ensayo de granulometría

Tamaño de Malla			
Tamices (ASTM)	Abertura en mm.	Tamices (ASTM)	Abertura en mm.
3"	76.2	Nº 10	2.00
2 1/2"	63.5	Nº 16	1.180
2"	50.6	Nº 20	0.850
1 1/2"	38.10	Nº 30	0.600
1"	25.40	Nº 40	0.425
3/4"	19.05	Nº 50	0.300
1/2"	12.70	Nº 60	0.250
3/8"	9.525	Nº 80	0.180
1/4"	6.350	Nº 100	0.150
Nº4	4.75	Nº 200	0.075
Nº 8	2.36	Pasa Nº 200	

Fuente: Libro "Modulo mecánica de suelos" de Sheyla Cornejo R. (2015)

A parte de los tamices, se necesitará recipientes para la colocación de las muestras, también se utilizarán brochas con las que se podrán limpiar los tamices.

- En primer lugar, se procede a remojar toda la muestra.
- En segundo lugar, se lava la muestra cuidadosamente sobre el tamiz Nº200.

- **ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos**

- Después del lavado se coloca la muestra sobre un recipiente, la cual será llevada al horno a una temperatura de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9 \text{ }^\circ\text{F}$ ) para su posterior secado.
- Finalizado el secado en el horno se procede a pesar la muestra seca.
- Luego de obtener el peso seco de la muestra, se procede a colocar la muestra sobre los tamices, en la cual se harán movimientos circulares con la finalidad de hacer pasarlas sobre las diferentes mallas.
- Se procede a tomar los pesos retenidos de cada malla.
- Finalmente, se procede a calcular el porcentaje retenido de cada malla.

Luego de lavar la muestra se pasa a pesar



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

#### Colocación de la muestra al horno



Fuente: Elaboración propia, 2021

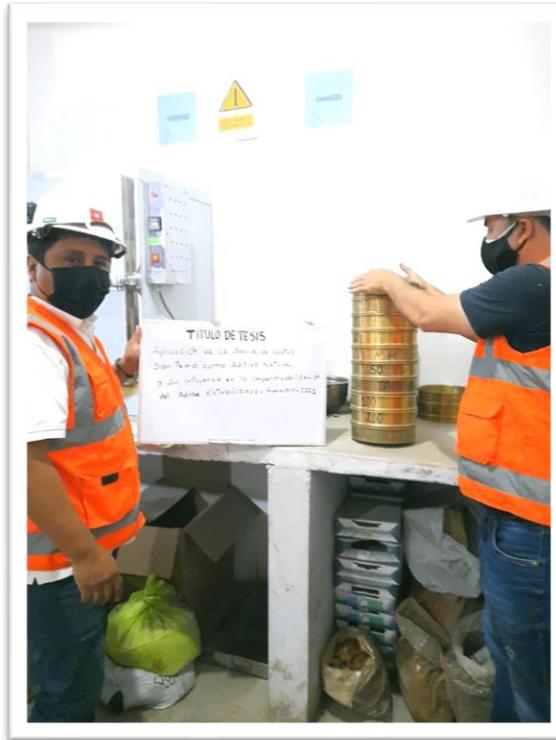
#### Luego tamizar la muestra seca



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Resultados de los pesos obtenidos en cada tamiz.



Fuente: Elaboración propia, 2021

#### Límites de Atterberg

La presencia de arcilla en suelos de granos finos, hace referencia a los suelos cohesivos, ya que la arcilla al estar en contacto con el agua tiende a absorberla. Es por ello, que el científico Albert Mauritz Atterberg descubrió un método para describir la consistencia de los suelos con contenidos de granos finos y agua.

Cuanto mayor sea la cantidad de agua que contenga un suelo, menor será la interacción entre sus partículas, siendo así que el suelo fluirá como un líquido. Y cuanto menor sea la cantidad de agua que contenga un suelo, habrá mayor interacción entre sus partículas asíéndolas más trabajables. Es por ello, que hoy en día se les conoce como: Limite líquido y Limite Plástico. (“Manual de laboratorio de Suelos de Ingeniería Civil” de Joseph Bowles, 1981) (Bowles, 1981).

## **ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos**

### **Límite líquido**

El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo.

Es la frontera comprendida entre los estados Semilíquido y Plástico, definiéndose como el contenido de humedad que requiere un suelo previamente re moldeado, en el que al darle una forma trapezoidal sus taludes fallen.

simultáneamente, cerrándose la ranura longitudinalmente 13mm., sin resbalar sus apoyos, al sufrir el impacto de 25 golpes consecutivos, con una frecuencia de 2 golpes por segundo, en la Copa de Casagrande, teniendo una altura de caída de 1 cm.

El Límite Líquido, se define también como el contenido de humedad que requiere un suelo para presentar una resistencia al esfuerzo cortante de aproximadamente 25 gr/cm (Bowles, 1981).

### **EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS**

- Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Espátula.
- Aparato del límite líquido o casa grande.
- Acanalador.
- El calibrador puede tener una longitud de dos pulgadas aproximadamente.
- Los recipientes donde se pesarán las muestras realizadas deben tener tapas.

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

- Balanza.
- Un horno para secar la muestra.

Colocar y untar la muestra en la cazuela de la Casagrande, después de ello, dar unos ligeros golpes en la cazuela de bronce para que se produzca el cierre, siempre contando la cantidad de golpes que se está realizando a la cazuela.

Ensayo de limite liquido con la cazuela de la casa grande.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Dividir la muestra que se encuentra en la cazuela en tres partes con la ayuda del acanalador, para luego sacar cuidadosamente la muestra de la parte central.

Ensayo de limite liquido con la cazuela de la casa grande.

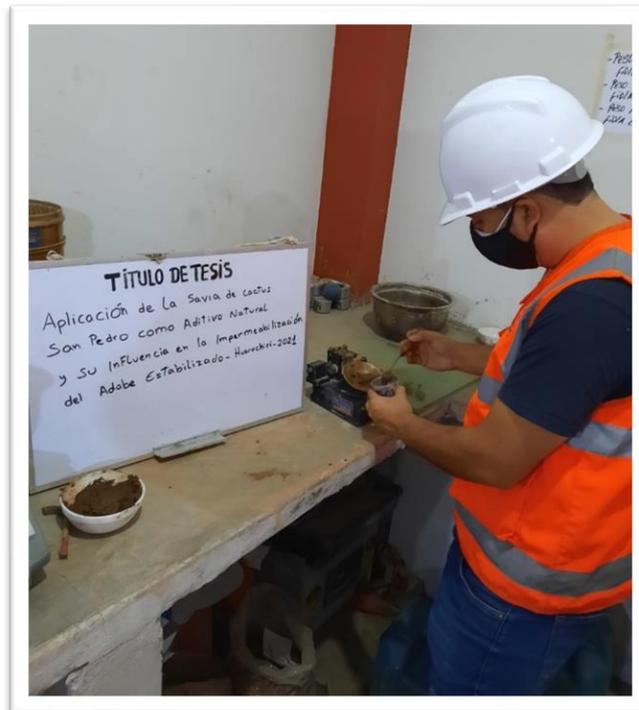


Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Sacar una tajada de la muestra aproximadamente del ancho de la espátula, luego colocarla en un recipiente, para finalmente ser pesada en la balanza. Anotar los pesos húmedos antes de llevarlos al horno y después hacerlos secar para obtener el peso seco de la muestra.

Ensayo de limite liquido con la cazuela de la casa grande.



Fuente: Elaboración propia, 2021

#### Ensayo del límite plástico

Es el contenido de humedad del suelo en el límite entre los estados semilíquido y plástico expresado en porcentaje.

La prueba es simple de realizar, dado que se enrolla con las manos una masa de suelo en forma elipsoidal sobre una mesa. (Bowles, 1981).

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

#### Procedimiento:

Se moldea la mitad de la muestra, luego se enrolla con las manos una masa de suelo en forma elipsoidal sobre una mesa.

Ensayo de limite plástico con la prueba del rollito.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Llevar el recipiente contenido con el rollo al horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C por 24 horas y finalmente pesar la muestra seca.

Ensayo de limite plástico con la prueba del rollito. pensándolo



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Ensayo de límite plástico con la prueba del rollito – colocándolo en el horno



Fuente: Elaboración propia, 2021

#### Índice de plasticidad

El índice de plasticidad se obtiene restando los porcentajes entre el límite líquido y el límite plástico obtenidos de la muestra de un suelo. (Bowles, 1981).

Y se calcula así:

$$L_p = LL - LP$$

### **ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos**

#### **Extracción de la savia de cactus San Pedro**

#### **Procedimiento de extracción de la savia de cactus San Pedro:**

- a)** Cortamos el San Pedro en rodajas grandes y las lavamos.



Fuente: Elaboración propia, 2021

- b)** Luego la cortamos en rodajas pequeñas para poder procesarlas.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

c) Las procesamos licuándolas y obtendremos nuestra savia de cactus.



Fuente: Elaboración propia, 2021

d) Material a utilizarse para los adobes a realizar.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Molde de adobe de 30x15x10



Fuente: Elaboración propia, 2021

Baldes con contenido de savia de cactus San Pedro.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Paja con la que vamos a trabajar los adobes



Fuente: Elaboración propia, 2021

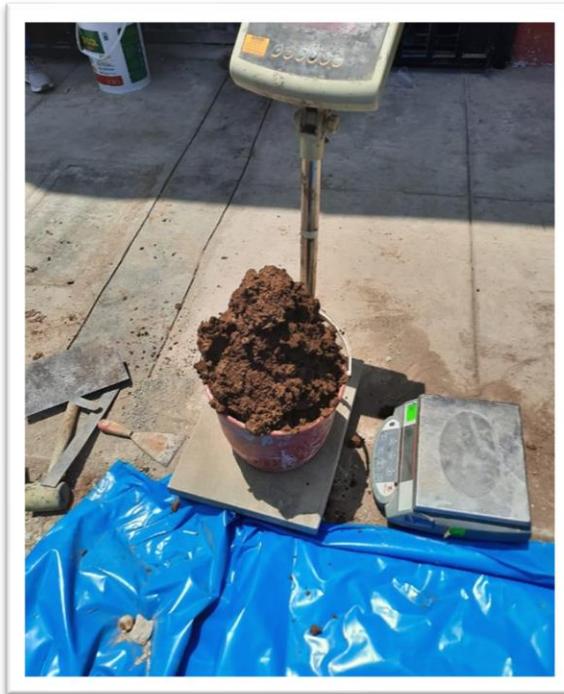
Preparación del patrón al 0% de savia de cactus San Pedro.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Pesando la cantidad de barro que entrara en la preparación.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Preparación de los primeros adobes patrón



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Inserción del 5% de savia de cactus San Pedro.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Mezclando la savia de cactus San Pedro



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Finalización de todos los adobes con los porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% de savia de cactus San Pedro realizados.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Bloques de adobes completamente secos con los porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% de savia de cactus San Pedro realizados.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

#### Ensayo de compresión

Según norma E-080 la resistencia a compresión de la unidad se determina ensayando cubos labrados cuya arista será igual a la menor dimensión de los ensayos se harán unidades secas, éstas se deberán ensayar en un mínimo de 6 cubos Para el ensayo a compresión se utilizó la Norma ASTM C-67 - Norma de método de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales. Los especímenes ensayados, fueron: En total 24, de los cuales 6 para adobe con 0%(patrón) sin savia de cactus San Pedro, 6 para adobe con 5% de savia de cactus San Pedro, 6 para adobe con 10% de savia de cactus San Pedro y 6 para adobe con 15% de savia de cactus San Pedro.

Procedimiento:

Bloque de adobe para ensayo de compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Bloque de adobe patrón de 0% de savia de cactus San Pedro para ensayo de compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Bloque de adobe de 5% de savia de cactus San Pedro para ensayo de compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Bloque de adobe de 10% de savia de cactus San Pedro para ensayo de compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Bloque de adobe de 15% de savia de cactus San Pedro para ensayo de compresión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

#### Ensayo de flexión

La resistencia característica a la flexión ( $f_r$ ), se obtendrá restando una desviación estándar (S) al valor promedio de la muestra ( $\bar{f}_r$ ). Los especímenes ensayados de siguiendo la Norma ASTM C-67 - Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales, En total 24, de los cuales 6 para adobe con 0%(patrón) sin savia de cactus San Pedro, 6 para adobe con 5% de savia de cactus San Pedro, 6 para adobe con 10% de savia de cactus San Pedro y 6 para adobe con 15% de savia de cactus San Pedro.

Procedimiento:

Bloque de adobe para ensayo de Flexión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Bloque de adobe patrón de 0% de savia de cactus San Pedro para ensayo de flexión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Bloque de adobe de 5% de savia de cactus San Pedro para ensayo de flexión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Bloque de adobe de 10% de savia de cactus San Pedro para ensayo de flexión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Bloque de adobe de 15% de savia de cactus San Pedro para ensayo de flexión.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### **ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos**

#### **Ensayo de absorción**

Según la Norma ASTM C-67 - Norma de métodos de prueba de ensayo y prueba de ladrillos de arcilla estructurales, indica que la absorción de cada espécimen se mide como la relación que existe entre el peso del agua absorbida por la unidad después de haberla sumergido durante 24 horas en una poza de agua. Los especímenes ensayados, fueron:

En total 24, de los cuales 6 para adobe con 0%(patrón) sin savia de cactus San Pedro, 6 para adobe con 5% de savia de cactus San Pedro, 6 para adobe con 10% de savia de cactus San Pedro y 6 para adobe con 15% de savia de cactus San Pedro.

#### **Procedimiento:**

Bloque de adobe en el horno durante 24 horas para ensayo de absorción.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Determinar el peso del adobe patrón con 0% de savia de cactus San Pedro.



Fuente: Elaboración propia, 2021

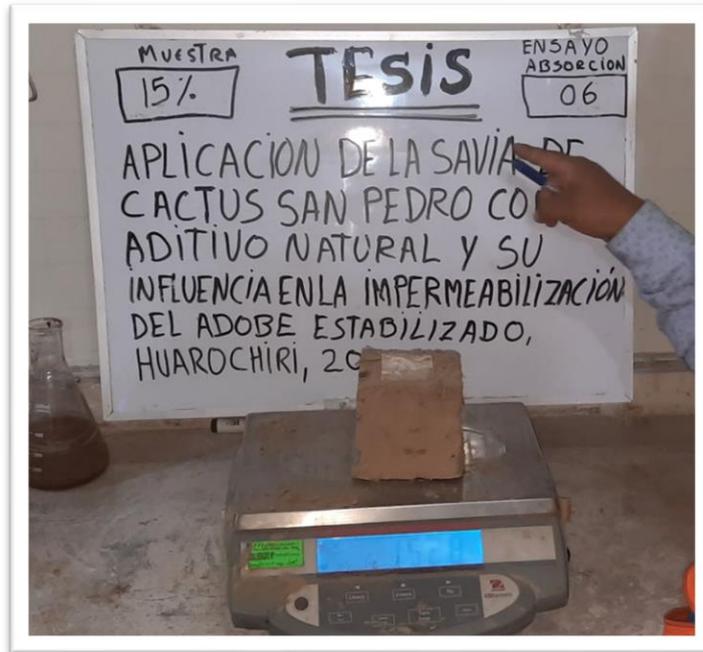
Determinar el peso del adobe con 5% de savia de cactus San Pedro.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Determinar el peso del adobe con 15% de savia de cactus San Pedro.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Adobe con 5% de savia de cactus San Pedro sumergido en agua durante 24 horas resiste al agua.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Adobe patrón con 0% de savia de cactus San Pedro sumergido en agua pesado en balanza electrónica.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Adobe con 5% de savia de cactus San Pedro sumergido en agua pesado en balanza electrónica.



Fuente: Elaboración propia, 2021

### ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos

Adobe con 10% de savia de cactus San Pedro sumergido en agua pesado en balanza electrónica.



Fuente: Elaboración propia, 2021

Adobe con 15% de savia de cactus San Pedro sumergido en agua pesado en balanza electrónica.



Fuente: Elaboración propia, 2021

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Telf.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	3
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	1/01/2021

**PROYECTO** : Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adoba Estabilizado, Huarochiri, 2021  
**SOLICITANTES** : Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan  
**UBICACIÓN** : Huarochiri-matucana  
**Calicata** : -- **Muestreado por:** WILL  
**Muestra** : -- **Ensayado por:** CJRT  
**Profundidad** : 0.10-1.50 m **Fecha de ensayo:** 5/09/2021

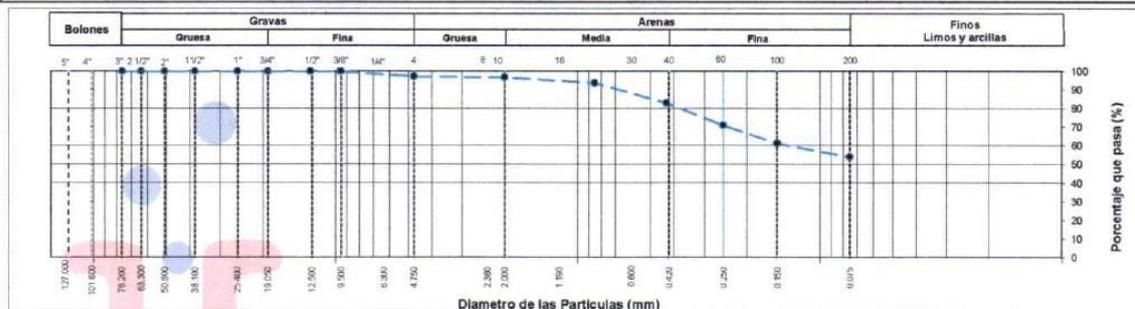
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>	
2 1/2"	63.500	100.00		Contenido Humedad (%) 7.8	
2"	50.800	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>	
1 1/2"	38.100	100.00		Límite Líquido (LL) 38	
1"	25.400	100.00		Límite Plástico (LP) 22	
3/4"	19.050	100.00		Índice Plástico (IP) 16	
1/2"	12.700	100.00		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b>	
3/8"	9.530	100.00		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b>	
N° 4	4.750	97.39		Grava (%) 2.6    Arena (%) 43.4    Finos (%) 54.0	
N° 10	2.000	96.85		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
N° 20	0.850	93.77		Clasificación SUCS (ASTM D2487) CL	
N° 40	0.430	83.05		Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-6 (6)	
N° 60	0.250	71.03		<b>Nombre del Grupo</b>	
N° 100	0.150	61.30		Arcilla arenosa de baja plasticidad	
N° 200	0.075	53.99			

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** CL    Arcilla arenosa de baja plasticidad  
ASTM 2488

**INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**

- 1) El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- 2) El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- 3) El método de ensayo empleado para el Límite Líquido es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5°C.
- 4) El método de ensayo empleado para el Límite Plástico es el Unipunto. El método de preparación es el húmedo, mientras que el método de secado es a horno a 110 ± 5°C.

### CURVA GRANULOMÉTRICA



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Telf.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
-------------------------------------	---

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 NTP 399.613/ E.080

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Hurochiri, 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: Hurochiri-matucana
	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 22/10/2021

TIPO: CON 15% SAVIA

EDAD: 30 días

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
15% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1051.8	10.5
15% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1094.6	10.9
15% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1041.6	10.4
15% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1036.5	10.4
15% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1098.1	11.0
15% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1064.8	10.6
				<b>Promedio:</b>	<b>10.6</b>

CÁLCULO :

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	JJ GEOTECNIA S A C  ELMER HUANO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F	
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>
-------------------------------------	--

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 NTP 399.813/ E.080

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	22/10/2021

TIPO: CON 10% SAVIA

EDAD: 30 días

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
10% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1154.4	11.5
10% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1044.3	10.4
10% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1117.4	11.2
10% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1124.2	11.2
10% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1158.6	11.6
10% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1189.8	11.9
<b>Promedio:</b>					<b>11.3</b>

**CÁLCULO:**

$$C = \frac{W}{A}$$

**DONDE:**

C = Resistencia a la compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f., indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Telf.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>
-------------------------------------	--

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 NTP 399.613/ E.080

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana
<b>FECHA DE ENSAYO:</b>	22/10/2021

TIPO: CON 5 % SAVIA

EDAD: 30 días

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
5% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1321.6	13.2
5% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1251.3	12.5
5% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1437.1	14.4
5% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1496.6	15.0
5% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1498.6	15.0
5% SAVIA DE CACTUS	10.00	10.00	100.0	1418.8	14.2
<b>Promedio:</b>					<b>14.0</b>

CÁLCULO:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	 JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Telf.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA
-------------------------------------	---

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 NTP 399.613/ E.080

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan
<b>TESS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana
	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 22/10/2021

TIPO: ADOBE PATRON EDAD: 30 días

IDENTIFICACIÓN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	C (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN-1	9.80	10.00	98.0	1253.8	12.8
PATRÓN-2	9.80	10.00	98.0	1386.5	14.1
PATRÓN-2	9.80	10.00	98.0	1213.7	12.4
PATRÓN-3	9.80	10.00	98.0	1285.6	13.1
PATRÓN-4	9.50	10.00	95.0	1263.8	13.3
PATRÓN-5	9.60	10.00	96.0	1298.8	13.5
				<b>Promedio:</b>	<b>13.2</b>

CÁLCULO:

$$C = \frac{W}{A}$$

DONDE:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, kg/cm<sup>2</sup>.

W = Máxima carga en kg-f, indicada por la máquina de ensayo.

A = Promedio del área bruta en cm<sup>2</sup>.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)</b>	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2021

### LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO NTP 399.613

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	<b>Fecha de ensayo:</b> 22/10/2021

TIPO: ADOBE

Fecha de elaboración : 13/09/2021

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	S (kg/cm <sup>2</sup> )
PATRÓN -1	21.5	12.00	10.00	320.6	<b>8.62</b>
PATRÓN -2	21.5	12.00	10.00	250.8	<b>6.74</b>
PATRÓN -3	21.5	12.00	10.00	311.5	<b>8.37</b>
PATRÓN -4	21.5	12.00	10.00	315.6	<b>8.48</b>
PATRÓN -5	21.5	12.00	10.00	220.1	<b>5.92</b>
PATRÓN -6	21.5	12.00	10.00	215.3	<b>5.79</b>
				<b>Promedio</b>	<b>7.32</b>

**CÁLCULO**

$$S = 3F(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre el adobe entero.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)</b>	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 NTP 399.813

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	Fecha de ensayo: 22/10/2021

TIPO: ADOBE CON 5% SAVIA

Fecha de elaboración : 13/09/2021

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm)	W (kg)	S (kg/cm <sup>2</sup> )
9% SAVIA	21.5	12.00	10.00	320.6	<b>8.62</b>
5% SAVIA	21.5	12.00	10.00	250.8	<b>6.74</b>
9% SAVIA	21.5	12.00	10.00	359.9	<b>9.67</b>
5% SAVIA	21.5	12.00	10.00	387.9	<b>10.42</b>
5% SAVIA	21.5	12.00	10.00	240.6	<b>6.47</b>
5% SAVIA	21.5	12.00	10.00	235.5	<b>6.33</b>
				<b>Promedio</b>	<b>8.04</b>

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre el adobe entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

## ANEXO 4: Informes de laboratorio

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	16/03/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
NTP 399.813

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana
	Fecha de ensayo: 22/10/2021

TIPO: ADOBE CON 10% SAVIA

Fecha de elaboración : 13/09/2021

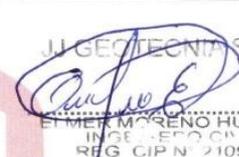
IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm <sup>2</sup> )	W (kg)	S (kg/cm <sup>2</sup> )
10% SAVIA	21.5	12.00	10.00	320.6	8.62
10% SAVIA	21.5	12.00	10.00	250.8	6.74
10% SAVIA	21.5	12.00	10.00	206.8	5.56
10% SAVIA	21.5	12.00	10.00	245.6	6.60
10% SAVIA	21.5	12.00	10.00	200.1	5.38
10% SAVIA	21.5	12.00	10.00	198.5	5.33
				<b>Promedio</b>	<b>6.37</b>

$$S = 3W(l/2 - x)/bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre el adobe entero.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 JJ GEOTECNIA S A C ELMER MORENO HUAMAN INGE - ETO CIVIL REG CIP N° 21090F	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO A FLEXIÓN)</b>	Código	FOR-LTC-AL-049
		Revisión	2
		Aprobado	CG-JJG
		Fecha	16/03/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 NTP 399.613

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	<b>Fecha de ensayo:</b> 22/10/2021

TIPO: ADOBE CON 15 % SAVIA

Fecha de elaboración : 13/09/2021

IDENTIFICACIÓN	l (cm)	b (cm)	d (cm)	W (kg)	S (kg/cm <sup>2</sup> )
15% SAVIA	21.5	12.00	10.00	320.6	<b>8.62</b>
15% SAVIA	21.5	12.00	10.00	250.8	<b>6.74</b>
15% SAVIA	21.5	12.00	10.00	198.9	<b>5.35</b>
15% SAVIA	21.5	12.00	10.00	189.8	<b>5.10</b>
15% SAVIA	21.5	12.00	10.00	170.2	<b>4.57</b>
15% SAVIA	21.5	12.00	10.00	160.8	<b>4.32</b>
				<b>Promedio</b>	<b>5.78</b>

$$S = 3W(l/2 - x) / bd^2$$

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla.
- W = Máxima carga aplicada en la máquina de ensayo.
- l = Distancia entre apoyos.
- b = Ancho neto (restando los huecos) del espécimen en el plano de falla.
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla.
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hasta el plano de falla.

**OBSERVACIONES:**

- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.
- \* El ensayo a la flexión se realizó sobre el adobe entero.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 	 JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGE - EDO CIVIL RES. CIP N° 210901	
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Telf.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LAB-CO-090
	<b>DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES ESTABILIZADOS CON CAL Y CEMENTO</b>	Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS**

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b> : Cuba huaman Ever / Rodriguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>PROYECTO</b> : Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Hurochini, 2021	
<b>UBICACIÓN</b> : Hurochiri-matucana	<b>Fecha de emisión:</b> 20/09/2021

<b>HUMEDAD INICIAL</b> (registrada a la llegada de la muestra)
8.00%

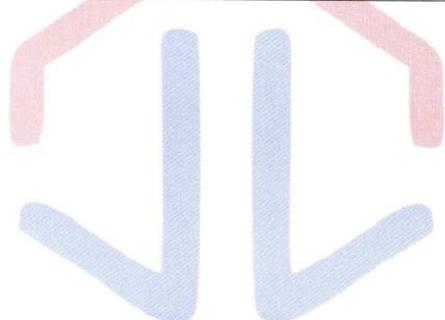
<b>CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL</b> (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra)	
<b>HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL</b>	
HUMEDAD AÑADIDA (%)	12
HUMEDAD INICIAL (%)	8
<b>HUMEDAD TOTAL (%)</b>	<b>20</b>

<b>CANTIDADES USADAS POR DISEÑO</b>			
TOTAL (arcilla)	10 kg		
ARCILLA	100% del total	10.0	kg
PAJA	1%	0.1	kg
AGUA	20% de la mezcla (arcilla+SAVIA)	2.0	Litros

**OBSERVACIONES:** LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 20.00 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 20.00%

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>



## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Telf.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LAB-CO-090
	<b>DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES ESTABILIZADOS CON CAL Y CEMENTO</b>	Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b> : Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>PROYECTO</b> : Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b> : Huarochiri-matucana	<b>Fecha de emisión:</b> 20/09/2021

HUMEDAD INICIAL (registrada a la llegada de la muestra)
8,00%

**CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL**  
 (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra)

<b>HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL</b>	
HUMEDAD AÑADIDA (%)	12
HUMEDAD INICIAL (%)	8
<b>HUMEDAD TOTAL (%)</b>	<b>20</b>

<b>CANTIDADES USADAS POR DISEÑO</b>			
TOTAL (arcilla)	10 kg		
ARCILLA	100% del total	10,0	kg
PAJA	1% del peso total	0,1	kg
SAVIA DE CACTUS	5.0%	0,5	kg
AGUA	20% de la mezcla (arcilla+SAVIA)	1,6	Litros

**OBSERVACIONES:** LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 20.00 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 20.00%

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	 JJ GEOTECNIA SAC ELMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210914	
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LAB-CO-090
	<b>DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES ESTABILIZADOS CON CAL Y CEMENTO</b>	Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2018

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS**

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>PROYECTO</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	<b>Fecha de emisión:</b> 20/09/2021

<b>HUMEDAD INICIAL (registrada a la llegada de la muestra)</b>
8.00%

**CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL**  
 (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra)

<b>HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL</b>	
<b>HUMEDAD AÑADIDA (%)</b>	12
<b>HUMEDAD INICIAL (%)</b>	8
<b>HUMEDAD TOTAL (%)</b>	20

CANTIDADES USADAS POR DISEÑO			
<b>TOTAL (arcilla)</b>	10 kg		
<b>ARCILLA</b>	100% del total	10.0	kg
<b>PAJA</b>	1% del peso total	0.1	kg
<b>SAVIA DE CACTUS</b>	10.0%	1.0	kg
<b>AGUA</b>	20% de la mezcla (arcilla+SAVIA)	1.2	Litros

**OBSERVACIONES:** LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 20.00 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 20.00%

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
	 JJ GEOTECNIA SAC EMER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 210906	
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad JJ GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b>	Código	FOR-LAB-CO-090
	<b>DISEÑO DE MEZCLA PARA ELABORAR ADOBES ESTABILIZADOS CON CAL Y CEMENTO</b>	Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	31/12/2019

### LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y AGREGADOS

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTE</b> : Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>PROYECTO</b> : Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado. Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b> : Huarochiri-matucana	<b>Fecha de emisión:</b> 20/09/2021

<b>HUMEDAD INICIAL</b> (registrada a la llegada de la muestra) 8.00%
---

**CÁLCULO DE LA HUMEDAD TOTAL**  
 (Tomando como humedad inicial la que se registro a la llegada de la muestra)

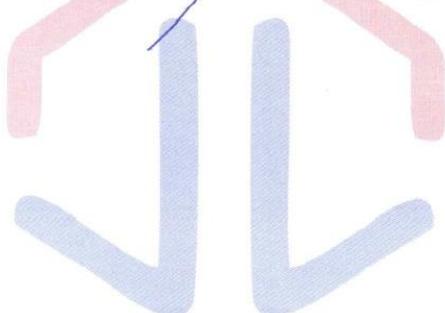
<b>HUMEDAD AÑADIDA + HUMEDAD INICIAL = HUMEDAD TOTAL</b>	
<b>HUMEDAD AÑADIDA (%)</b>	12
<b>HUMEDAD INICIAL (%)</b>	8
<b>HUMEDAD TOTAL (%)</b>	20

CANTIDADES USADAS POR DISEÑO			
<b>TOTAL</b> (arcilla)	10 kg		
<b>ARCILLA</b>	100% del total	10.0	kg
<b>PAJA</b>	1% del peso total	0.1	kg
<b>SAVIA DE CACTUS</b>	15.0%	1.5	kg
<b>AGUA</b>	20% de la mezcla (arcilla+SAVIA)	0.8	Litros

**OBSERVACIONES:** LA HUMEDAD IDEAL PARA TRABAJAR SE ENCUENTRA EN 20.00 % SIEMPRE Y CUANDO LA MUESTRA ESTÉ TOTALMENTE SECA, CASO CONTRARIO SI LA MUESTRA YA REGISTRA HUMEDAD INICIAL SOLO ES NECESARIO AÑADIR LA HUMEDAD FALTANTE HASTA LLEGAR A 20.00%

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad JJ GEOTECNIA



## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	18/03/2021

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTP 339.613 / NTP 339.604

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTES</b>	: Cuba huamen Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado. Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	<i>Fecha de ensayo:</i> 20/10/2021
<b>TIPO</b>	: ADOBE PATRON	

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
PATRON	1120	1351	20.63
PATRON	1165	1385	18.88
PATRON	1136	1398	23.06
PATRON	1158	1368	18.13
PATRON	1156	1375	18.94
PATRON	1178	1385	17.57
<b>PROMEDIO</b>			<b>19.54</b>

**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestras identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Telf.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz 48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

www.jjgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	18/03/2021

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTP 339.613 / NTP 339.604

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTES</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	<i>Fecha de ensayo: 20/10/2021</i>
<b>TIPO</b>	: ADOBE CON 5% DE SAVIA DE CACTUS	

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
5% SAVIA	1106	1298	17.36
5% SAVIA	1118	1327	18.69
5% SAVIA	1106	1298	17.36
5% SAVIA	1085	1305	20.28
5% SAVIA	1021	1219	19.39
5% SAVIA	1132	1385	22.35
<b>PROMEDIO</b>			<b>19.24</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-CO-008
		Revisión	2
		Aprobado	CCJJG
		Fecha	18/03/2021

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
 NTP 339.613 / NTP 339.804

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTES</b>	: Cuba huaman Ever / Rodríguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	Fecha de ensayo: 20/10/2021
<b>TIPO</b>	: ADOBE CON 10 % DE SAVIA DE CACTUS	

ESPÉCIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
10% SAVIA	1270	1491	17.40
10% SAVIA	1252	1486.5	18.73
10% SAVIA	1285	1525.6	18.72
10% SAVIA	1266	1505	18.88
10% SAVIA	1285	1510	17.51
10% SAVIA	1205	1385	14.94
<b>PROMEDIO</b>			<b>17.70</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por: 	Revisado por:  JJ GEOTECNIA SAC ETHER MORENO HUAMAN INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 21090F	Aprobado por: 
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4: Informes de laboratorio



Tel.: (01) 632-9183  
 Cel: 980703014 / 947280585  
 Av. A, Mz.48, Lt. 17, Asoc. Armando Villanueva  
 Alt. Universitaria cdra 59, Villasol - Los Olivos - Lima  
 informes@jjgeotecniasac.com

[www.jjgeotecniasac.com](http://www.jjgeotecniasac.com)

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ABSORCIÓN</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	18/03/2021

### LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS

NTP 339.613 / NTP 339.604

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	
<b>SOLICITANTES</b>	: Cuba huaman Ever / Rodriguez Mantilla, Edward Jhonatan	
<b>TESIS</b>	: Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochiri, 2021	
<b>UBICACIÓN</b>	: Huarochiri-matucana	Fecha de ensayo: 20/10/2021
<b>TIPO</b>	: ADOBE CON 15% DE SAVIA DE CACTUS	

ESPECIMEN	PESO SECO (g)	PESO SATURADO (g) 24 hrs	ABSORCIÓN (%)
15% SAVIA	1270	1495	17.72
15% SAVIA	1285	1518	18.13
15% SAVIA	1275	1499	17.57
15% SAVIA	1268	1489	17.43
15% SAVIA	1275	1495	17.25
15% SAVIA	1245	1385	11.24
<b>PROMEDIO</b>			<b>16.56</b>

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>  Jefe de Laboratorio	<b>Revisado por:</b>  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	<b>Aprobado por:</b>  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
--	--	--

## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 06446 - 2021

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA**

Marca : YF  
Modelo : No indica  
N° de Serie : 201251  
Intervalo de indicación : 0 °C a 1300 °C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26  
Ubicación : LABORATORIO

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento. El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico.  
CFP: 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 06446 - 2021

Página : 2 de 2

### TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio Isotermo Termohigrómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1 200 °C	TE-1075-2020

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO ( °C )	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA ( °C )	CORRECCIÓN ( °C )	INCERTIDUMBRE ( °C )
1000,0	1002,9	2,9	0,6

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-07

**SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC22016  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,01 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 1 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

#### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOP.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD  
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado de Calibración  
TC - 07121 - 2021

### TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

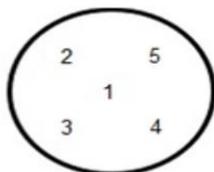
Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2	1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		1 100,00	8	-3	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,99	2	-7	3		2 200,00	7	-2
4		1 100,00	7	-2	4		2 199,99	2	-7
5		1 100,00	8	-3	5		2 200,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4	6		2 200,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3	7		2 199,99	2	-7
8		1 099,99	3	-8	8		2 200,00	7	-2
9		1 100,00	8	-3	9		2 199,99	3	-8
10		1 099,99	2	-7	10		2 199,99	2	-7
Emáx - Emín   (mg)				6	Emáx - Emín   (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30



## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados

Certificado de Calibración  
TC - 07121 - 2021



### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,100	0,10	5	0	700,000	700,01	7	8	8	20
2		0,10	6	-1		699,99	2	-7	-6	
3		0,10	7	-2		700,01	7	8	10	
4		0,10	6	-1		700,02	8	17	18	
5		0,10	5	0		700,01	6	9	9	

### ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	72 %	73 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,100	0,10	4	1						
1,000	1,00	6	-1	-2	1,00	4	1	0	10
200,000	200,00	6	-1	-2	200,00	4	1	0	10
500,000	500,00	5	0	-1	500,00	4	1	0	10
800,001	800,00	4	0	-1	800,01	9	5	4	20
1 000,001	1 000,00	2	2	1	1 000,01	8	6	5	20
1 200,001	1 200,01	7	7	6	1 200,01	7	7	6	20
1 500,001	1 500,01	9	5	4	1 500,01	6	8	7	20
1 800,002	1 800,01	8	5	4	1 800,01	7	6	5	20
2 000,002	2 000,00	4	-1	-2	2 000,01	6	7	6	20
2 200,002	2 200,00	4	-1	-2	2 200,00	4	-1	-2	30

Donde:

I : Indicación de la balanza  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g)  
ΔL : Carga adicional  
E : Error del instrumento  
Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 6,84 \times 10^{-7} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{2,87 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,09 \times 10^{-10} \times R^2}$

### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 2 198,98 g para una carga de valor nominal 2200 g.

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



### CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07122 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

**SOLICITANTE : JJ GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : YA501  
N° de Serie : NO INDICA  
Capacidad Máxima : 500 g  
Resolución : 0,1 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : III  
Capacidad Mínima : 2 g  
Procedencia : CHINA  
Identificación : NO INDICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 8 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

#### LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y IIII". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración  
TC - 07122 - 2021

### TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de METROIL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud M1	M-0235-2021 Feb 2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Juego de Pesas 100 mg a 1 kg Clase de Exactitud M2	TC-5069-2020 Mayo 2020

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,9 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	75 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250	250,0	0,04	0,01	1	500	500,0	0,02	0,03
2		250,0	0,06	-0,01	2		500,0	0,03	0,02
3		250,0	0,05	0,00	3		500,0	0,04	0,01
4		250,0	0,04	0,01	4		500,0	0,04	0,01
5		250,1	0,06	0,09	5		500,1	0,08	0,07
6		250,0	0,06	-0,01	6		500,0	0,02	0,03
7		250,0	0,04	0,01	7		500,1	0,08	0,07
8		250,0	0,05	0,00	8		500,0	0,02	0,03
9		250,1	0,06	0,09	9		500,0	0,03	0,02
10		250,0	0,06	-0,01	10		500,0	0,03	0,02
Emax - Emin   (g)				0,10	Emax - Emin   (g)				0,06
e.m.p. ± (g)				0,3	e.m.p. ± (g)				0,3



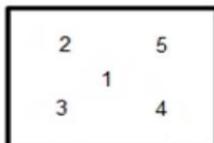
## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR  
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



Certificado de Calibración  
TC - 07122 - 2021



### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,3 °C
Humedad Relativa	73 %	72 %

N°	Determinación de Eo				Determinación del Error Corregido Ec					e.m.p. ± (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1	1,0	0,06	-0,01	160	160,0	0,04	0,01	0,02	0,2
2		1,0	0,05	0,00		160,0	0,06	-0,01	-0,01	
3		1,0	0,04	0,01		160,0	0,07	-0,02	-0,03	
4		1,0	0,04	0,01		160,0	0,04	0,01	0,00	
5		1,0	0,06	-0,01		160,0	0,03	0,02	0,03	

### ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,4 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	72 %	74 %

Carga (g)	Carga Creciente				Carga Decreciente				e.m.p. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
2,00	2,0	0,07	-0,02	0,00	2,0	0,04	0,01	0,03	0,1
50,00	50,0	0,06	-0,01	0,01	50,0	0,04	0,01	0,03	0,1
100,00	100,0	0,04	0,01	0,03	100,0	0,06	-0,01	0,01	0,2
150,00	150,0	0,05	0,00	0,02	150,0	0,07	-0,02	0,00	0,2
200,00	200,0	0,06	-0,01	0,01	200,0	0,04	0,01	0,03	0,2
250,00	250,0	0,04	0,01	0,03	250,0	0,05	0,00	0,02	0,3
300,00	300,0	0,03	0,02	0,04	300,0	0,03	0,02	0,04	0,3
350,00	350,0	0,03	0,02	0,04	350,0	0,02	0,03	0,05	0,3
400,00	400,0	0,02	0,03	0,05	400,1	0,09	0,06	0,08	0,3
500,00	500,1	0,08	0,07	0,09	500,1	0,08	0,07	0,09	0,3

Donde:

I : Indicación de la balanza  
e.m.p. : Error máximo permitido

ΔL : Carga incrementada  
E : Error encontrado

Eo : Error en cero  
Ec : Error corregido

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R - 1,32 \times 10^{-4} \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times \sqrt{3,25 \times 10^{-3} \text{ kg}^2 + 1,14 \times 10^{-8} \times R^2}$

R : Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración (g)

### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado. La indicación de la balanza fue de 500,5 g para una carga de valor nominal 500 g.

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-15695-2021

PROFORMA : 5784A Fecha de emisión : 2021 - 09 - 27 Página : 1 de 2

1. **SOLICITANTE** : JJ GEOTECNIA S.A.C.  
DIRECCIÓN : Av. A Mza. 48 Lote. 17 Asc. Armando Villanueva Lima - Lima - Los Olivos

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **PRENSA DE CONCRETO**  
Marca : ELE INTERNATIONAL Capacidad Máxima : 120000 kgf  
Modelo : ADR TOUCH HEAD División de Escala, d : 0,1 kgf  
N° Serie : 1887-1-00074 Procedencia : USA  
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO

3.- **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.**

La calibración se realizó el día 21 de setiembre del 2021 en las instalaciones de JJ GEOTECNIA S.A.C.

4. **MÉTODO.**

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ISO 7500-1 Calibration and verification of testing machines

5. **TRAZABILIDAD.**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia AEP Transducers	Celda de Carga CLFLEX 3MN 3000 kN	12821 C - 2021

6. **CONDICIONES AMBIENTALES.**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,5 °C	21,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	70,0 %	71,0 %

7. **OBSERVACIONES.**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza de 95%.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP:0316



## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados

Certificado N° : TC-15695-2021  
Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACION PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf	(%)	kgf
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,000	0,00
4,2	5000,0	4,2	5003,4	0,00	-3,4	0,000	0,51
8,3	10000,0	8,3	10007,8	-0,01	-7,8	0,000	0,57
16,7	20000,0	16,7	20013,1	-0,01	-13,1	0,000	0,60
41,7	50000,0	41,7	50015,2	-0,01	-15,2	0,001	0,62
50,0	60000,0	50,0	60017,9	-0,01	-17,9	0,001	0,64
58,3	70000,0	58,3	70018,5	-0,02	-18,5	0,001	0,66
66,7	80000,0	66,7	80020,5	-0,02	-20,5	0,001	0,70
75,0	90000,0	75,0	90019,7	-0,02	-19,7	0,001	0,80

*Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error*

### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

## ANEXO 5: Certificados de calibración de los equipos utilizados

# Certificado



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Acreditación

La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## **TEST & CONTROL S.A.C.**

### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

### **NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).*

DA-acr-01P-02M Ver. 02

## ANEXO 6: Ficha técnica del cactus San Pedro



### Cactus San Pedro

Nombre(s) común	Cactus San Pedro, wachuma, gigantón, huachuma.
Nombre Científico	Echinopsis
Reino	Plantae
Familia	Cactácea
Género	Peruviana
Especie	Echinopsis Peruviana

### Variedades

Ostolaza Nano, Carlos (2011). Cactus del Perú

E. Pachanoi: Arbórea con ramas numerosas azul verdoso, espinas generalmente ausentes o escasas, pequeñas, 1 cm. desiguales, amarillo marrón, con una flor de 23cm blancas con pelo negro.

E. Schoenii: Planta arbustiva o arbórea de tallos cilíndricos verde gris, espinas marrones o grises con la punta marrón. Flores blancas de 16 cm, tubo floral con pelos marrón negro.

### Características Morfológicas del Cactus San Pedro

Llamado "San Pedro macho" por su mayor contenido en mescalina que E. pachanoi. Cuerpo erecto al inicio, a veces se arquea y cuelga de los riscos, llega a 5 m. de largo, azul-verdoso, de 6 a 15 cm. De diámetro; 4 a 8 costillas anchas y redondeadas; 10 espinas desiguales de 4 cm. de largo. Flores infundibuliformes, blancas, fragantes, 22 a 25 cm. de largo. Fruto de 5 cm. De largo y diámetro, verde, redondeado, dehiscente. Ostolaza Nano, Carlos (2011). Cactus del Perú

## ANEXO 7: Matriz de consistencia

Tema: “Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochirí, 2021”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJEIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>(X)</b>  <b>SAVIA DE CACTUS</b>
¿De qué manera influye la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural en mejorar la impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochirí, 2021?	Evaluar la aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural en porcentajes, para que en combinación con el barro, mejoren la impermeabilización del adobe estabilizado, Huarochirí, 2021.	La Aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en mejorar la impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochirí, 2021.	
<b>PROBLEMA ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICOS</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>(Y)</b>  <b>ESTABILIZACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL ADOBE</b>
¿Cómo influye la clasificación de suelo y la dosificación adecuada del barro, agua y paja, en la elaboración del bloque del adobe patrón?	Analizar la clasificación de suelo y la dosificación adecuada del barro, agua y paja para elaborar el bloque del adobe patrón.	La clasificación del suelo y la dosificación adecuada del barro, agua y paja, influye en la elaboración del bloque de adobe patrón.	
¿De qué manera influye la Aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural en la resistencia a la compresión y flexión del Adobe Estabilizado?	Determinar la resistencia a la compresión y flexión del adobe con la aplicación de la savia de cactus San Pedro en porcentajes de 5%, 10% y 15%.	La Aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en la resistencia a la compresión y flexión del adobe estabilizado.	
¿De qué manera influye la Aplicación de la savia de Cactus San Pedro como aditivo natural en el Porcentaje de absorción del Adobe Estabilizado?	Determinar el porcentaje de absorción con la aplicación de la savia de cactus San Pedro en los porcentajes de 5%, 10% y 15%.	La aplicación de la savia de cactus San Pedro como aditivo natural, influye en el Porcentaje de absorción del Adobe Estabilizado.	

## ANEXO 8: Ficha de evaluación

### MATRIZ DE EVALUACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL CICLO: DÉCIMO  
 DOCENTE: JOSE CONTRERAS VELASQUEZ

“Aplicación de la Savia de Cactus San Pedro como Aditivo Natural y su Influencia en la Impermeabilización del Adobe Estabilizado, Huarochirí, 2021”

TÍTULO:

ESTUDIANTE(S):

	• CUBA HUAMAN EVER
	• RODRIGUEZ MANTILLA EDWARD JHONATAN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

INDICADORES	PUNTAJE MÁXIMO	J1	J2
<b>TÍTULO</b>			
El tema de investigación es innovador.	3		
El título se refiere al objetivo de la investigación, contiene la(s) variable(s) y los límites espaciales y temporales cuando corresponda.	1		
La redacción del título no excede las 20 palabras.			
<b>RESUMEN</b>			
Contiene los elementos necesarios mínimos.	2		
No excede las 200 palabras.			
Contiene el abstract.	2		
Presenta las palabras claves y keywords.	1		
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Está redactada en prosa y sin subtítulos.			
Describe la realidad problemática de manera precisa y concisa.	3		
Justifica porqué y para qué realiza la investigación apoyándose en referencias actualizadas.	2		
Los objetivos y las hipótesis se relacionan directamente con la formulación del problema/preguntas de investigación.	2		
Tiene de 2 a 3 páginas.			
<b>MARCO TEÓRICO</b>			
Se redacta en prosa y sin subtítulos.			

## ANEXO 8: Ficha de evaluación

Presenta una síntesis de los antecedentes investigados a nivel nacional e internacional.	4		
Incluye las teorías y enfoques conceptuales donde se enmarca la investigación.	4		
Tiene entre 5 a 7 páginas (pregrado) / 7 a 10 páginas (maestría)/ 10 a 15 páginas (doctorado).			
<b>METODOLOGÍA</b>			
Está redactada en tiempo pasado.			
Determina adecuadamente el tipo de investigación.	2		
Selecciona adecuadamente el diseño de investigación.	2		
Identifica y operacionaliza/categoriza adecuadamente las variables/categorías de estudio, según corresponda.	3		
Establece la población y justifica la determinación de la muestra/escenarios y participantes, según corresponda.	3		
Propone la(s) técnica(s) e instrumento(s) de recolección de datos, de ser necesario presenta evidencia de la validez y confiabilidad.	3		
Describe detalladamente los procedimientos de obtención de los datos/información.	3		
Describe el método de análisis de datos/información.	3		
Describe los aspectos éticos aplicados en su investigación.	3		
Tiene mínimo 4 páginas.			
<b>RESULTADOS</b>			
Redacta en tiempo pasado.			
Presenta los resultados en función a los objetivos, aplicando los métodos de análisis pertinentes.	7		
Tiene mínimo 3 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 7 páginas (doctorado).			
<b>DISCUSIÓN</b>			
Sintetiza los principales hallazgos.	6		
Apoya y compara los resultados encontrados con las teorías y literatura científica actual.	6		
Describe las fortalezas y debilidades la metodología utilizada.	6		
Describe la relevancia de la investigación en relación con el contexto científico social en el que se desarrolla.	7		

### ANEXO 8: Ficha de evaluación

Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 6 páginas (maestría) y 8 páginas (doctorado).			
<b>CONCLUSIONES</b>			
Presenta los principales hallazgos como síntesis de la investigación respondiendo los objetivos de la investigación.	5		
Tiene mínimo 1 página.			
<b>RECOMENDACIONES</b>			
Las recomendaciones son pertinentes relacionándose con los hallazgos de la investigación y con el planteamiento de futuras investigaciones.	3		
Tiene mínimo 1 página.			
<b>REFERENCIAS</b>			
Utiliza citas en el interior del documento de acuerdo a Normas Internacionales (ISO 690, APA y VANCOUVER).	5		
Incluye como mínimo 30 referencias (pregrado), 40 referencias (maestría) y 50 referencias (doctorado) de los últimos 5 años, en coherencia con las citas utilizadas en el documento.	5		
Tiene mínimo 4 páginas (pregrado), 5 páginas (maestría) y 6 páginas (doctorado).			
<b>FORMATO</b>			
Emplea el tipo y tamaño de fuente adecuado.			
Numera las páginas adecuadamente.			
El documento respeta las normas de redacción y ortografía.	4		
Los márgenes están configurados de acuerdo a la guía de investigación de fin de programa.			
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		
<b>SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN</b>			
<b>Sobre la investigación</b>			
Demuestra que el tema es innovador y aporta nuevos enfoques a la ciencia.	10		
Explica la relevancia de la investigación.	8		
Demuestra dominio temático.	8		
Demuestra conocimiento en la aplicación del método científico.	8		
Interpreta claramente sus resultados.	8		

### ANEXO 8: Ficha de evaluación

Justifica y analiza los hallazgos.	10		
Sintetiza las ideas principales en sus conclusiones.	8		
<b>Organización de la exposición</b>			
Explica en forma clara y coherente.	8		
Utiliza adecuadamente el material de apoyo audiovisual.	8		
Realiza la presentación dentro del tiempo estipulado.	8		
Responde adecuadamente las preguntas formuladas.	8		
Presentación personal y modales adecuados	8		
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>		

## ANEXO 8: Ficha de evaluación

		OBSERVACIONES INFORME DE INVESTIGACIÓN			
		JORNADA DE INVESTIGACIÓN 1 (J1)	FIRMAS	JORNADA DE INVESTIGACIÓN 2 (J2)	FIRMAS
I N F O R M	<u>Jurad</u> <u>p1</u>				
	<u>Jurad</u> <u>p2</u>				
	<u>Jurad</u> <u>p3</u>				
S U S T E N T A C I Ó N	<u>p1</u>				
	<u>Jurad</u> <u>p2</u>				
	<u>Jurad</u> <u>p3</u>				

### **IMPORTANTE- REQUISITOS DE APROBACIÓN:**

- **Jornada 1:** Si el informe de investigación obtiene menos de 40 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Igualmente, si el estudiante al sustentar obtiene menos de 80 puntos debe ser inhabilitado.
- **Jornada 2:** Si el informe de investigación obtiene menos de 80 puntos en la semana previa a la jornada, el estudiante no pasará a sustentación y será inhabilitado. Debiendo convertir el puntaje obtenido por el estudiante a una escala vigesimal solo en esta jornada.