

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC)**

**CON FINES DE ALBAÑILERÍA, TACABAMBA, CHOTA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**Presentado por: ELIZABETH GAITÁN PAREDES**

**Asesor: JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO**

**Chota – Perú**

**2022**

**Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) con fines  
de albañilería, Tacabamba, Chota**

**POR:**

**Elizabeth Gaitán Paredes**

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la  
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título**

**de**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**



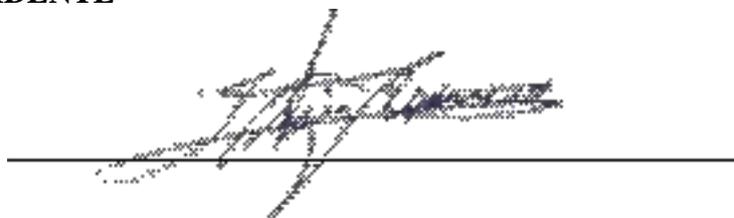
**Mg. Ing. Cristhian Saul López Villanueva**

**PRESIDENTE**



**Mg. Ing. Claudia Emilia Benavides Núñez**

**SECRETARIO**



**Msc. Ing. Fernando Romero Chuquilin**

**VOCAL**

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi más profundo agradecimiento a las señoras Rosario Soto Gálvez, Mélida Vásquez Vásquez y Clemencia García Soto quienes generosamente y con ánimo dadivoso me dieron acceso a la información pertinente para la ejecución del estudio.

Mi gratitud personal a la Universidad Nacional Autónoma de Chota y a los catedráticos de la “Escuela Profesional de Ingeniería Civil”, individuos de gran cognición, que se esforzaron para que llegará hasta este momento, no ha sido un camino sencillo, pero su ánimo por cederme sus sapiencias y paciencia, ha hecho que logre cumplir mis metas.

Mi agradecimiento sincero al Ing. José Luis Silva Tarrillo, mi asesor; con su ayuda continua e incansable en la exploración del conocimiento e información relevante, que ha permitido hacer realidad este estudio.

La tesista

## DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a Dios, gracias a él he alcanzado una meta más.

A mis padres **Roiser Gaitán** y **Gloria Paredes** que me dieron la vida y han estado conmigo en todo momento, dándome su respaldo, para hacer de mí una mejor persona pues sin ellos no lo había logrado.

A mis hermanos **Sonia, María, Ana, Joel, Romáin, Osmar**, por su inquebrantable apoyo.

A mi querida hija **Zoe Lía Valentina** quien es el pilar fundamental en mi vida probablemente, en este instante, no comprendas mis palabras, pero quiero que, llegado el momento, sepas lo importancia que tienes en mi vida.

A mis sobrinitos, Cuñados y amigos por creer en mí.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Planteamiento del problema.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2. Formulación del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>1.3. Justificación e importancia .....</b>	<b>17</b>
<b>1.4. Delimitación de la investigación.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Limitaciones.....</b>	<b>18</b>
<b>1.6. Objetivos .....</b>	<b>19</b>
1.6.1. Objetivo general.....	19
1.6.2. Objetivos específicos .....	19
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>20</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	22
2.1.3. Antecedentes regionales .....	24
<b>2.2. Marco teórico.....</b>	<b>25</b>
2.2.1. Teoría de mecánica de suelos .....	25
2.2.2. Propiedades físicas del suelo .....	26
2.2.3. Clasificación SUCS .....	29
2.2.4. Canteras de suelo .....	30
2.2.5. Exploración, muestreo y muestra .....	31
2.2.6. La construcción con tierra.....	32
2.2.7. Bloques de tierra comprimida (BTC) .....	35
2.2.8. Estabilización química del suelo como material de construcción .....	42
2.2.9. Características físico mecánicas en bloques de tierra comprimida (BTC) .....	44
2.2.10. Albañilería .....	45
2.2.11. Lineamientos normados para albañilería .....	46
<b>2.3. Definición de términos .....</b>	<b>47</b>

<b>CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1. Hipótesis.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2. Variables .....</b>	<b>49</b>
3.2.1. Variable independiente .....	49
3.2.2. Variable dependiente .....	49
<b>3.3. Operacionalización de variables .....</b>	<b>50</b>
<b>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1. Ubicación geográfica del estudio.....</b>	<b>51</b>
<b>4.2. Unidad de análisis, población y muestra.....</b>	<b>53</b>
4.2.1. Población .....	53
4.2.2. Muestra .....	55
4.2.3. Unidad de análisis.....	56
<b>4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación .....</b>	<b>56</b>
4.3.1. Tipo de investigación.....	56
4.3.2. Diseño de investigación .....	57
<b>4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>59</b>
4.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	59
4.4.2. Instrumentos de recolección de datos .....	59
<b>4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información .....</b>	<b>60</b>
4.5.1. Proceso para obtener la información .....	60
4.5.2. Técnicas de procesamiento .....	69
4.5.3. Análisis de información .....	69
<b>4.6. Matriz de consistencia metodológica.....</b>	<b>70</b>
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>72</b>
<b>5.1. Presentación de resultados .....</b>	<b>72</b>
5.1.1. Propiedades físicas del suelo .....	72
5.1.2. Características físico mecánicas de los BTC .....	82
5.1.3. Análisis de la resistencia de los BTC respecto a la normatividad .....	100
<b>5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados .....</b>	<b>105</b>
<b>5.3. Contrastación de hipótesis.....</b>	<b>109</b>

<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>114</b>
<b>RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS .....</b>	<b>116</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>
Anexo N° 1. Matriz de consistencia .....	125
Anexo N° 2. Panel fotográfico .....	126
Anexo N° 3. Documentación.....	152
Anexo N° 4. Ensayos de mecánica de suelos .....	155
Anexo N° 5. Ensayos de mecánica de materiales BTC.....	156
Anexo N° 6. Comparación económica .....	157
Anexo N° 7. Planos de las canteras .....	158

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Descripción de los tipos de suelo que conforman la carta de plasticidad.....	29
<b>Tabla 2.</b> Datos de dosis de mezcla .....	33
<b>Tabla 3.</b> Variación dimensional.....	44
<b>Tabla 4.</b> Resistencia regulada a compresión.....	45
<b>Tabla 5.</b> Lineamientos estándar para unidades de albañilería, norma E.070.....	46
<b>Tabla 6.</b> Lineamientos estándar para adobes, norma E.080 .....	47
<b>Tabla 7.</b> Lineamientos estándar para BTC según la norma UNE 41410.....	47
<b>Tabla 8.</b> Matriz de operacionalización .....	50
<b>Tabla 9.</b> Coordenadas UTM WGS84 de las canteras de análisis .....	52
<b>Tabla 10.</b> Características geométricas de las canteras.....	53
<b>Tabla 11.</b> Diseño de bloques completamente al azar .....	55
<b>Tabla 12.</b> Número de BTC según cantera y ensayo .....	55
<b>Tabla 13.</b> Tipo de investigación .....	57
<b>Tabla 14.</b> Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	60
<b>Tabla 15.</b> Número de calicatas en las canteras .....	61
<b>Tabla 16.</b> Ubicación de las calicatas en las canteras .....	62
<b>Tabla 17.</b> Composición del suelo para la elaboración de BTC .....	65
<b>Tabla 18.</b> Contenido de humedad de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna.....	72
<b>Tabla 19.</b> Análisis granulométrico del suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna.....	73
<b>Tabla 20.</b> Límites de consistencia de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna ....	77
<b>Tabla 21.</b> Clasificación del suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna.....	79
<b>Tabla 22.</b> Propiedades físicas de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna .....	80
<b>Tabla 23.</b> Variación dimensional de los BTC, cantera Succhapampa.....	83
<b>Tabla 24.</b> Alabeo de los BTC, cantera Succhapampa .....	84
<b>Tabla 25.</b> Absorción de los BTC, cantera Succhapampa .....	85
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Succhapampa.....	86
<b>Tabla 27.</b> Módulo de elasticidad de los BTC, cantera Succhapampa.....	87
<b>Tabla 28.</b> Variación dimensional de los BTC, cantera Cumpampa.....	89
<b>Tabla 29.</b> Alabeo de los BTC, cantera Cumpampa .....	90
<b>Tabla 30.</b> Absorción de los BTC, cantera Cumpampa .....	91
<b>Tabla 31.</b> Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Cumpampa .....	92
<b>Tabla 32.</b> Módulo de elasticidad de los BTC, cantera Cumpampa .....	93
<b>Tabla 33.</b> Variación dimensional de los BTC, cantera La Laguna.....	95

<b>Tabla 34.</b> Alabeo de los BTC, cantera La Laguna .....	96
<b>Tabla 35.</b> Absorción de los BTC, cantera La Laguna .....	97
<b>Tabla 36.</b> Resistencia a la compresión, BTC, cantera La Laguna .....	98
<b>Tabla 37.</b> Módulo de elasticidad de los BTC, cantera La Laguna.....	99
<b>Tabla 38.</b> Comparación de las propiedades del BTC elaborado con suelo de la cantera Succhapampa, con los estándares de la normatividad.....	102
<b>Tabla 39.</b> Comparación de las propiedades del BTC elaborado con suelo de la cantera Cumpampa, con los estándares de la normatividad .....	103
<b>Tabla 40.</b> Comparación de las propiedades del BTC hecho con suelo, cantera La Laguna, con los estándares de la normatividad.....	104
<b>Tabla 41.</b> Características físico mecánicas de los BTC hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna .....	106
<b>Tabla 42.</b> Características del suelo y características físico mecánicas de los BTC.....	107
<b>Tabla 43.</b> Resistencia BTC hechos con suelo de Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, para análisis estadístico .....	111
<b>Tabla 44.</b> Análisis de varianza ANOVA.....	111
<b>Tabla 45.</b> Prueba t-student.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Viviendas particulares con adobe o tapia .....	15
<b>Figura 2.</b> Fases del suelo .....	25
<b>Figura 3.</b> Huso del diagrama de texturas del suelo para BTC .....	26
<b>Figura 4.</b> Diagrama de plasticidad .....	27
<b>Figura 5.</b> Algunos colores de la Tabla Munsell .....	28
<b>Figura 6.</b> Carta de plasticidad.....	29
<b>Figura 7.</b> Clasificación de canteras .....	30
<b>Figura 8.</b> Cantera a cielo abierto .....	30
<b>Figura 9.</b> Técnicas constructivas .....	32
<b>Figura 10.</b> Proceso de elaboración de adobes .....	33
<b>Figura 11.</b> Proceso de elaboración de tapial.....	34
<b>Figura 12.</b> Proceso de elaboración de BTC.....	34
<b>Figura 13.</b> Distintas formas de bloques de tierra comprimida .....	36
<b>Figura 14.</b> Dimensiones y superficies .....	37
<b>Figura 15.</b> Prensas para BTC .....	38
<b>Figura 16.</b> Procedimiento para elaborar BTC .....	40
<b>Figura 17.</b> Medidas de alabeo .....	44
<b>Figura 18.</b> Distrito de Tacabamba.....	51
<b>Figura 19.</b> Mapa de ubicación de las canteras del distrito de Tacabamba .....	52
<b>Figura 20.</b> Cantera Cumpampa .....	53
<b>Figura 21.</b> Cantera La Laguna.....	54
<b>Figura 22.</b> Cantera Succhapampa.....	54
<b>Figura 23.</b> Bloques de tierra comprimida.....	56
<b>Figura 24.</b> Diseño de investigación no experimental .....	58
<b>Figura 25.</b> Máquina para la elaboración de BTC .....	64
<b>Figura 26.</b> Flujograma del proceso de investigación.....	71
<b>Figura 27.</b> Curva granulométrica, cantera Succhapampa.....	73
<b>Figura 28.</b> Curva granulométrica, cantera Cumpampa .....	74
<b>Figura 29.</b> Curva granulométrica, cantera La Laguna.....	74
<b>Figura 30.</b> Curva de fluidez de la cantera Succhapampa .....	76
<b>Figura 31.</b> Curva de fluidez de la cantera Cumpampa .....	76
<b>Figura 32.</b> Curva de fluidez de la cantera La Laguna .....	77
<b>Figura 33.</b> Clasificación AASHTO de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna ..	78
<b>Figura 34.</b> Clasificación SUCS de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna .....	78

<b>Figura 35.</b>	Curva granulométrica del suelo, cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna .	81
<b>Figura 36.</b>	Zona recomendada del diagrama de plasticidad del suelo para BTC .....	81
<b>Figura 37.</b>	Variación dimensional de los BTC, cantera Succhapampa .....	83
<b>Figura 38.</b>	Alabeo de los BTC, cantera Succhapampa.....	84
<b>Figura 39.</b>	Absorción de los BTC, cantera Succhapampa.....	85
<b>Figura 40.</b>	Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Succhapampa .....	86
<b>Figura 41.</b>	Curva esfuerzo – deformación unitaria para los BTC, cantera Succhapampa.....	87
<b>Figura 42.</b>	Variación dimensional de los BTC, cantera Cumpampa.....	89
<b>Figura 43.</b>	Alabeo de los BTC, cantera Cumpampa.....	90
<b>Figura 44.</b>	Absorción de los BTC, cantera Cumpampa.....	91
<b>Figura 45.</b>	Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Cumpampa.....	92
<b>Figura 46.</b>	Curva esfuerzo – deformación unitaria para los BTC, cantera Cumpampa.....	93
<b>Figura 47.</b>	Variación dimensional de los BTC, cantera La Laguna .....	95
<b>Figura 48.</b>	Alabeo de los BTC, cantera La Laguna .....	96
<b>Figura 49.</b>	Absorción de los BTC, cantera La Laguna.....	97
<b>Figura 50.</b>	Resistencia a la compresión, BTC, cantera La Laguna .....	98
<b>Figura 51.</b>	Curva esfuerzo – deformación unitaria para los BTC, cantera La Laguna.....	99
<b>Figura 52.</b>	Símil de la resistencia a compresión, BTC hecho con suelo de la cantera Succhapampa, con los estándares de la normatividad.....	102
<b>Figura 53.</b>	Símil de la resistencia a compresión, BTC hecho con suelo de la cantera Cumpampa, con los estándares de la normatividad.....	103
<b>Figura 54.</b>	Símil de la resistencia a compresión, BTC hecho con suelo de la cantera La Laguna, con los estándares de la normatividad.....	104
<b>Figura 55.</b>	Índice de plasticidad del suelo y resistencia BTC .....	108
<b>Figura 56.</b>	Comparación de la resistencia a compresión BTC respecto a las normas .....	108
<b>Figura 57.</b>	Gráfica de residuos para resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) de los BTC.....	112
<b>Figura 58.</b>	Estadística descriptiva de resistencia BTC .....	113

## RESUMEN

El uso de la tierra, para elaborar bloques de tierra comprimida (BTC) es una alternativa sustentable, que reduce el impacto ambiental, energético y genera beneficio social. El objetivo de la investigación fue “Caracterizar física y mecánicamente los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, del distrito de Tacabamba, para verificar si cumplen los estándares de resistencia a la compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008)”. Se ha realizado el levantamiento topográfico de las canteras, el muestreo y análisis del suelo, determinando que la clasificación SUCS del suelo de la cantera Cumpampa es limo con arena (ML), de las canteras Succhapampa, y La Laguna es arcilla orgánica de alta plasticidad (CH); las tres canteras no cumplen con el diagrama de plasticidad (UNE 41410, 2008), por lo que se estabilizaron con 15% de cemento respecto al peso del suelo, para la elaboración de BTC. Se elaboraron 35 BTC por cada cantera, y se ensayaron para definir sus características físico mecánicas. La resistencia a la compresión promedio de los BTC elaborados con suelo de la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna es 17.31, 17.35 y 17.30 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por tanto, cumplen con los lineamientos de la norma E.080 (MVCS, 2021) y UNE 41410 (2008), pero no con la norma E.070 (MVCS, 2021). Se concluye que los BTC elaborados con suelo de la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna pueden ser utilizados como remplazo del adobe en viviendas rurales.

**Palabras clave:** Adobe, plasticidad, suelo, cantera, unidad de mampostería, resistencia a compresión.

## ABSTRACT

The use of soil to make compressed earth blocks (CBE) is a sustainable alternative that reduces the environmental and energy impact and generates social benefits. The objective of the research was "To physically and mechanically characterize the compressed earth blocks (CBE) made with soil from the Succhapampa, Cumpampa and La Laguna quarries, in the district of Tacabamba, to verify if they meet the compressive strength standards of the E.080 norm (MVCS, 2021) and the UNE 41410 (2008)". The topographic survey of the quarries, soil sampling and analysis were carried out, determining that the SUCS classification of the soil of the Cumpampa quarry is silt with sand (ML), of the Succhapampa and La Laguna quarries is organic clay of high plasticity (CH); the three quarries do not comply with the plasticity diagram (UNE 41410, 2008), so they were stabilized with 15% cement with respect to the weight of the soil, for the preparation of BTC. Thirty-five BTC were produced for each quarry and tested to define their physical-mechanical characteristics. The average compressive strength of the BTC made with soil from the Succhapampa, Cumpampa and La Laguna quarries is 17.31, 17.35 and 17.30 kg/cm<sup>2</sup> respectively, therefore, they comply with the guidelines of standard E.080 (MVCS, 2021) and UNE 41410 (2008), but not with standard E.070 (MVCS, 2021). It is concluded that BTC made with soil from the Succhapampa, Cumpampa and La Laguna quarries can be used as a replacement for adobe in rural housing.

**Key words:** Adobe, plasticity, soil, quarry, masonry unit, compressive strength.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

Actualmente, se busca desarrollar soluciones constructivas apropiadas para la demanda ambiental, energética y social (Romero-Girón, et al., 2020). La usanza del suelo en la edificación de viviendas a través de bloques de tierra comprimida (BTC) es una alternativa ecológica para reducir emisiones al medio ambiente (Gallegos-Villela, et al., 2021). El bloque de tierra comprimida ofrece una alternativa confiable, accesible y de calidad arquitectónica (Malbila et al., 2018), no obstante, también tiene debilidades como la sensibilidad al agua y la baja resistencia mecánica (Tatane, 2018), pero al estabilizar los BTC con cal o cemento (Toguyeni, et al., 2018), estos son mejorados aumentando su firmeza a compresión y flexión (Abessolo, et al., 2020), por ello, es esencial determinar las peculiaridades de los BTC, para verificar su uso estructural o no estructural dentro de un sistema constructivo (Danso y Adu, 2019).

En el año 2017, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018) el 27.9% de las viviendas peruanas, tenían como elemento predominante en las paredes exteriores al adobe o tapia. Así mismo, Cajamarca, es una de las regiones con más cifra de viviendas de adobe o tapia, el 70.3% del total de sus edificaciones están construidas con materiales artesanales (Fig. 1). El adobe según la norma E.080 (MVCS, 2021) es una unidad de tierra cruda, que puede ser combinada con paja y arena dura para optimar su firmeza y estabilidad; este es el componente más usado en la edificación rural, pero ocupa un ancho de al menos 40 cm por lado de la vivienda, lo que merma el espacio disponible del propietario.

**Figura 1.**

*Viviendas particulares con adobe o tapia*



Nota: Censo 2017 (INEI, 2018).

Las viviendas, construidas en la provincia de Chota, tienen como elemento predominante al adobe o tapial. En el distrito de Chota, Conchán, Lajas y Chalamarca el 49.5%, 82.4%, 49.5% y 93.3% de sus viviendas son de adobe (INEI, 2018), no obstante, a pesar del bajo costo y beneficios térmicos – acústicos del adobe, este presenta baja resistencia a compresión y grandes dimensiones.

En el distrito de Tacabamba, Chota, el 7.3%, 78.1% y 14.5% de las viviendas, tienen por material predominante en las paredes exteriores al material noble, material de adobe o tapia, y material precario, respectivamente (INEI, 2018). Generalmente, la construcción local se basa en la elaboración de adobes, de grandes dimensiones (aproximadamente 40x40x10 cm), que limitan el espacio de construcción, así mismo, los adobes son unidades muy pesadas, por lo que completar las tareas de construcción toma más tiempo, que con unidades de albañilería más livianas, además los adobes tienen una baja resistencia al estar elaborados solo de tierra arcillosa con agua, y se deterioran rápidamente cuando están en contacto con las precipitaciones pluviales debido a su mayor porcentaje

de absorción, por lo que muchas veces las viviendas terminan en condiciones precarias.

Los centros poblados Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, ubicados los dos primeros al noroeste de la ciudad y el tercero al sureste de la ciudad de Tacabamba, a aproximadamente, 8.50 km, 2.20 km y 4.60 km de la ciudad respectivamente, tienen en su jurisdicción canteras denominadas igual que los centros poblados, de las cuales se extrae suelo para la fabricación de adobes, no obstante, este material podría utilizarse para la producción de BTC, como alternativa de remplazo de los adobes, considerando sus ventajas técnicas según Romero-Girón, et al. (2020).

Una alternativa de remplazo para los adobes es el BTC, bloque obtenido por compresión estática o dinámica de tierra húmeda, con estabilizantes o aditivos (Norma UNE 41410, 2008). El bloque de tierra comprimida (BTC) puede alcanzar iguales o mayores esfuerzos resistentes a compresión que un adobe y la vez tener dimensiones y resistencia a la absorción similares a las de un ladrillo (Toguyeni, et al., 2018), lo que garantizaría su uso en la albañilería local, previa caracterización de los BTC fabricados, para definir si cumplen con los lineamientos normativos de la E.080 (MVCS, 2021).

La investigación, se ha realizado con el fin de: Caracterizar física y mecánicamente los BTC, elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, del distrito de Tacabamba para verificar, si cumplen los estándares de resistencia a la compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).

## **1.2. Formulación del problema**

¿Según la caracterización física y mecánica los bloques de tierra comprimida (BTC), elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba cumplirán con la resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008)?

## **1.3. Justificación e importancia**

En los centros poblados del distrito de Tacabamba se utiliza al adobe como principal elemento para la edificación de muros, pero este material artesanal tiene limitaciones técnicas, estéticas y arquitectónicas, como baja resistencia, necesidad de enlucido con yeso y mayor densidad de muros, entre otras; por lo que, considerando las necesidades técnicas, energéticas, sociales y ambientales actuales, se ha propuesto al BTC, como un elemento alternativo, para la construcción de viviendas de tierra. El BTC es un bloque elaborado de tierra y estabilizado con 15% de cemento en peso, tiene dimensiones iguales a las de un ladrillo, presenta igual o mayor resistencia que un adobe, y sí se elabora por un proceso industrial este tendría un acabado liso tal como una unidad de albañilería.

Años atrás se utilizaba el material de canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, para la elaboración de tejas, pero con la llegada de la calamina, se dejó esta práctica constructiva, no obstante, el material se ha seguido utilizando para la elaboración de adobes, por ello en el estudio se ha utilizado este suelo para elaborar el BTC estabilizados con 15% de cemento, del peso del suelo seco, a fin de caracterizarlos, para garantizar que cumplan los lineamientos normativos.

La importancia del estudio radica en la búsqueda de un nuevo material ecológico y resistente para su uso en la construcción local, con la finalidad de

lograr este fin se ha caracterizado los BTC, elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, del distrito de Tacabamba verificando si cumplen los estándares de la norma UNE 41410 (2008) y la norma E.080 (MVCS, 2021), para su uso como albañilería en la construcción de viviendas locales.

#### **1.4. Delimitación de la investigación**

Se realizó en las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, ubicadas en los distritos de los mismos nombres, en el distrito de Tacabamba. En estas canteras se realizó el levantamiento topográfico, la extracción de muestras de suelo, y la producción de los Bloques de Tierra Comprimida (BTC), mismos que fueron ensayados a variación dimensional, alabeo, absorción y compresión en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota. El estudio se realizó en un lapso de 10 meses desde diciembre del 2020, con el objetivo de caracterizar física y mecánicamente los BTC hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, del distrito de Tacabamba para verificar si cumplen los lineamientos de resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).

#### **1.5. Limitaciones**

Debido a la falta de una maquina industrial para la elaboración de los BTC en la provincia de Chota, se ha tenido que elaborar una máquina mecánica de funcionamiento manual, la cual presenta limitaciones para el desmolde de los bloques, por lo que se tuvo que tener especial cuidado, en el proceso de elaboración para no dañar el acabado de las muestras.

No se realizaron ensayos en pila y murete, solo se ha caracterizado la unidad BTC, según los lineamientos de la norma UNE 41410 (2008).

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Caracterizar física y mecánicamente los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, del distrito de Tacabamba, para verificar si cumplen los estándares de resistencia a la compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- Verificar si el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, tiene la gradación y plasticidad, dada en la norma UNE 41410 (2008), para su uso en la producción de bloques de tierra comprimida (BTC).
- Determinar las características físicas (variación dimensional, alabeo, y absorción) de los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba.
- Determinar las características mecánicas (resistencia a la compresión) de los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba.
- Verificar si los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, cumplen con los lineamientos de la norma E.080 “Adobe”, E.070 “Albañilería” (MVCS, 2021) y UNE 41410 (2008).

## CAPÍTULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Cañola, et al. (2018) realizaron el estudio “Bloques de Tierra Comprimida (BTC) con aditivos bituminosos” donde trataron de disminuir la sensibilidad del BTC frente al agua, adicionando 0, 25, 50, 75 y 100% de emulsión asfáltica respecto al peso del agua. Para elaborar los BTC utilizaron como mezcla base 76% de tierra clasificada como limo de alta plasticidad (MH), 8% de cemento y 16% de agua. La máquina que utilizaron para la compresión fue la Cinva-Ram hidráulica durante 1 minuto, luego dejaron secar 28 días. Los BTC con 0, 25, 50, 75 y 100% de emulsión asfáltica alcanzaron 3.4, 2.5, 2.3, 2.1 y 2.1 MPa de resistencia a compresión, y 1.0, 0.5, 0.2, 0.2 y 0.2 m/s de velocidad de absorción respectivamente. Concluyeron que la mezcla con 25% de emulsión asfáltica logra BTC más resistentes.

Sanchez y Valero (2020) en su tesis “Los bloques de tierra comprimida (BTC) modificados como un modelo óptimo de construcción sostenible en reemplazo de los bloques de arcilla cocida tradicional” realizaron la revisión bibliográfica de los BTC estabilizados, a fin de verificar si estos presentan ventajas respecto a los ladrillos, para su uso en el Norte de Santander. Los BTC según la norma UNE 41410 pueden alcanzar una firmeza de más de 5 MPa, no obstante, según la revisión realizada por el autor las resistencias a compresión llegan a 1.17, 1.50, 2.00 y 6.00 MPa para estudios de Arteaga et al. (2011), Gutiérrez (2011), Molina (2017) y Bartolomé (2010). Concluyeron que es posible construir viviendas de hasta dos pisos con BTC.

Villada y Gordon (2017), realizaron la investigación “Evaluación de las propiedades mecánicas de muretes elaborados con bloques de tierra comprimida (BTC), como alternativa de construcción de vivienda sostenible en el municipio de Pereira” donde elaboraron BTC de suelo común estabilizados con 4% y 4.5% de cal, obteniendo resistencia promedio a compresión de 0.59 y 0.99 MPa, también elaboraron BTC con 10% y 20% de arcilla obteniendo resistencia promedio a compresión de 3.52 y 6.46 MPa; y elaboraron los BTC con escombros al 2.5, 5.0, 7.5 y 10.0% obteniendo resistencias de 1.53, 1.93, 3.47 y 3.97 MPa respectivamente. Concluyeron que los BTC con 4.5%, 20% y 10% de cal, arcilla y escombros de concreto, logran mayores resistencias a compresión, cumpliendo con el mínimo exigido por la NTC 5324 de 2 MPa.

Alvarado (2019) en su investigación “Propuesta de desarrollo tecnológico para producción de bloques BTC estabilizados con aglomerante puzolánico” identificó diez posibles lugares de extracción de material para la producción de BTC. Determinó que los BTC sin estabilizar alcanzan resistencias a compresión entre 0.20 a 1.00 MPa, los BTC estabilizados con cal puzolana al 5, 10 y 15% alcanzan resistencias de 0.84, 1.19 y 1.40 MPa, y los BTC estabilizados con cemento al 5, 10 y 15% de 1.6, 2.0 y 4.4 MPa. Concluye que es posible producir BTC con aglomerante puzolánico de calidad, pero es necesario un análisis más profundo de las características técnicas y económicas de su producción.

López (2018) en su estudio “Desarrollo de un nuevo bloque de tierra mejorada con la incorporación de aditivos de compuestos orgánicos” fabricó bloques ecológicos con tierra y gel de origen vegetal. Realizó ensayos a compresión, flexión, absorción de agua, erosión acelerada, permeabilidad. Determinando que los especímenes alcanzan firmezas a compresión ente 2.74 y

6.80 N/mm<sup>2</sup>, y a flexión entre 1.01 a 3.71 N/mm<sup>2</sup>. Concluyó que los bloques elaborados con tierra y gel vegetal presentan mejoras a compresión y flexión de hasta 134% y 300%, respecto a un BTC 5, citado en la norma UNE 41410 (2008).

Mejía (2018), en su tesis de maestría “Bloques de tierra comprimida con agregados de residuos de construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en la ciudad de Saraguro, Loja, Ecuador” elaboró BTC con tierra (arcilla), 5% de cemento y RCD al 45, 50, 60 y 70%, determinando que alcanzan una firmeza a compresión promedio de 7.91, 8.12, 5.97 y 8.03 MPa. Concluyó que los BTC elaborados con RCD cumplen con la NTC 5324.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Medina (2021) realizó la disertación “Diseño de bloque de tierra comprimida estabilizado con cemento, como material sostenible, para el uso en la construcción de viviendas rurales en la provincia de San Martín, Región San Martín”, donde analizó la tierra del banco Mirador Lagartococha, Nueva California y Catachi, verificando que el suelo del Mirador tiene mejores resultados en plasticidad, densidad y humedad, así mismo utilizó cemento al 6, 8, 10 y 12% del peso, verificando que la proporción de 10% de cemento presenta mejores características. Los BTC con 0% y 10% de cemento alcanzaron resistencias a la compresión a los 14 días de 30.20 y 76.96 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyó que la añadidura de 10% de cemento respecto al suelo de la cantera Mirador Lagartococha, aumenta la resistencia a compresión.

Cornejo y Figueroa (2018) en su investigación “Comportamiento físico-mecánico de unidades de albañilería de tierra cruda fabricadas con suelo de los sectores Tambillo – Cusco y PetroPerú – San Jerónimo, estabilizadas con sistema CONSOLID, Cusco 2018” elaboraron ladrillos de tierra comprimida estabilizadas

con un mecanismo líquido C444 y un mecanismo sólido Soldry. Utilizaron tierra de la zona de Tambillo-Cusco, y PetroPeru, determinaron el porcentaje óptimo de compactación, componente líquido y componente sólido para elaborar los bloques de tierra comprimida. Obteniendo mejores resultados para las muestras con 50 y 70 kg/m<sup>3</sup> de estabilizante para Tambillo y PetroPerú, con resistencias a compresión de 29.09 y 10.59 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Concluyeron que estas unidades no se comparan en resistencia a los ladrillos, pero si superan a los adobes.

Aliaga y Alvarado (2019) en su tesis de maestría “Mejora del bloque de tierra comprimida con aditivos regionales naturales para la auto construcción de viviendas” utilizaron una prensa manual de volumen constante, para elaborar BTC con cal al 5%, ceniza de cáscara de arroz, al 2.5, 5, 7.5 y 10%, y fibra de plátano al 0.175 y 0.25%. Concluyeron los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados tienen rasgos adecuados para su uso en la construcción de viviendas.

Cabrera y Tello (2021) en su investigación “Mejora de las propiedades mecánicas de los bloques de tierra comprimida (BTC) reforzados con cemento y fibra natural”, elaboraron bloques de tierra comprimida (BTC) con 4 y 6% de cemento, y/o reemplazando este por 0.5 y 1% de fibra. Observaron que con el acrecentamiento del cemento la resistencia de los BTC se incrementa, pero al reemplazar el cemento por fibra la resistencia decae, pero cumple con la E.080.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Vermiglio (2019) en su noción “Comparación de la resistencia a compresión uniaxial en unidades de adobe tradicional, adobe compactado y superadobe, Cajamarca 2017” comparó la resistencia a compresión del adobe, superadobe y adobe compactado. Utilizó suelo areno arcilloso de la cantera Cruz Blanca, para fabricar adobes convencionales, adobes compactados y adobes estabilizados o superadobe. Determinó que la firmeza a compresión del adobe usual, compactado y superadobe, es 18.96, 25.60 y 28.05 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Concluyó que el superadobe supera la firmeza del adobe tradicional y adobe compactado en 45.94% y 9.57%.

Mejía (2019) en su investigación “Resistencia a la compresión, flexión y absorción en bloques de tierra comprimida con adición de fibra de pseudotallo de plátano Cajamarca – 2018” utilizó suelo areno arcilloso para la producción de BTC con 0, 0.1, 0.2 y 0.3% de fibras de pseudotallo de plátano, determinando que la absorción alcanza valores de 20.04, 21.85, 23.49 y 25.20%, así mismo, la resistencia a la compresión es 23.38, 28.46, 32.41 y 39.51 kg/cm<sup>2</sup>, datos ascendentes a los que detalla la norma E.080 (10.2 kg/cm<sup>2</sup>). Concluyó que, el BTC que más resistió fue el que contenía 0.3% de fibra, con un costo de producción de 1.10 soles/unidad.

Infante (2020) en su tesis “Resistencia a la compresión y absorción en bloques de tierra comprimida, con adición de goma de aloe vera, Cajamarca 2018” utilizó tierra areno arcilloso para elaborar BTC con 0, 3, 6 y 9% de goma de aloe vera, que alcanzaron valores de absorción de 12, 12.16, 12.24 y 12.43%, y resistencia a la compresión de 16.07, 20.68, 22.71 y 22.84 kg/cm<sup>2</sup>, por tanto, concluyó que cumple con la norma E.080.

## 2.2. Marco teórico

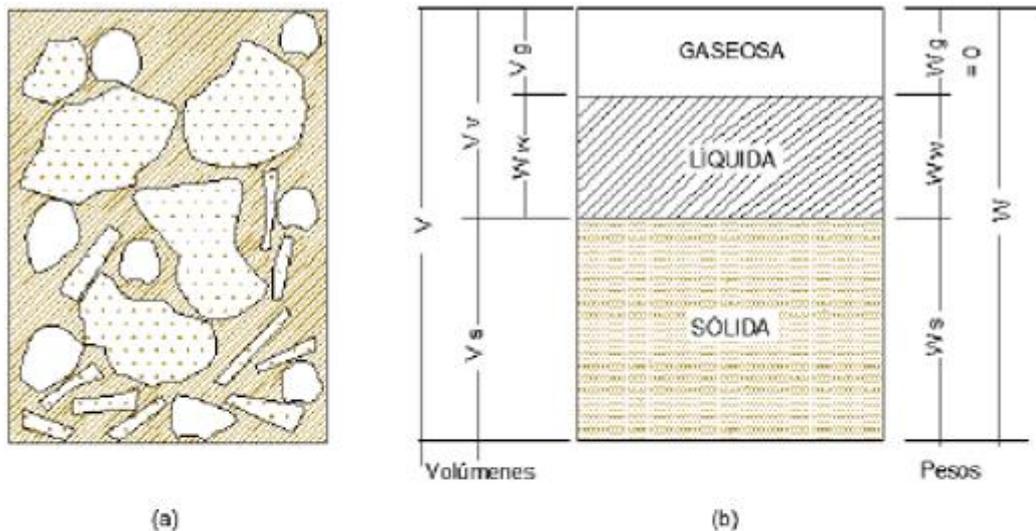
### 2.2.1. Teoría de mecánica de suelos

Duque y Escobar (2016) aseveran que Karl Terzaghi, padre de la mecánica de suelos, define esta, como la “aplicación de las leyes de la mecánica e hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o la descomposición química de las rocas”. La mecánica de suelos es la ciencia que determina las peculiaridades físico mecánicas de una masa de suelo, permitiendo conocer la factibilidad del uso del suelo en construcción (Botía, 2015).

El suelo es todo tipo de material terroso, es un componente integral formado por parte sólida, aire y agua (Briones, et al, 2015).

#### Figura 2.

##### Fases del suelo



(a) Elemento de suelo natural, (b) División de un elemento en fases, donde  $V$  es el volumen total del elemento suelo,  $V_s$  el volumen ocupado por las partículas de suelo,  $V_w$  volumen ocupado por la fase líquida (agua),  $V_v$  volumen ocupado por los huecos (fase líquida + fase gaseosa),  $W$  peso total del elemento de suelo,  $W_s$  peso de las partículas del suelo,  $W_w$  peso de la fase líquida (agua),  $W_g$  peso de la fase gaseosa (aire).

Nota: Tomado de (Muelas, 2015).

**2.2.2. Propiedades físicas del suelo**

**Granulometría.** Determina numéricamente la distribución de tamaños de partículas de suelo, se determina generalmente por tamizado (Botía, 2015).

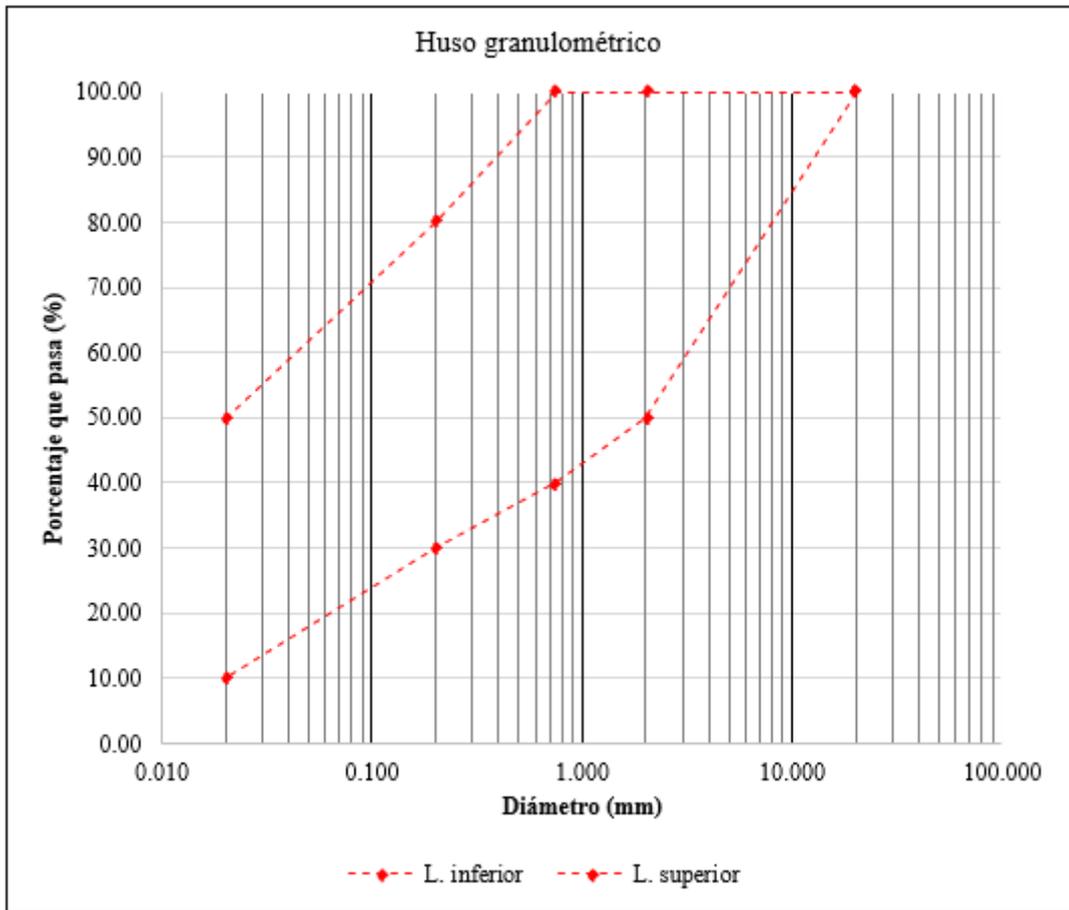
$$\% \text{ que pasa} = \frac{\text{Peso que pasa}}{P_t} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

En la ecuación 1, el porcentaje que pasa es igual a la división del peso que pasa entre el peso total (Pt), a la vez  $\text{Peso que pasa} = P_t - \text{Peso ret. acum.}$ , y el

$$\% \text{ ret. acum} = \frac{\text{Peso ret. acum.}}{P_t} \times 100$$

**Figura 3.**

*Huso del diagrama de texturas del suelo para BTC*



Se recomienda que la granulometría del material utilizado esté inscrita en el huso del diagrama de textura. Los límites del huso recomendado son aproximados. Los materiales cuya textura está inscrita en el huso recomendando dan resultados satisfactorios en la mayoría de casos.

Nota: (Norma UNE 41410, 2008).

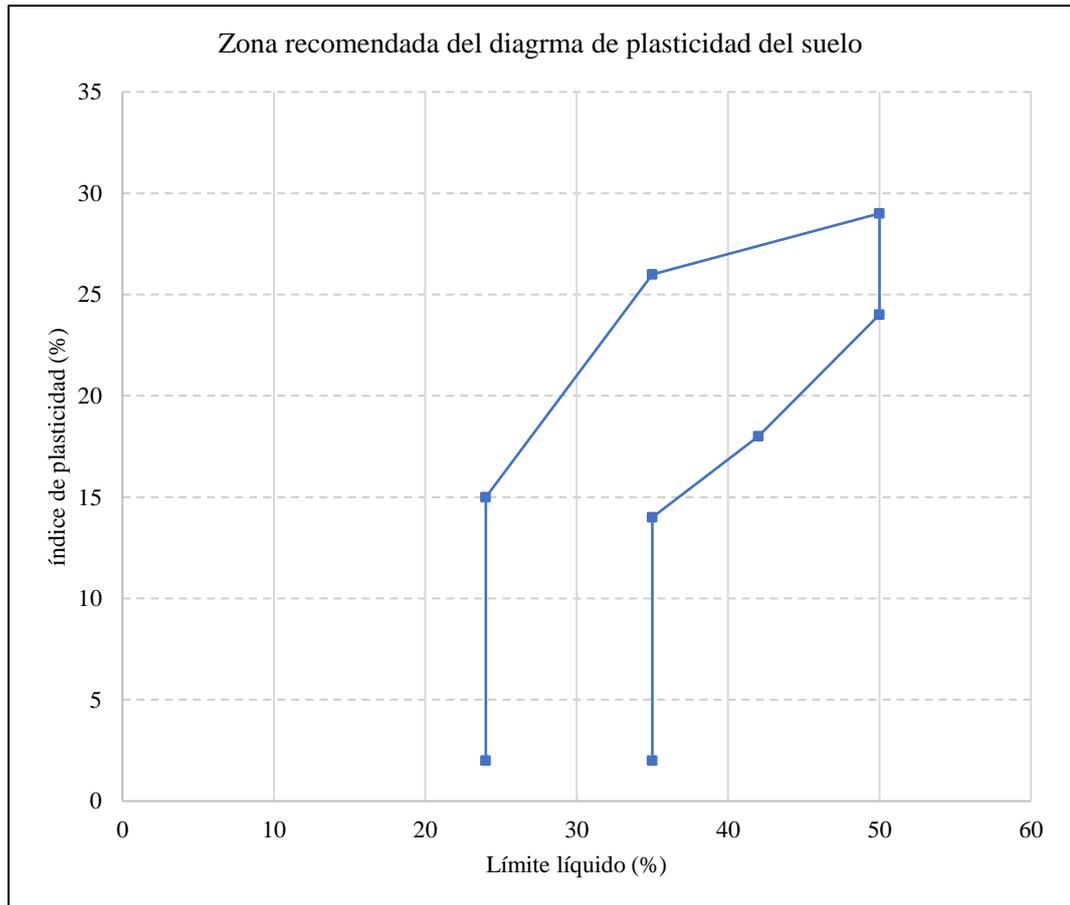
**Límites de consistencia.** El límite líquido es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua pasa a un estado líquido. El límite plástico es el contenido de humedad por encima del cual la mezcla suelo-agua para a un estado plástico (Briones e Irigoin ,2015).

$$IP = LL - LP \dots\dots\dots(2)$$

En la ecuación 2, se muestra el índice de plasticidad (IP), rango del contenido de humedad sobre el cual el suelo se comporta plásticamente, numéricamente es la diferencia entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP).

**Figura 4.**

*Diagrama de plasticidad*



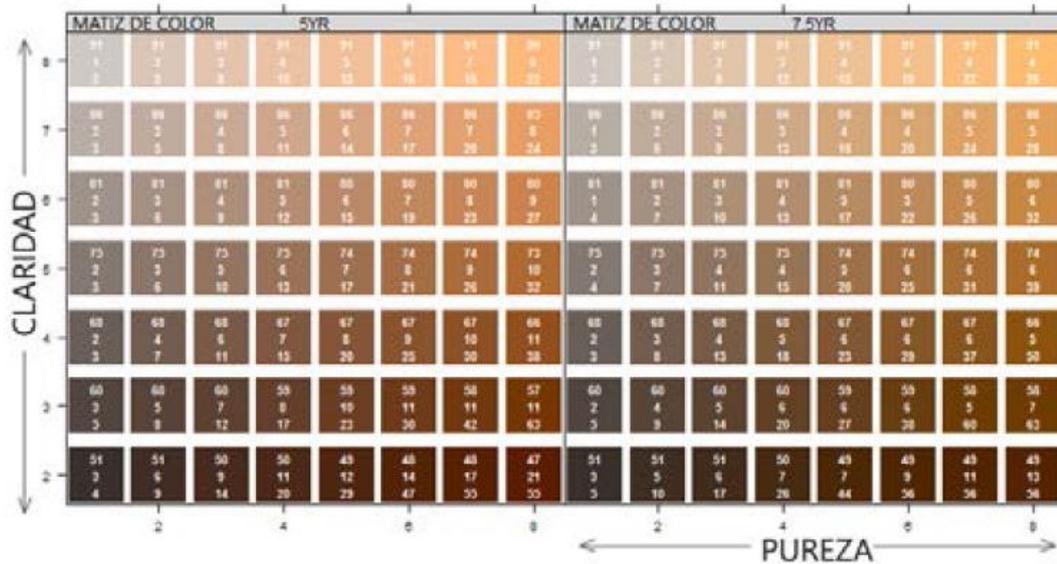
Se recomienda que la plasticidad del material esté comprendida preferentemente en la zona señalada del diagrama de plasticidad. Los materiales cuya plasticidad queda inscrita en la zona recomendada, en la mayoría de los casos, dan resultados satisfactorios.

Nota: (Norma UNE 41410, 2008).

**Color.** Índice de explícitas texturas, aunque puede ser alterado por la humedad del terreno. Se mide por símil a unos colores estándar acopiados en las tablas Munsell (Hernández, 2016).

**Figura 5.**

*Algunos colores de la Tabla Munsell*



Nota: (Hernández, 2016).

**Contenido de humedad.** “Relación del peso del agua entre el peso de las partículas sólidas del suelo, se indica en forma porcentual” (Botía, 2015).

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \dots\dots\dots(3)$$

En la ecuación 3, se muestra el contenido de humedad (W%), el cual es igual a la división del peso de las partículas sólidas (Ws) entre el peso del agua (Ww).

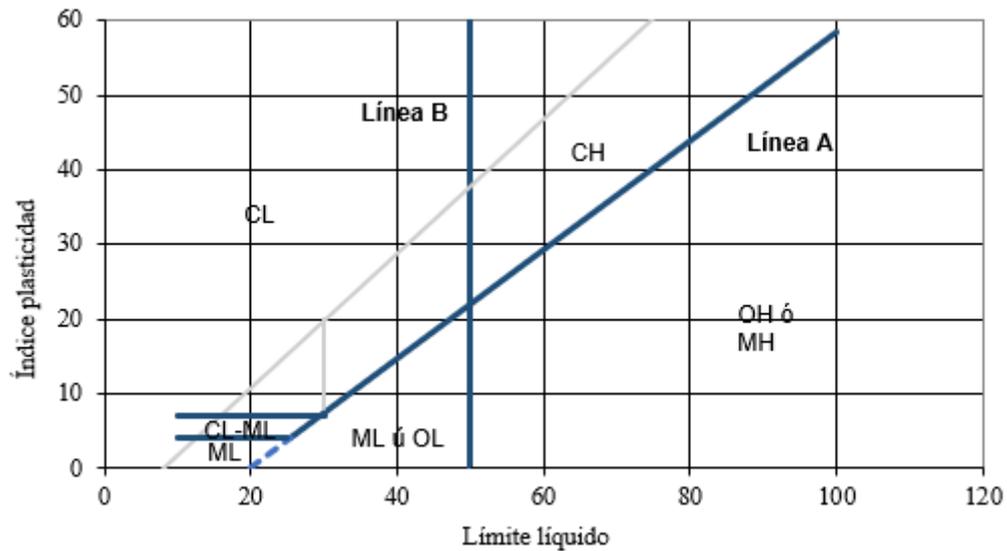
**Compactación.** Proceso por el cual se espera aumentar la resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación del suelo; el procedimiento involucra la disminución de los vacíos (Rico y Del Castillo, 2017). La compactación se establece por intermedio de la prueba de Proctor estándar o Proctor modificado.

### 2.2.3. Clasificación SUCS

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es el método de clasificación más utilizado en geotécnica, se basa en el análisis granulométrico y en los límites de Atterberg (límite líquido y plástico) de los suelos; se determina por medio de la carta de plasticidad (Briones e Irigoín, 2015).

**Figura 6.**

*Carta de plasticidad*



Nota: Adaptado de (Arce, 2021).

**Tabla 1.**

*Descripción de los tipos de suelo que conforman la carta de plasticidad*

Tipo de suelo	Descripción
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas con baja plasticidad.
CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.
MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos, limos elásticos de alta plasticidad.
CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas grasas.
OH	Arcillas/limos orgánicos de plasticidad media a alta.
CL-ML	Limo arcilloso/ arcilla limosa d baja plasticidad.

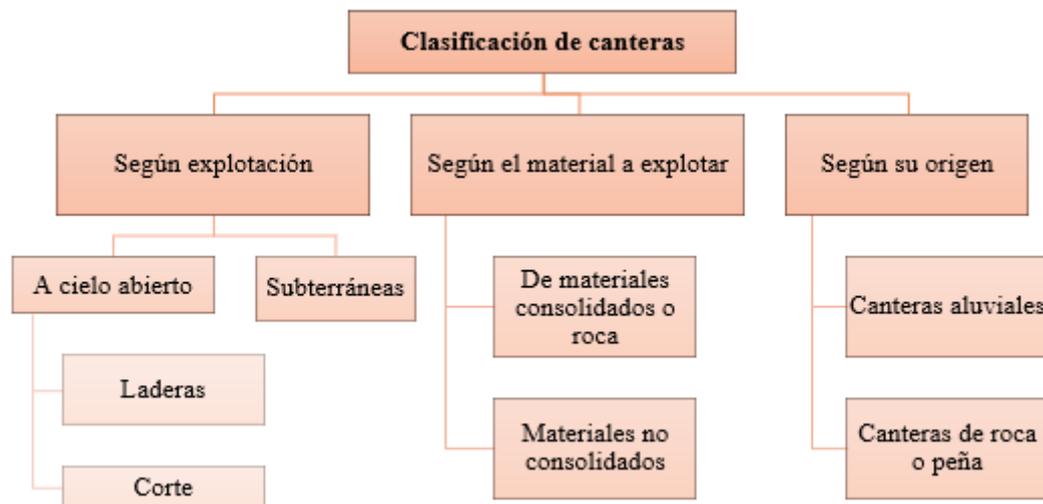
Nota: (ASTM D 2487, 2011, Ávila-Esquivel, et al., 2013).

#### 2.2.4. Canteras de suelo

Depósito de material o elemento útil para la construcción, son excavaciones por banco, con distintos horizontes de extracción, según se trate de excavaciones en ladera o en terrenos llanos (Lozada, 2018). Las canteras son fuente primordial de materiales pétreos, refiere a la explotación de rocas industriales, ornamentales o áridas, gravas, arenas y arcillas (Herrera y Pla, 2006).

**Figura 7.**

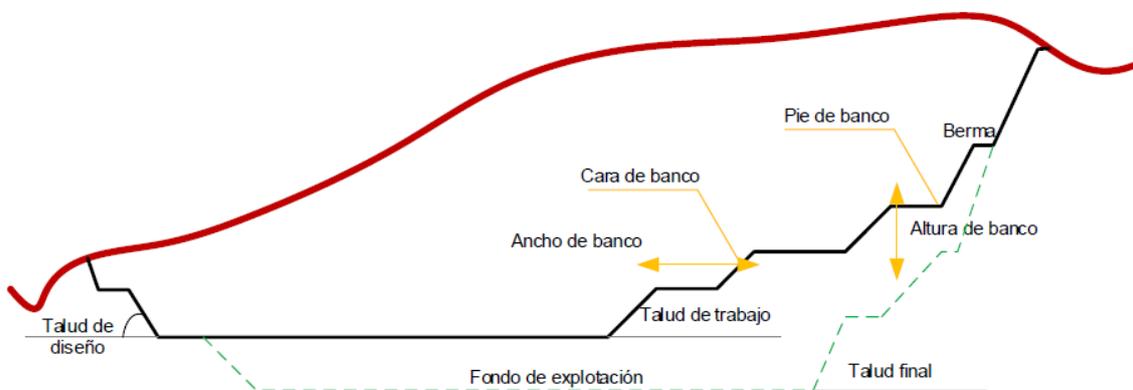
*Clasificación de canteras*



Nota: Adaptado de (Benavides, 2020).

**Figura 8.**

*Cantera a cielo abierto*



Nota: (Tiella, 2021).

### **2.2.5. Exploración, muestreo y muestra**

#### **a) Exploración**

“Está orientada a ubicar la calidad, distancia y volumen de los tipos de materiales necesarios para la construcción, para ello, se debe ubicar y definir las canteras más convenientes por cada tipo de material” (Acosta, 2017). En el procedimiento de caracterización, situación y valoración de fuente de materiales, debe haber una etapa de reconocimiento e identificación de las canteras, otras de localización y evaluación preliminar, donde visualmente se distingue el tipo de material, y finalmente la delimitación, calificación y cuantificación por medio del levantamiento topográfico, que define la extensión de la cantera (MTC, 2014).

#### **b) Muestreo**

El MTC (2014) establece que para el estudio de canteras debe realizarse como mínimo “05 exploraciones por cada área igual a una hectárea, la ubicación de los puntos de prospección debe ser a distancias aproximadamente iguales”. Los sondeos serán calicatas y/o trincheras, a profundidades no menores de la profundidad máxima de explotación.

#### **c) Muestras**

Las muestras deben ser representativas. Una muestra representativa es aquella, que por su cantidad permite la realización de todos los ensayos, puede ser inalterada cuando no se han modificado sus características intrínsecas como contenido de humedad, y alterada, cuando se modifican sus peculiaridades, pero no afectan los resultados del análisis, como clasificación general e identificación del material por estrato (Lozada, 2018).

### 2.2.6. La construcción con tierra

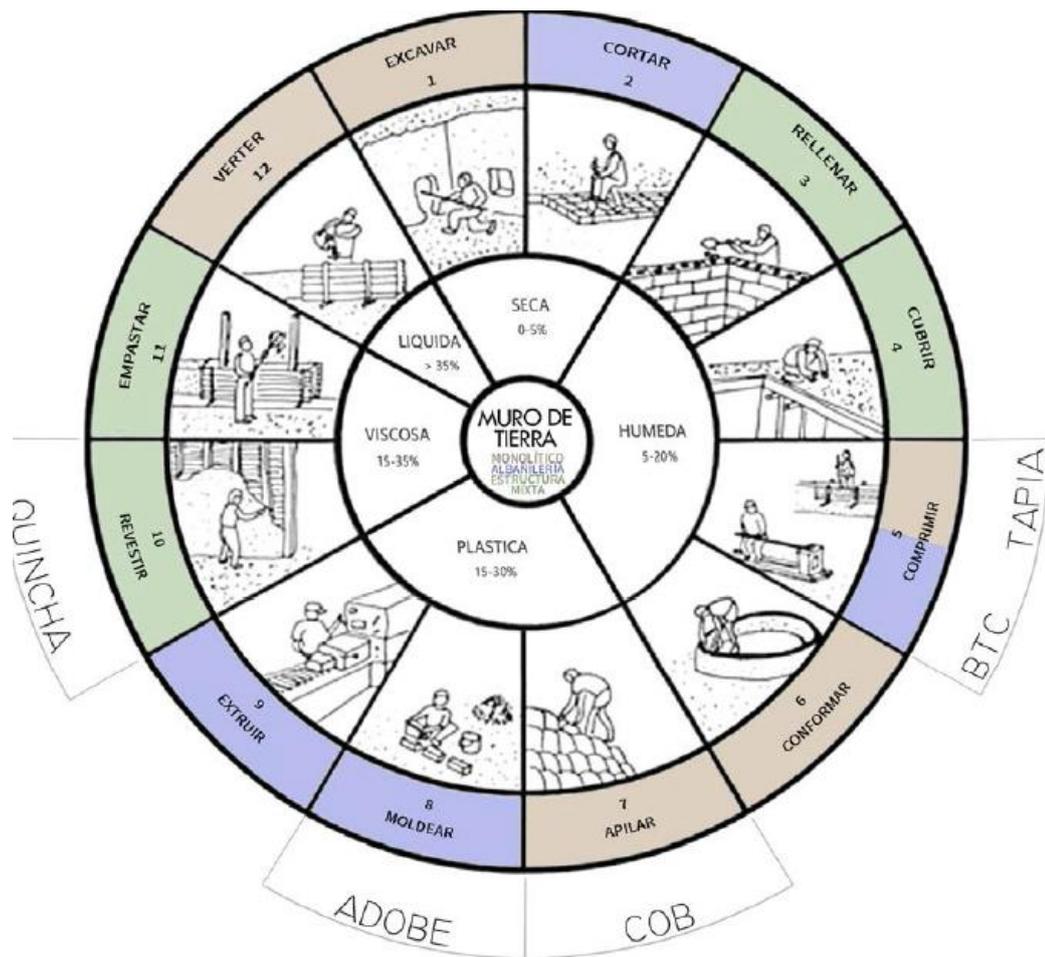
La tierra, predomina en cualquier lugar, cuyo uso ha aumentado, por la cognición ambiental, bajo coste, por ser reciclable y flexible al contexto climático (Arteaga et al., 2011). La tierra es el material más antiguo y abundante, que brinda el confort de otros materiales, como el concreto, ladrillo y sílice-caláceos (Mejía, 2018).

#### 2.2.6.1. Técnicas constructivas

Entre las más conocidas técnicas constructivas, destacan: albañilería de adobe, bloque de tierra comprimida, muros monolíticos con tapial y técnicas mixtas con quincha (Hernández, 2016).

**Figura 9.**

*Técnicas constructivas*



Nota: (Hernández, 2016).

### a) Adobe

“Pieza de construcción hecha de una masa de barro (arcilla y arena), mezclado a veces con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol” (Mejía, 2018).

Producido por moldeo de miscelánea plástica, no prensada (Hernández, 2016).

**Tabla 2.**

*Datos de dosis de mezcla*

Consumo de tierra (sin tamizar)	Relación fibra/tierra (en volumen)	Consumo de agua	Peso volumétrico del adobe
1.3-1.5 m <sup>3</sup> por m <sup>3</sup> de muro construido	1/6, 1/10, 2/3 – ¼	30 – 35% del volumen seco de tierra	1200-1700 kg/m <sup>3</sup>

Nota: “Tierra seleccionada, agua y con o sin agregados. Normalmente se le añaden fibras vegetales, pelo animal y/o estiércol para controlar las fisuras por retracción” (Hernández, 2016).

**Figura 10.**

*Proceso de elaboración de adobes*



Se obtiene una pasta plástica, se amasa y se deja reposar por 3 a 4 días. La tierra se coloca en un molde rectangular que se rellena sin compresión, se enrasa y se desmolda. Se colocan en filas cada 1 m con espacio para poder caminar entre ellas. El proceso de secado natural al sol. Entre una o dos semanas boca-arriba, después se colocan de costado 5-10 días más.

Nota: (Hernández, 2016).

### b) Tapial

“Esta técnica consiste en construir muros con tierra arcillosa, compactada a golpes y empleando un encofrado deslizante para contenerla” (Mejía, 2018). Pared de tierra encofrada y compactada, tradicionalmente conocida como tierra apisonada o simplemente tapia (Hernández, 2016).

**Figura 11.**

*Proceso de elaboración de tapial*



Se extrae la tierra del solar, se mezclan con tierra húmeda y polvorienta, se vierten en el encofrado.

Se compacta la tierra mediante un pisón, hasta que el sonido sea hueco, se desmolda.

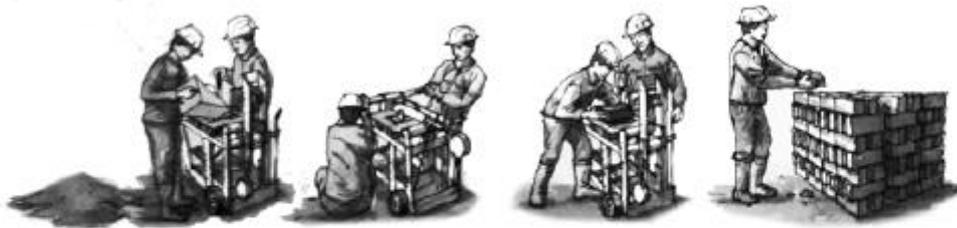
Nota: (Hernández, 2016).

### c) **Bloque de tierra comprimida**

Los BTC son bloques hechos con suelo crudo en representación de ladrillo, con aplicación de compresión para enlazar las partículas de los componentes (Mejía, 2018). Se trata de un ladrillo sin cocer fabricado mediante prensado de tierra, con dimensiones 29 x 14.5 x 9.5, se puede utilizar para la fabricación de muros portantes, arcos, bóvedas y cúpulas (Hernández, 2016).

**Figura 12.**

*Proceso de elaboración de BTC*



Se introduce la tierra húmeda en la prensa. Se comprime ejerciendo fuerza. Se desmolda y, posteriormente, se apilan.

Nota: (Hernández, 2016).

#### **2.2.6.2. Ventajas y desventajas de construir con tierra**

Según Hernández (2016), las principales ventajas de construir con suelo son:

- **Material fácil, cuantioso y económico.** Material autóctono estético.

- **Bajo impacto ambiental, ecológico y sostenible.** Puede ser reciclado, requiere 1% de energía que un ladrillo cocido para su fabricación, carga y disposición en obra; es inerte y admite la producción de materia prima de construcción íntegramente inocuos para el ser humano.
  - No contamina
  - Es 100% reciclable
  - Bajo costo energético
  - Absorbe contaminantes
  - Se trata de un material saludable
- **Buen comportamiento bioclimático, higroscópico y saludables.** El muro de suelo confiere a las áreas calidez y sensación agradable.

Según Hernández (2016), las principales desventajas de construir con suelo son:

- **Durabilidad.** Si no se estabiliza se degrada con el agua y viento.
- **Limitaciones estructurales.** La disminución del área útil es considerable, por sus dimensiones.
- **Poca aceptación social en general.** No es generalizado, según el lugar, la estructura del suelo tiene variaciones.
- La tierra se agrieta al secarse. Puede ser minimizado usando estabilizadores.

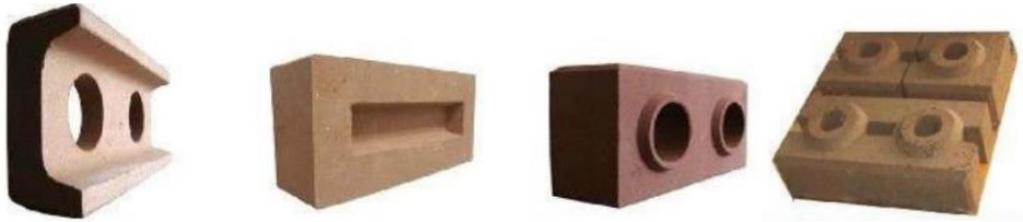
## **2.2.7. Bloques de tierra comprimida (BTC)**

### **2.2.7.1. ¿Qué es un BTC?**

“Los bloques de tierra comprimida (BTC) son bloques elaborados con tierra cruda en forma de ladrillo a los que se les ha aplicado una compresión que permite cohesionar de mejor manera las partículas de los componentes” (Medina, 2021). Pueden ser sólidos, perforados, ligeros, con posibilidad de refuerzo, para ser usados estructural y arquitectónicamente, etc. (Arteaga et al, 2011, Macías, 2017).

**Figura 13.**

*Distintas formas de bloques de tierra comprimida*



Nota: (Medina, 2021).

### **2.2.7.2. Características del BTC**

Aranda-Jiménez y García-Izaguirre (2016), describen las siguientes características de los BTC:

- Forma: Paralelepípedo, 10x14x28 cm hasta 7x12x28 cm.
- Pueden ser llenos o huecos.
- Peso promedio: 7.5 kg por bloque.
- Su aspecto es de color marrón, según el tipo de arcilla.
- No requieren cocción.
- Material sustentable y reutilizable.

### **2.2.7.3. Componentes del BTC**

“El BTC es un elemento prefabricado de construcción hecho de una mezcla de tierra arcillosa, arena, agregados y estabilizantes compactos individualmente en forma de bloques, utilizando una máquina de compresión” (Angulo y Carreño, 2017). El conjunto de elementos que dosificados, mezclados y compactados, forman un BTC, son:

- **Suelo.** Materia prima “arcilla”, en mayor dosificación, para la producción. Se trata de un elemento derivado del ambiente, combinado fundamentalmente con pétreos de grano fino plástico, que puede alcanzar a endurecerse; si es

cocido, se obtiene el ladrillo convencional (Macías, 2017). Debe seguir los lineamientos de la norma UNE 41410 (2008).

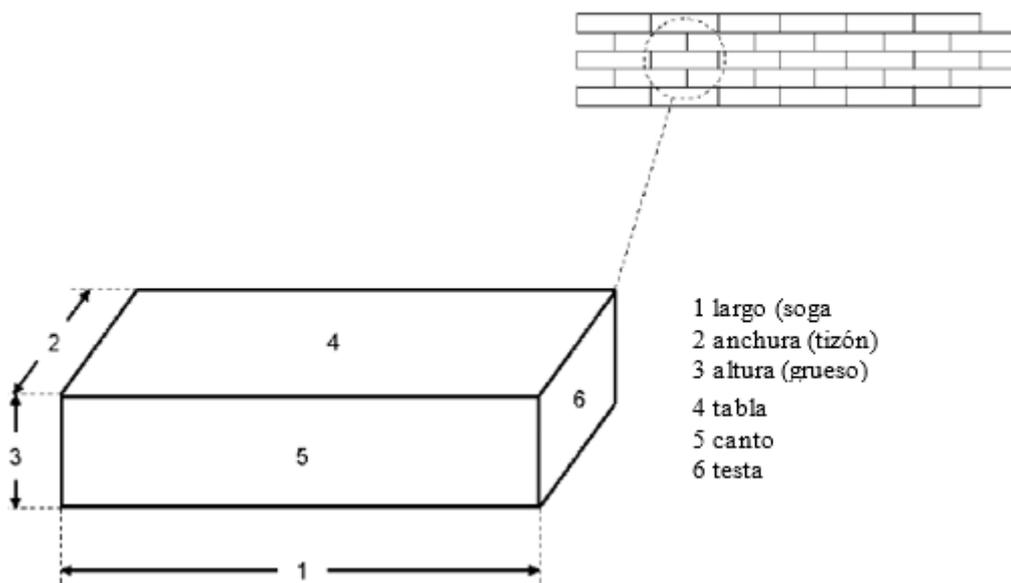
- **Cemento.** Material pulverizado, que tiene la peculiaridad que, por inclusión de una cuantía útil de agua, forma una pasta conglomerante capas de endurecer y formar compuestos estables (Medina, 2021).
- **Agua.** La cuantía de agua debe ser en la dosificación adecuada en relación con los demás materiales que conforman la mezcla. Se trata de un elemento sustancial, ya que la plasticidad dependerá de su óptima proporción, y si no se agrega no se producirá la reacción entre las materias primas (Macías, 2017).

#### 2.2.7.4. Dimensiones del bloque

“El fabricante debe declarar las dimensiones nominales del bloque en milímetros, especificando la longitud (soga), la anchura (tizón), y la altura (grueso), por este orden” (Norma UNE 41410, 2008).

**Figura 14.**

*Dimensiones y superficies*



Nota: Norma UNE 41410 (2008).

### 2.2.7.5. Tipos de máquinas para elaborar un BTC

Hay diversos tipos de máquinas, entre manuales, semi industriales, y completamente industriales (Medina, 2021).

- **Maquina manual**, generalmente se utiliza la CINVA RAM, inventada por el “Ing. Raúl Ramírez”, en la década de 1950, simplemente es necesario la fuerza del operario, para la compactación del bloque, por medio de la palanca. Hay modelos para la elaboración de uno o dos bloques sincrónicos y la forma del bloque depende de la inmensidad gama de modelos de bloques; estas máquinas se pueden adquirir e incluso confeccionar (Medina, 2021).
- **Máquinas semi industriales y completamente industriales**, hay diversidad de tamaños, producción, moldes, auto recargables, etc. Máquinas hechas para la producción en masa, como medio de sustento económico. Es fabricada en diferentes países, como: EE.UU., Brasil, China, Italia, etc. (Medina, 2021).

**Figura 15.**

*Prensas para BTC*



Nota: (Medina, 2021).

### **2.2.7.6. Normativa para la producción y edificación con BTC**

La producción, los ensayos, los lineamientos para la edificación de mampostería y la edificación con BTC están dados en normas y reglamentos para cada país (Alvarez, 2018).

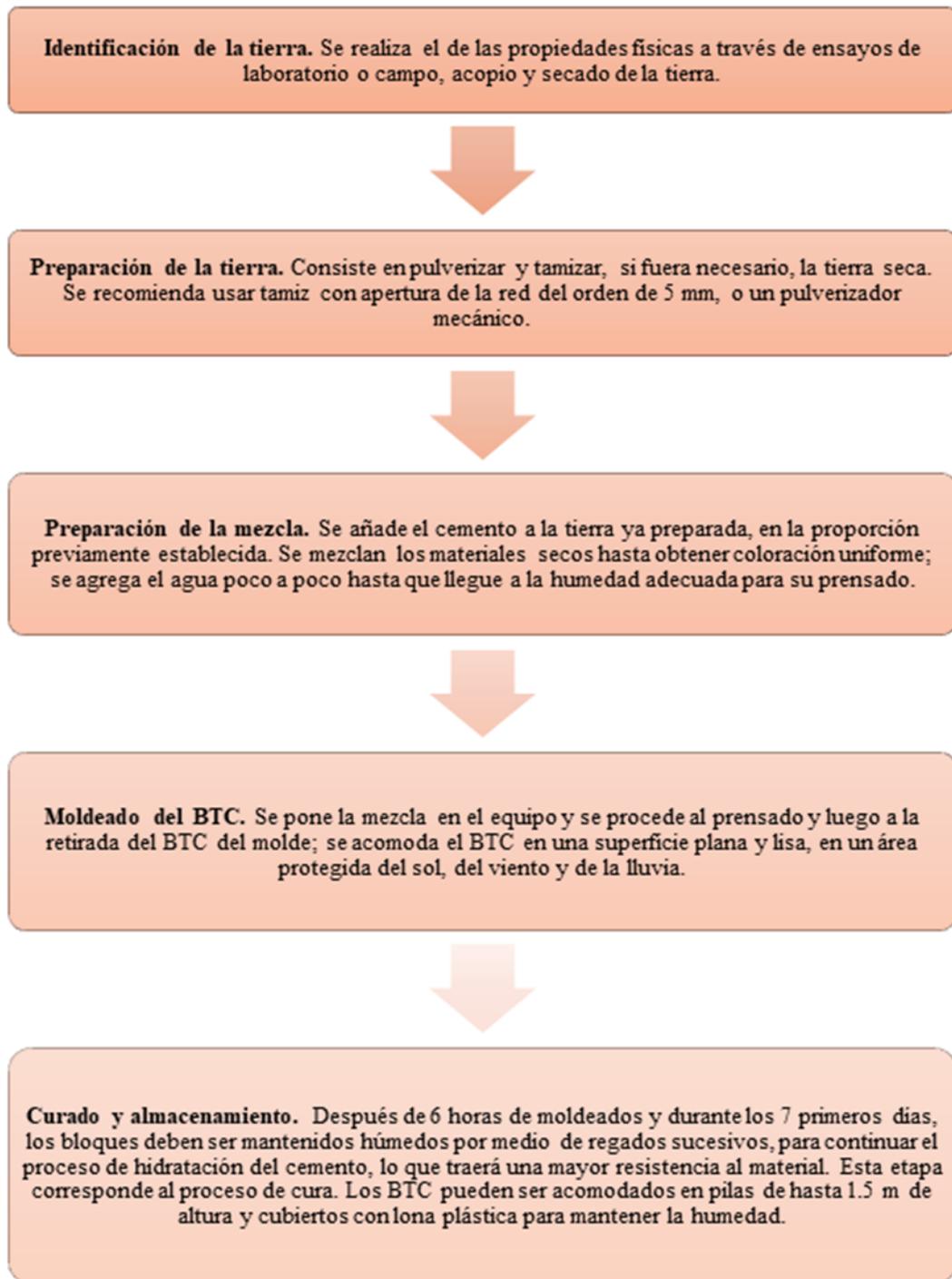
- En África, el proceso de selección, requisitos, ensayos, fabricación y construcción de BTC está regido por medio de distintas normas técnicas como: ASR6704 “Requisitos de BTC”, ARS683 “Pruebas requeridas”, ARS682 “Estado del arte para la construcción”.
- España, tiene la norma UNE 41410 “Guía sobre producción, diseño y construcción de bloques de tierra comprimida”, es esta la norma más relevante, debido a que presenta similitud con las normas técnicas peruanas.
- En Perú, no hay normas técnicas sobre bloques de tierra comprimida, pero sí sobre adobe, norma E.080 (MVCS, 2021).

### **2.2.7.7. Procedimiento de fabricación**

El procedimiento de producción de BTC se desarrolla de acuerdo a las siguientes fases: (Cid, 2012; Montes, 2018)

**Figura 16.**

*Procedimiento para elaborar BTC*



Nota: Adaptado de (Montes, 2018; Cid, 2012).

### 2.2.7.8. Proceso constructivo de viviendas de BTC

Alvarez (2018), cita el proceso constructivo de viviendas de BTC, dado en el “Manual del proyecto HiloTec”, desarrollado por Sturm (2014) y la empresa Mota Engil en Malawi, África, donde menciona, que el manual fue elaborado luego de obtener resultados satisfactorios de la respuesta del prototipo de vivienda de BTC sometido a aceleraciones de 0.2 g y 0.4 g. Siendo así, divide a la construcción de una vivienda, las siguientes etapas:

- **1ª.** Consta en comprobar la capacidad de la tierra según las propiedades del suelo.
- **2ª.** Producción de BTC.
- **3ª.** Consta en la nivelación del terreno y la construcción de la cimentación, se sugiere que la longitud de la edificación no supere los 8 m.
- **4ª.** Asentar los muros, donde la primera hilada es lo más trascendental. Se deben situar muros de doble fila en los muros exteriores.
- **5ª.** Consta en erigir el techo de la residencia. Se debe edificar una viga de concreto armado sobre la última hilada del muro.

### 2.2.7.9. Ventajas del BTC

El BTC es regular en su forma, presenta caras lisas, alta densidad, mayor resistencia a la erosión, agua y se recicla en un 100% (Cabrera et al., 2020).

- **Disponibilidad.** El suelo es un material que, siempre está disponible, y se halla fácilmente (Angulo y Carreño, 2017; Hernández, 2016).
- **Producción.** Su procedimiento de elaboración es fácil y tiene probabilidad de industrialización, con una manufactura a gran escala en poco tiempo, de forma rápida y económica, con el uso de equipo técnico (Angulo y Carreño, 2017).
- **Inercia térmica.** Condensador térmico en invierno (Roux y Gallegos, 2015).

- **Salud.** “La tierra regula de forma natural el ambiente, no emite gases ni sustancias peligrosas al medio ambiente, neutraliza el humo del tabaco, evita la formación de hongos [...]” (Angulo y Carreño, 2017).
- **Medio ambiente.** Menor gasto de energía, para su producción, no genera contaminación y primariamente se puede hacer uso del propio suelo donde se sitúa el proyecto (Sánchez y Soria, 2015). Es totalmente ecológico, como técnica renovable, completamente reciclable (Roux y Gallegos, 2015).
- **Propiedades acústicas.** Avala una reducción de la presión sonora de 40 decibeles, con un muro de un grosor de 20 cm (Angulo y Carreño, 2017).
- **Economía.** Se estima una mengua de 8 mil a 25 mil pesos, si no se usa ningún estabilizante la reducción del costo será mayor (Angulo y Carreño, 2017)

#### **2.2.8. Estabilización química del suelo como material de construcción**

La estabilización intenta optimar las peculiaridades técnicas de la tierra, mediante el uso de estabilizantes o aglomerantes (Guzmán e Iñiguez, 2016).

##### **2.2.8.1. Tipos de estabilización**

La norma UNE 41410 (2008) argumenta que la tierra estabilizada presenta buena resistencia a la deformación, para lograr ello, existen una variedad de estabilizantes, que se clasifican en (Macías, 2017):

**Químicos.** Cuando el mecanismo que se añade cambia la distribución granular, dando mayor cohesión o menguando la plasticidad. Pueden ser: cal, cemento, yeso, entre otros.

**Mecánica.** Cuando una acción mecánica incrementa la capacidad del material.

**Físicos.** Mejora las propiedades físicas del suelo, tal como la estabilización granulométrica, mezcla de suelos naturales con fibras.

### **2.2.8.2. Tipos de estabilizantes químicos**

**Cemento.** Procede como estabilizador, mientras más sea el contenido de arcilla, más cemento se precisa para lograr la estabilidad. El cemento es un conglomerante hidráulico que se obtiene de la pulverización del Clinker, a un nivel de finura específico (Aranda-Jiménez y García-Izaguirre, 2016).

**Cal.** Los iones de la cal se intercambian con los iones metálicos de la arcilla a suficiente humedad (Aranda-Jiménez y García-Izaguirre, 2016).

**Bitumen.** Adecuado para suelos con baja cantidad de arcilla (Aranda-Jiménez y García-Izaguirre, 2016).

### **2.2.8.3. Estabilización química con cemento**

Los BTC estabilizados no requieren una cocción, después del prensado y secado están listos para su uso (García y Quintero, 2020). El cemento Pórtland I rastra de la pulverización del Clinker y otros compuestos (Roux, 2010). La función elemental de la cementación es hacer que el suelo sea tenaz al agua disminuyendo el hinchamiento y acrecentando su firmeza (Medina, 2021).

### **2.2.8.4. Suelos aptos para mezclas suelos – cemento**

Aquellos que, por sus características físicas (gradación y plasticidad), requieren un porcentaje de entre 5 a 15% de cemento con respecto al peso del suelo, para incrementar su capacidad mecánica. Medina (2021) afirma que un suelo ideal para la mezcla de suelo-cemento, debe tener características, como:

- Máximo agregado de arena 80%.
- Máximo agregado de limo 30%.
- Máximo agregado de arcilla 50%.
- Materia orgánica máxima 3%.
- Debe pasar por un tamiz de 4.8 mm (N° 4).

## 2.2.9. Características físico mecánicas en bloques de tierra comprimida (BTC)

### 2.2.9.1. Variación dimensional

Por exceso y defecto no debe ser mayor de 5 y 2 mm (Norma UNE 41410, 2008).

**Tabla 3.**

*Variación dimensional*

Bloques	T(mm)	$T_1$ (mm)	$T_2$ (mm)
BTC cara vista	10	20	5
BTC ordinarios	20	30	10

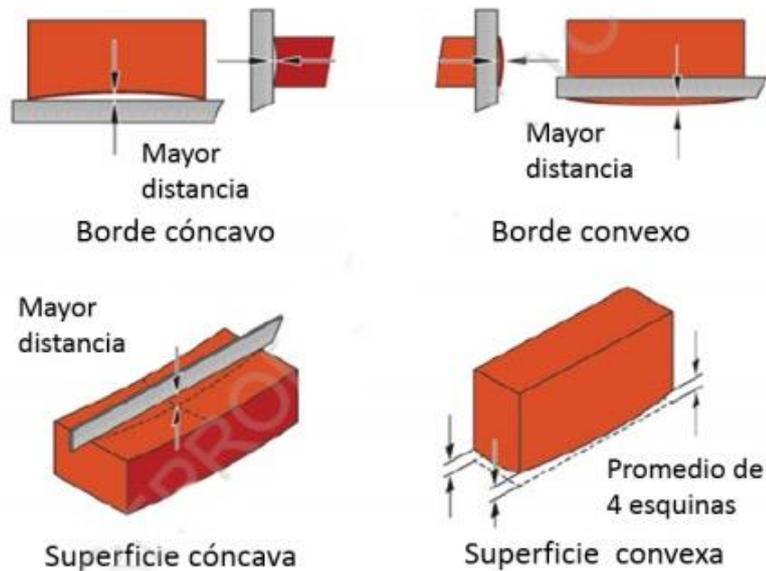
Nota: (Norma UNE 41410, 2008).

### 2.2.9.2. Alabeo

Es la imperfección entre las caras opuestas del espécimen, personificadas por zonas vacías, denominado alabeo cóncavo, o prominencias elevadas, denominado alabeo convexo (Lulichac, 2015).

**Figura 17.**

*Medidas de alabeo*



Nota: Tomado de la NTP 399.613 (2017).

### 2.2.9.3. Absorción

Es la medida de la permeabilidad de del espécimen; no debe exceder el 22% (Seminario, 2013).

#### 2.2.9.4. Peso específico

Determina la masa de un espécimen por unidad de volumen, puede llegar a significar un indicador de calidad (Pérez, 2016).

#### 2.2.9.5. Eflorescencia

Mesura del afloramiento y cristalización de las sales solubles incluidas en el ladrillo cuando este humedecido (Rincón y Romero, 2000).

#### 2.2.9.6. Resistencia a compresión

“Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un ladrillo y su sección bruta” (NTP 399.601, 2016). La firmeza a compresión es la propiedad primordial de la unidad; valores altos señalan buena calidad (Horna, 2015).

#### Tabla 4.

*Resistencia regulada a compresión*

Bloques	BTC1	BTC2	BTC3
Resistencia normalizada $f_c$ , (fractil 5%), en N/mm <sup>2</sup>	1.3	3	5

Nota: (Norma UNE 41410, 2008).

#### 2.2.10. Albañilería

Denominada mampostería, es el conjunto de unidades naturales o artificiales trabadas o adheridas con mortero de barro o cemento (Cueto y Vilca, 2018). Arte de edificar obras en las que empleen piedra, ladrillo, cal, etc., para elevar muros portantes o no portantes (Fundación Laboral de la Construcción, 2009).

**Muros portantes.** Muros contruidos y diseñados para transmitir cargas verticales y horizontales a la cimentación. (Arbildo, 2017). Los muros portantes deben tener continuidad vertical y preferentemente se simétricos (MVCS, 2021)

**Muros no portantes.** Conforman cercos, tabiques y parapetos (San Bartolomé, 2005) son contruidos para que resistir su propio peso (Gamarra, 2001).

La albañilería puede ser armada o confinada. La albañilería armada es un sistema constructivo que se basa en el uso de unidades de albañilería con resistencia y

geometría específica que cuando se van levantando una pared, quedan ductos o alveolos interiores continuos, algunos se rellenan con concreto fluido, así mismo esta reforzada con armadura de acero vertical y/o horizontalmente (Shaquihuanga, 2014), en cambio, la albañilería confinada esta reforzado con elementos de concreto armado, alrededor del paño de albañilería ya asentado (Manzano, 2016).

### 2.2.11. Lineamientos normados para albañilería

Cuando se pretende que una unidad de mampostería, sea utilizada en la construcción de paredes de una vivienda, esta debe cumplir ciertos lineamientos según norma. Para ladrillos la norma E.070, establece los estándares para fines estructurales, a partir de las características físico mecánicas según clase (Tabla 5), para adobes la norma E.080, establece la resistencia mínima en unidad (Tabla 6), así mismo la norma UNE 41410 (2008) muestra los lineamientos para un BTC, según sus características físico mecánicas (Tabla 7).

**Tabla 5.**

*Lineamientos estándar para unidades de albañilería, norma E.070*

Clase	Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)			Alabeo (máximo en mm)	Resistencia característica a compresión $f_b$ en MP ( $kg/cm^2$ )
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm		
Ladrillo I	±8	±6	±4	10	4,9(50)
Ladrillo II	±7	±6	±4	8	6,9(70)
Ladrillo III	±5	±4	±3	6	9,3(95)
Ladrillo IV	±4	±3	±2	4	12,7(130)
Ladrillo V	±3	±2	±1	2	17,6(180)
Bloque $P^{(1)}$	±4	±3	±2	4	4,9(50)
Bloque $NP^{(2)}$	±7	±6	±4	8	2,0(20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes, (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes. La absorción de las unidades de arcilla no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase P, tendrá una absorción no mayor que 12%. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

Nota: Tomado de la Norma E 0.70 (MVCS, 2021).

**Tabla 6.***Lineamientos estándar para adobes, norma E.080*

Criterio	Firmeza característica
A compresión de la unidad	$f_c = 10.20 \text{ kg/cm}^2$
A tracción	$0.81 \text{ kg/cm}^2$
Del mortero	$0.12 \text{ kg/cm}^2$
A la compresión en pilas o muretes	$6.12 \text{ kg/cm}^2$
Al corte diagonal en muretes	$0.25 \text{ kg/cm}^2$

Nota: Tomado de la Norma E.080 (MVCS, 2021).

**Tabla 7.***Lineamientos estándar para BTC según la norma UNE 41410*

Bloques	BTC1	BTC3	BTC5
Tolerancias dimensionales (mm)			
BTC, cara vista	10	20	5
BTC, ordinarios	20	30	10
Absorción (%)	22	20	20
Peso (kg)	6.32	6.95	8.18
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1700	1870	2200
Resistencia normalizada			
$f_{c,(fractil\ 5\%),\text{en } N/mm^2}$	1.3	3	5
$f_c \text{ en } kg/cm^2$	13.25	30.59	50.98

Nota: Tomado de la norma UNE 41410 (2008), Aranda-Jiménez y García-Izaguirre (2016).

### 2.3. Definición de términos

**Albañilería.** Habilidad de construir estructuras, a partir de elementos adecuados que se acoplan y fijan utilizando mortero u otros mecanismos idóneos para adquirir firmeza (Montes, 2018).

**Bloques de tierra comprimida (BTC).** Material de edificación sometido a compresión que se logra al combinar tierra, arena, un estabilizante (cal, cemento, etc.) y agua, en la dosificación idónea (Alvarez, 2018).

**Cantera.** “Explotaciones de rocas o sedimentos industriales, ornamentales y de materiales de construcción” (Herrera y Pla, 2006).

**Suelo.** Superficie de la corteza terrestre que compone un sustrato para el desarrollo de la vida y los procesos que se desencadenan en ella (García y Quintero,2020)

**Unidad de albañilería.** “Elemento cerámico utilizado en la construcción, fabricado de arcilla moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular y quemada o cocida en un horno” (Quevedo, 2017).

**Adobe.** “Bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente a agentes externos” (Mantilla, 2018).

## CAPÍTULO III.

### PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

H1: Los bloques de tierra comprimida (BTC) hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba cumplen con la resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).

#### 3.2. Variables

##### 3.2.1. *Variable independiente*

La variable “Bloques de tierra comprimida (BTC)”, representa las unidades comprimidas elaboradas de suelo y un estabilizante para su uso en la construcción de muros. Este variable abarca la identificación y estudio de canteras, a través de los ensayos físicos al suelo para comprobar que cumplan con la norma UNE 41410 (2008), para su uso en la elaboración de BTC. También implica la caracterización físico mecánica de los BTC.

##### 3.2.2. *Variable dependiente*

La variable “Albañilería”, no solo refiere a materiales cerámicos que pasan por cocción sino Toguyeni, et al. (2018) considera que el BTC, es una unidad de albañilería, obtenida sin procesos de cocción, así mismo, la norma UNE 41410 (2008), argumenta que un BTC es una “pieza de albañilería obtenida por compresión estática o dinámica de tierra húmeda que puede contener estabilizantes o aditivos para alcanzar características particulares”, por tanto, para definir si la unidad puede ser utilizada en la edificación de viviendas, se compararán sus peculiaridades físico mecánicas con las normas vigentes E.070 “Albañilería”, E. 080 “Adobe” y UNE 41410.

### 3.3. Operacionalización de variables

**Tabla 8.**

*Matriz de operacionalización*

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional			
				Indicadores	Ítem		
VI  Bloques de tierra comprimida (BTC)	Son unidades comprimidas elaboradas de suelo y un estabilizante.	Mezcla para elaboración de BTC	Proceso de colocación de agua de forma experimental en la mezcla según lo necesite	Suelo	%		
				Estabilizante	%		
				Agua	%		
		Características físicas de los BTC	Son las características propias del BTC, que influyen en su manejabilidad y resistencia a la lluvia	Características físicas de los BTC	Es la característica más importante de este parámetro define su uso estructural	Variación dimensional	%
						Alabeo	%
						Absorción	%
						Peso específico	Kg/m3
		Características mecánicas de los BTC	Es la característica más importante de este parámetro define su uso estructural	Características mecánicas de los BTC	Resistencia a la compresión en unidad	Eflorescencia	%
							Kg/cm2
VD  Albañilería	Se verifica si el BTC cumple con los lineamientos de las normas E.070, E.080 y la norma UNE 41410 (2008).	Comparación técnica	Es el cotejo de los resultados con los estándares de normas de albañilería y mampostería	Norma E.070 “Albañilería”	Kg/cm2		
				Norma E.080 “Adobe”	Kg/cm2		
				Norma UNE 41410	Kg/cm2		

## CAPÍTULO IV.

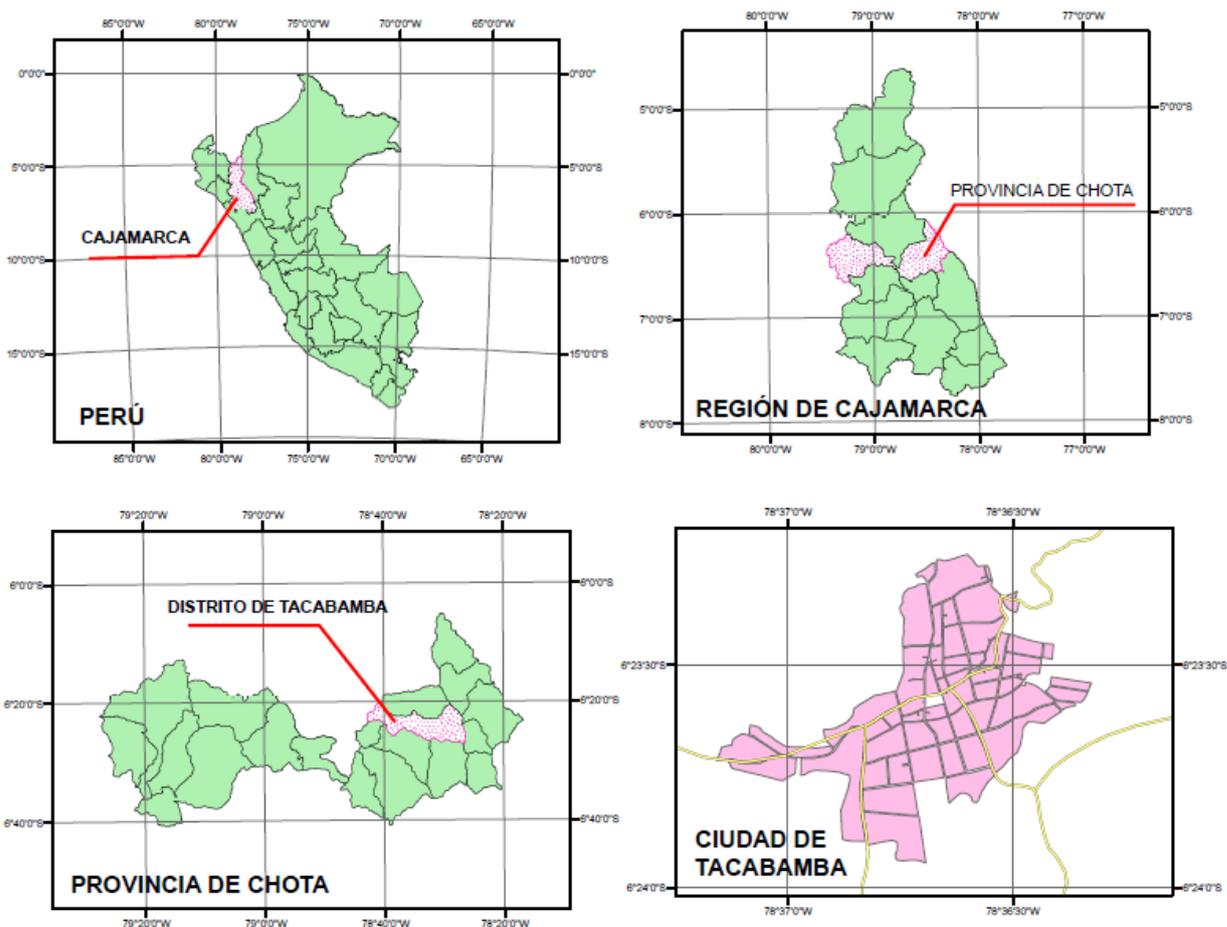
### MARCO METODOLÓGICO

#### 4.1. Ubicación geográfica del estudio

Se ubica en la jurisdicción del distrito de Tacabamba, provincia de Chota, región Cajamarca (Fig. 18), al noreste de la ciudad de Chota, en las coordenadas UTM WGS84 17S 764235.04 m E, 9292714.49 m S a 2075 msnm (Sánchez, 2017). Específicamente en las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, ubicadas en los centros poblados de los mismos nombres, Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, respectivamente, del distrito de Tacabamba (Tabla 9).

**Figura 18.**

*Distrito de Tacabamba*



Las canteras Succhapampa y Cumpampa se ubican al noreste de la ciudad de Tacabamba, en cambio, la cantera La Laguna al noroeste de la ciudad (Fig. 12). El suelo de estas tres canteras hace años atrás era utilizado para la producción de tejas artesanales, pero con la industrialización y comercialización de calamina, se cambió este fin, pero continúa siendo utilizado por los habitantes de los centros poblados aledaños, para la elaboración de adobes.

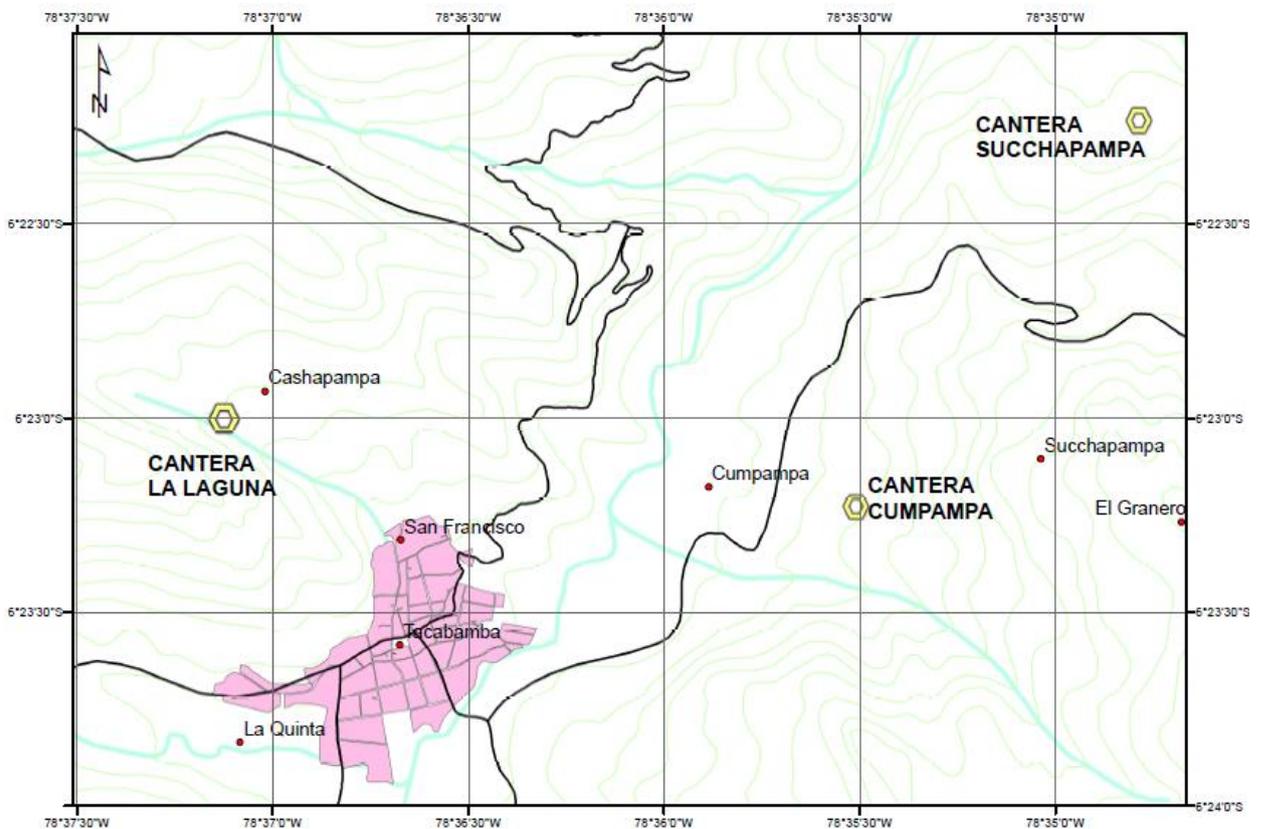
**Tabla 9.**

*Coordenadas UTM WGS84 de las canteras de análisis*

Cantera	Centro poblado	Coordenadas UTM	
		Norte	Este
Succhapampa	Succhapampa	9295201.00 m S	767739.00 m E
Cumpampa	Cumpampa	9293374.00 m S	766396.00 m E
La Laguna	La Laguna	9293807.00 m S	763419.00 m E

**Figura 19.**

*Mapa de ubicación de las canteras del distrito de Tacabamba*



## 4.2. Unidad de análisis, población y muestra

### 4.2.1. Población

Los bloques de tierra comprimida hechos con el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, provincia de Chota.

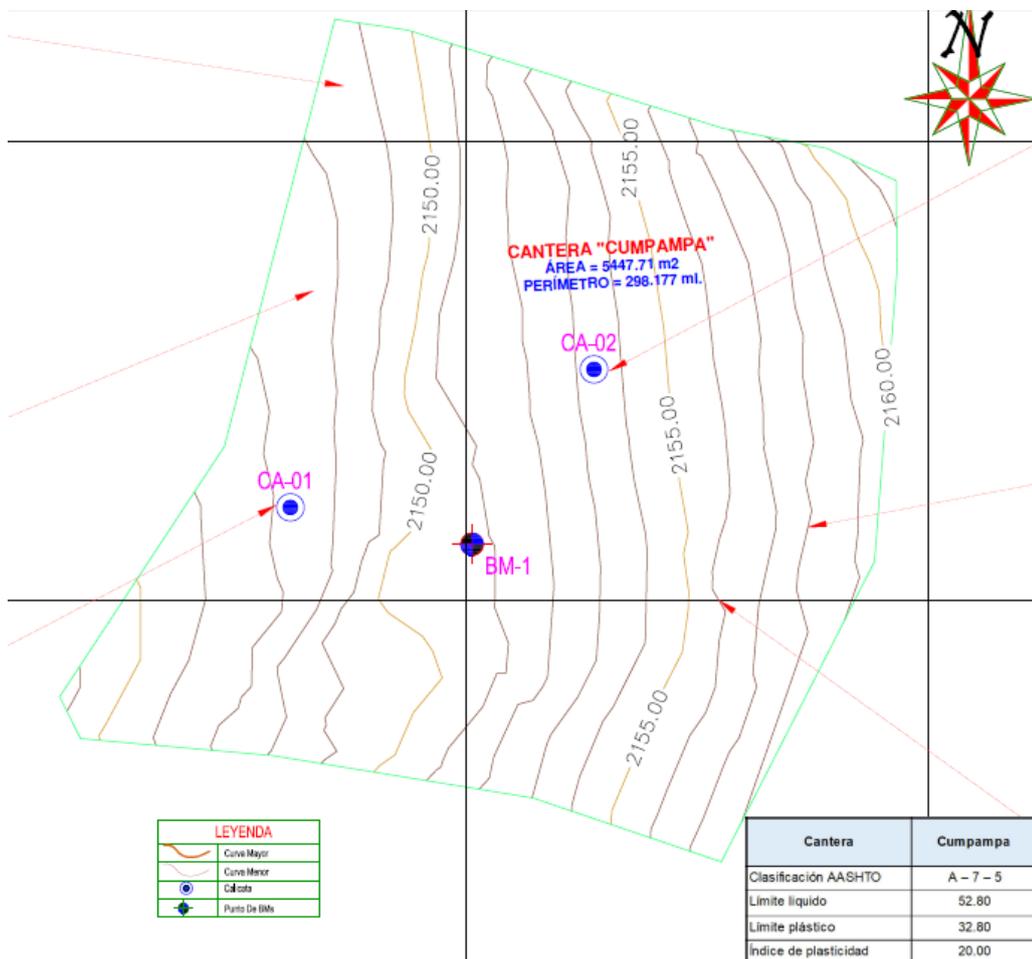
**Tabla 10.**

*Características geométricas de las canteras*

Cantera	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Profundidad de extracción (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Succhapampa	5450.572	300.297	2.00	10901.144
Cumpampa	5447.71	298.177	2.00	10895.42
La Laguna	3627.96	248.467	2.00	7255.92

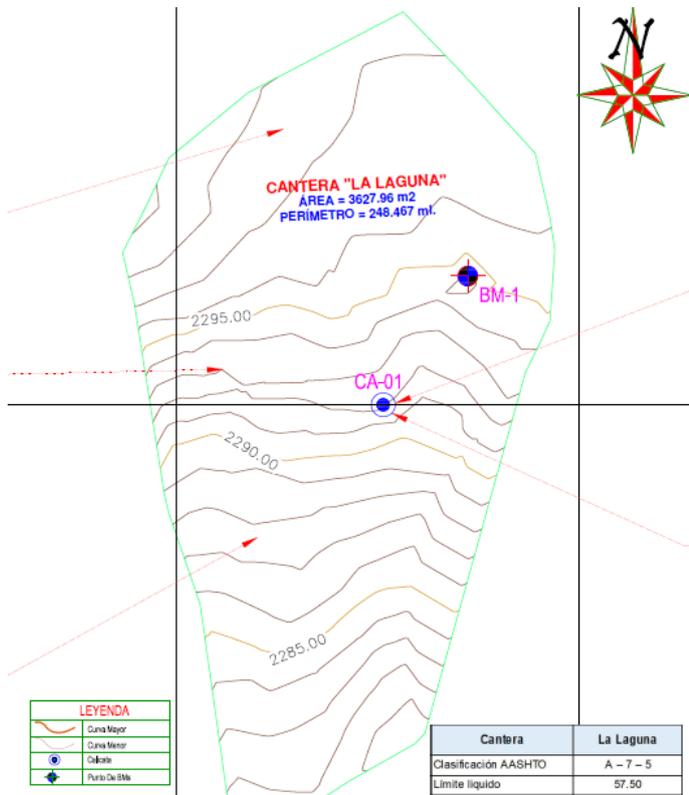
**Figura 20.**

*Cantera Cumpampa*



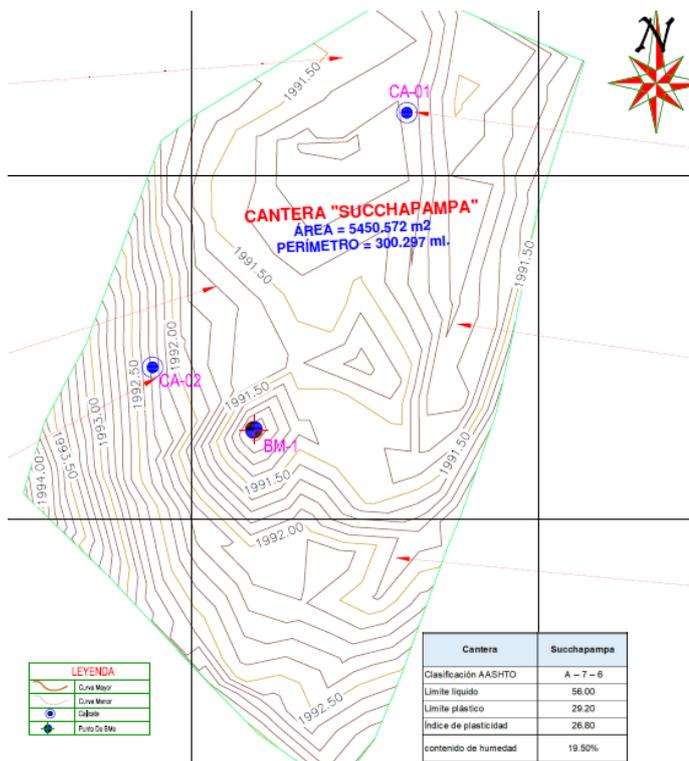
**Figura 21.**

*Cantera La Laguna*



**Figura 22.**

*Cantera Succhapampa*



#### 4.2.2. Muestra

La muestra probabilística se determinó en el software Minitab 19 (Tabla 11), a partir de un diseño de bloques completamente al azar con cinco repeticiones y tres bloques para la realización de ensayos de resistencia a compresión, absorción, peso específico, variación dimensional, alabeo, y eflorescencia, dando un total de 105 bloques de tierra comprimida elaborados con suelos de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, y 15% de cemento Portland Tipo I, como estabilizador.

**Tabla 11.**

*Diseño de bloques completamente al azar*

Factores	2	Réplicas	5
Corridas base	21	Número de niveles	3 y 7
Bloques base	1	Total, de corridas:	105

Se elaboraron diez BTC, de 28 x 14 x 7.5 cm, para el ensayo de resistencia a compresión y cinco especímenes por cada ensayo, dando un subtotal de 35 BTC elaborados con el suelo de cada cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna.

En total se elaboraron y ensayaron 105 BTC.

**Tabla 12.**

*Número de BTC según cantera y ensayo*

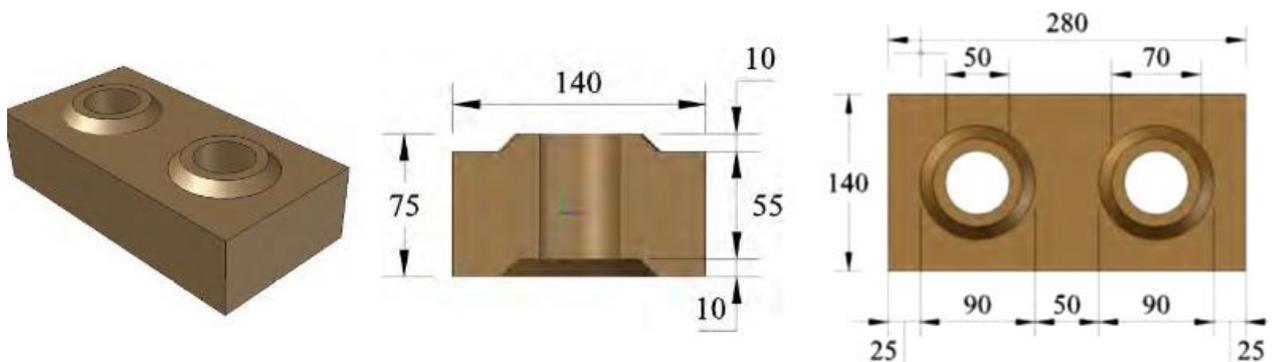
Tipo de ensayo	BTC elaborados con material de cantera			Total
	Succhapampa	Cumpampa	La Laguna	
Variación dimensional	5	5	5	15
Alabeo	5	5	5	15
Absorción	5	5	5	15
Peso específico	5	5	5	15
Eflorescencia	5	5	5	15
Resistencia a la compresión	10	10	10	30
Total	35	35	35	105

### 4.2.3. Unidad de análisis

En el estudio fueron los BTC hechos con suelo de tres canteras distintas. Los BTC se han elaborado de dimensiones similares a las de un ladrillo, tomando en cuenta las recomendaciones de forma y dimensión dadas en la norma UNE 41410 (20018). Las dimensiones de los BTC, como se ha mencionado fueron 280 mm de largo, 140 mm de ancho y 75 mm de alto (Fig. 23).

**Figura 23.**

*Bloques de tierra comprimida*



Nota: (Alvarez, 2018).

## 4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación

### 4.3.1. Tipo de investigación

El enfoque es cuantitativo, se sigue un proceso ordenado para caracterizar a los BTC, hechos con el suelo de tres canteras del distrito de Tacabamba, la caracterización abarca parámetros físicos como variación dimensional y alabeo, absorción y peso específico, eflorescencia, y, por último, el parámetro mecánico más importante, la firmeza a compresión. El tipo de investigación es correlacional se relaciona la plasticidad del suelo con la resistencia a la compresión, para determinar si el tipo de suelo influye en las peculiaridades mecánicas del BTC, así mismo, es aplicada porque se utilizan normas técnicas peruanas y españolas, para la elaboración y análisis de los BTC, a fin de determinar si estos presentan

las características resistentes para ser utilizados en la construcción, según la norma E.070 “Albañilería”, norma E.080 “Adobe” y norma UNE 41410 “BTC”.

**Tabla 13.**

*Tipo de investigación*

<b>Criterio</b>	<b>Tipo de investigación</b>
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Objetivos	Correlacional
Fuente de datos	Primaria
Control de diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde sucede	Laboratorio, campo
Intervención disciplinaria	Multidisciplinaria

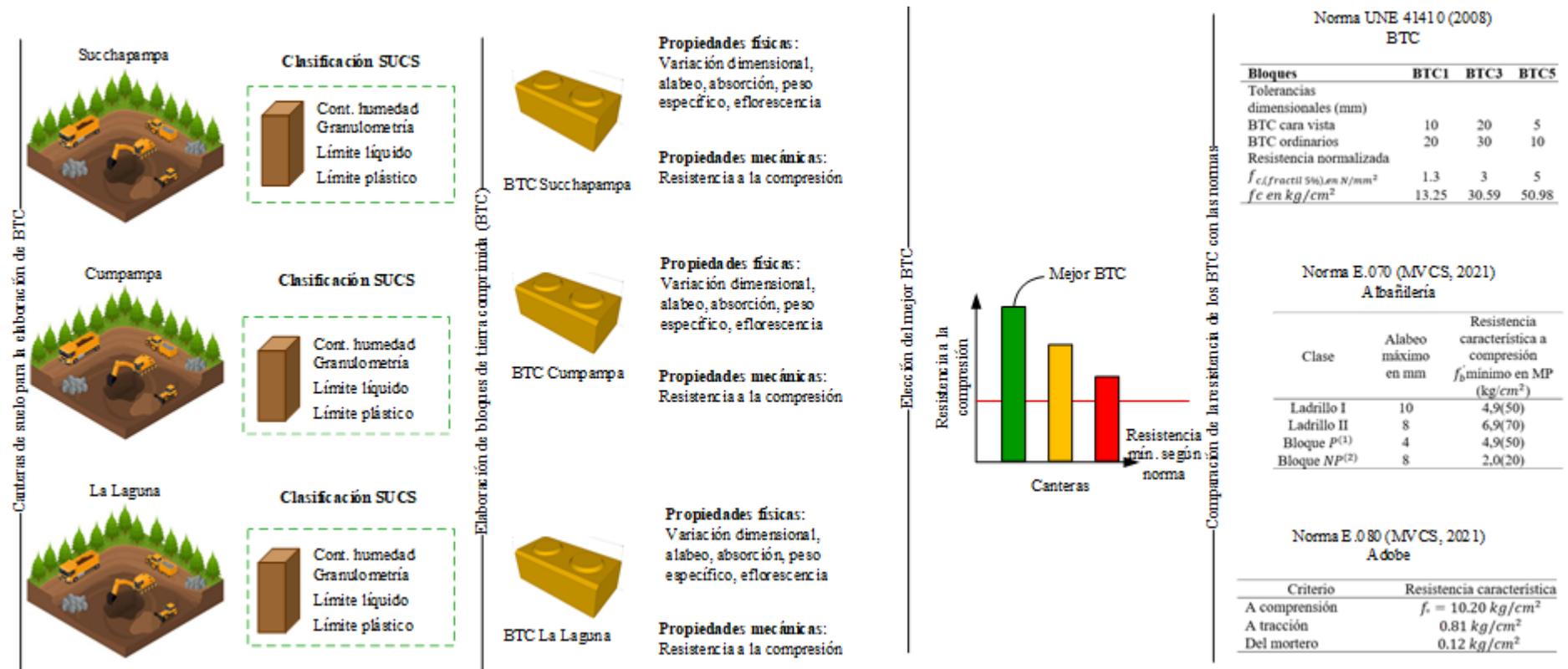
#### **4.3.2. Diseño de investigación**

No experimental de corte transversal aplicado, se utilizaron conocimientos existentes para generar nuevos conocimientos, así mismo, se ha aplicado como parte del diseño la descripción comparativa, debido a que se han comparado las resultas de la firmeza del BTC, con la resistencia mecánica solicitada para BTC, adobes y ladrillos, en sus respectivas normas técnicas UNE 41410 (2008) E.080 y E.070 (MVCS, 2021).

El esquema del diseño de investigación se puede observar en la Fig. 24, donde se muestra el inicio del proceso con el estudio del suelo, para luego elaborar y ensayar los BTC, comparando los resultados con las normas vigentes.

Figura 24.

Diseño de investigación no experimental



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

##### **4.4.1. Técnicas de recolección de datos**

**Estudio de mecánica de materiales (BTC).** Se han realizado los siguientes ensayos:

- NTP 399.604 Variación dimensional
- NTP 399.613 Alabeo
- NTP 399.604 Absorción
- NTP 399.613 Peso específico
- NTP 399.613 Eflorescencia
- NTP 399.604 Resistencia a la compresión

**Estudio de mecánica de suelos.** Se han realizado los ensayos de gradación y plasticidad, para clasificar al suelo.

- NTP 339.127 Contenido de humedad
- NTP 339.128 Granulometría
- NTP 339.129 Límite líquido
- NTP 339.129 Límite plástico

**Comparación.** Se han cotejado los resultados entre sí, y con las normas peruanas E.080 “Adobe” y E.070 “Albañilería”, y la norma española UNE 41410.

**Levantamiento topográfico.** Ha servido para determinar la extensión de cada una de las canteras.

**Observación.** Se ha visualizado cada uno de los procesos del estudio analizando su correcta realización en base a las normas técnicas peruanas.

##### **4.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

**Informe de mecánica de materiales (BTC).** Son los formatos de ensayos a los BTC elaborados con suelos de las tres canteras de análisis.

**Informe de mecánica de suelos.** Son los formatos de ensayos del suelo de las tres canteras de análisis.

**Matriz de comparación.** Es el cuadro resumen de los resultados, que ha permitido la comparación con las normas de mampostería.

**Cuaderno de campo.** Se ha registrado el punto de inicio de la topografía, BMS, ubicación de calicatas, entre otros datos, que han permitido la elaboración de los planos topográficos de las canteras.

**Fotografías.** Permiten que el lector observe el proceso realizado en el estudio.

**Tabla 14.**

*Fuentes, técnicas e instrumentos para la recolección de datos*

Variables	Recolección de datos		
	Fuente	Técnica	Instrumento
Variable independiente	In situ	Levantamiento topográfico	Cuaderno de campo
	Ensayos	Estudio de mecánica de suelos	Informe de mecánica de suelos
Bloques de tierra comprimida	Ensayos	Estudio de mecánica de materiales	Informe de mecánica de materiales
Variable dependiente	In situ	Observación	Fotografías
	Ensayos de laboratorio	Comparación	Matriz de comparación
Albañilería	In situ	Observación	Fotografías

## 4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

### 4.5.1. Proceso para obtener la información

#### 4.5.1.1. Levantamiento topográfico de las canteras

- El proceso del levantamiento topográfica se ha repetido para las tres canteras de estudio, a fin de determinar el área.
- Se ubica la estación total en una zona adecuada para la visualización de la mayor área de la cantera.

- Se toma un punto de ubicación con el GPS, ubicando este debajo de la estación, con el fin de colocar las coordenadas UTM WGS84, para georreferenciar la estación.
- Se ubica las miras en los bordes y centro de la superficie de la cantera, para proceder al registro de punto.
- Se monumentan los BMS y puntos fijos, utilizando cemento y esmalte rojo, para luego registrar las coordenadas UTM WGS84 en el cuaderno de campo.
- Se realiza el proceso de triangulación para el cambio de estación, este paso se repite las veces que sean pertinentes para lograr concluir con el levantamiento de toda el área de la cantera.
- Con las coordenadas UTM WGS84, extraídas de la estación topográfica, se elaboran los planos de la superficie de las canteras en el programa CIVIL 3D 2018, a fin de definir el área de las mismas.

#### **4.5.1.2. Excavación y muestreo de las calicatas en las canteras**

Para definir el número de calicatas en cada cantera, se tomó en cuenta dos referentes la norma E.050 (MVCS, 2021) que argumenta la necesidad de realizar al menos tres calicatas por hectárea para el estudio, y el MTC (2014), que sugiere un número de cinco calicatas por hectárea de terreno para el estudio de canteras. El número de calicatas por cantera se muestra en la Tabla 15, así mismo, las calicatas se ubicaron uniformemente en la superficie de cada cantera.

**Tabla 15.**

*Número de calicatas en las canteras*

<b>Cantera</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Calicatas calculadas</b>
Succhapampa	0.545	2.00
Cumpampa	0.545	2.00
La Laguna	0.363	1.00

**Tabla 16.***Ubicación de las calicatas en las canteras*

Muestreo de canteras	Cantera	Código	Ubicación de las calicatas		Elevación msnm
			Norte (m)	Este (m)	
Calicata 1	Succhapampa	C1-Succh	9295271	767696	2011.20
Calicata 2	Succhapampa	C2-Succh	9295222	767693	2011.90
Calicata 1	Cumpampa	C1-Cump	9293360	766381	2140.10
Calicata 2	Cumpampa	C2-Cump	9293375	766414	2146.20
Calicata 1	La Laguna	C1-Lag	9293800	763426	2290.10

De cada calicata se extrajo 10 kg de suelo, para la realización de ensayos de gradación y plasticidad. Así mismo, también se llevó al laboratorio GSE de la ciudad de Chota, el material necesario para la producción de BTC.

#### **4.5.1.3. Ensayos de mecánica de suelos**

##### **a) Contenido de humedad**

Se siguen el procedimiento de la NTP 339.127.

- Pesar la muestra húmeda
- Secar la muestra en horno por 24 h, a 105 °C, y pesar la muestra seca.

##### **b) Análisis granulométrico**

Se sigue el procedimiento descrito en la NTP 339.128.

- Secar y pesar la muestra
- Pasar por el juego de tamices, agitando de forma manual
- Pesar el material retenido en cada tamiz
- Determinar los porcentajes acumulados
- Dibujar la curva granulométrica

##### **c) Límites de consistencia**

Se sigue el procedimiento de la NTP 339.129.

- Para el límite líquido, se toma una muestra que pase la mala N° 40, se mezcla con agua, se coloca la muestra en la copa Casagrande, se separa con el ranurador, y se cuenta el número de golpes necesario para que la abertura cierre, se pesa la muestra antes y después de ser llevada al horno. Se repite tres veces el mismo procedimiento.
- Para el límite plástico, se toma una muestra de suelo del límite líquido, y se elaboran rollos de 3 mm, hasta que presenten rajaduras, se pesa la muestra antes y después de ser llevada al horno. Se repite dos veces el mismo procedimiento.

#### **4.5.1.4. Elaboración de máquina para fabricación de BTC**

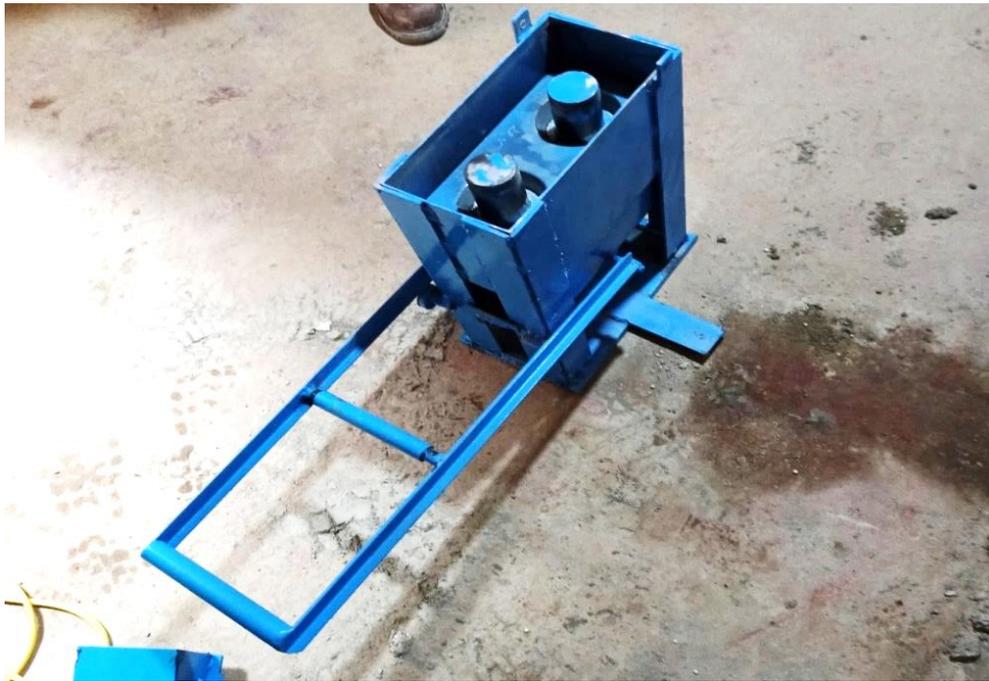
A causa de que en la provincia de Chota no se cuenta con equipos industriales para la elaboración de BTC, se tuvo que construir una máquina de compactación según las dimensiones y forma del BTC indicado en la Fig. 23. La máquina construida para la elaboración de BTC se observa en la Fig. 25.

La máquina para elaboración de BTC, tiene capacidad para una sola unidad, las dimensiones internas del molde la máquina son 28x14x7.5 cm, tiene una palanca, para ser manipulada, por la fuerza de un solo operario, generando así la compactación del BTC. La altura de la máquina es de 80 cm, tiene 50 cm de sostén antes del molde, así mismo tiene una tapa que cubre al molde previo a la compactación. La máquina se elaboró en base a la información recolectada de la máquina Cinva Ram Manual, descrita en el estudio de Medina (2021).

El proceso de moldeo y desmoldeo de la máquina es manual, por lo que para eludir que el bloque se pegue a los muros del molde se ha añadido aceite quemado como si se tratará de un encofrado.

**Figura 25.**

*Máquina para la elaboración de BTC*



#### 4.5.1.5. Lineamientos para la fabricación de los BTC

##### a) Tierra

Mezcla de arcilla, limo y arena, compactada en una prensa manual (Hernández, et al, 2015; Vásquez, et al., 2015; Vinasco et al, 2015). La norma UNE 41410 (2008) establece que la tierra destinada a la construcción de los BTC está compuesta esencialmente por arena, limo y arcilla mezclado con agua y opcionalmente con estabilizantes y aditivos. Según las normas UNE 103101 y UNE 103102, no se admitirán suelos con arcilla menor al 10%.

**Tabla 17.**

*Composición del suelo para la elaboración de BTC*

<b>Criterio</b>	<b>Arena</b>	<b>Arcilla</b>	<b>Limo</b>
ICPA	70 a 85	5 a 10	10 a 20
HOUBEN	40 a 70	20 a 30	0 a 30
CINVA	45 a 80	Suma:	20 a 50
MERRIL	Más de 50	Suma:	Menos de 50

Nota: (Ramírez, 2016).

##### b) Estabilizantes y aditivos

La norma UNE 41410 (2008) establece que en caso de utilizar cemento, cal o yeso el contenido total de estos estabilizantes, deber ser menor o igual al 15% de la masa en seco del BTC.

##### c) Agua

Aguas con calidad aceptable para la práctica. Siempre que existan dudas la norma UNE 41410 (2008) recomienda analizarla.

#### 4.5.1.6. Mezcla para la elaboración de BTC

Los BTC se elaboraron con material de la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, más el 15% de cemento por el peso del suelo seco como estabilizador.

$$BTC = \text{Suelo Cantera}_x + \frac{15\%(W_{BTC})}{\text{Estabilizante cemento}} \dots\dots\dots(4)$$

En la ecuación 4, se muestra la composición del BTC igual a la suma del suelo de cada cantera x, cemento al 15% del peso del suelo como estabilizante, y el agua, aunque no se muestra se colocará experimentalmente, conforme se requiera para generar una mezcla pastosa.

$$\text{Peso del BTC}(x) = \text{Volumen} \times \text{Peso específico} \dots\dots\dots(5)$$

En la ecuación 5, para determinar el peso del BTC de cada cantera (x) se multiplica el volumen del bloque por el peso específico de la cantera.

Las dimensiones de un BTC eran 28x14x7.5 cm de largo, ancho y alto, lo que da un volumen total de 3,234 cm<sup>3</sup> considerando 10% de desperdicio. Con este volumen se ha estimado la cantidad de suelo: cemento, necesario para la elaboración de un BTC, teniendo en cuenta los pesos específicos del suelo de cada cantera. Para la cantera Succhapampa, el peso específico del suelo es 1.33 gr/cm<sup>3</sup>, se multiplicó por el volumen del BTC, dando como resultado 4,301.22 gr. Pero como indica la ecuación 5 este peso del BTC, debe dividirse en estabilizante + suelo de la cantera, por tanto 3,656.04 gramos fueron suelo de la cantera Succhapampa y 645.183 gramos de cemento. Para la cantera Cumpampa, el peso específico del suelo de 1.50 gr/cm<sup>3</sup>, se multiplicó por el volumen del BTC, dando como resultado 4,851 gr, por tanto 4,123.35 gramos fueron suelo de la cantera Cumpampa y 727.65 gramos de cemento. Para la cantera La Laguna, el peso específico del suelo es 1.30 gr/cm<sup>3</sup>, se multiplicó por el volumen del BTC, dando como resultado 4,204.20 gr, por tanto 3,573.57 gramos fueron suelo de la cantera La Laguna y 630.63 gramos de cemento. La cantidad de agua de la mezcla se probó experimentalmente hasta lograr una mezcla pastosa trabajable.

#### **4.5.1.7.Elaboración de BTC**

- Para la elaboración primero se realizó el pulido de la máquina de compresión con aceite quemado para evitar que los BTC se peguen a las paredes del molde.
- Colocación de la mezcla en el molde de la máquina de compactación, presión al BTC por medio de la palanca de la máquina y desmolde manual de los BTC.
- Secado de los BTC en el mismo lugar por 1 día, posterior a ello se almacenan los BTC en un lugar limpio y ordenado, donde se pueda realizar un proceso de curado con manguera durante 7 días, y luego se deja secar hasta completar los 28 días, antes de la realización de los ensayos.

#### **4.5.1.8.Ensayos a los BTC**

##### **a) Variación dimensional**

- Se miden las cuatro aristas de longitud.
- Se miden las cuatro aristas de ancho.
- Se miden las cuatro aristas de alto.
- Se promedia las medidas, para determinar su variación, respecto a las dimensiones estándar del BTC.

##### **b) Alabeo**

La NTP 399.613, indica el proceso, para establecer el alabeo en ladrillos. Utilizando la cuña, medir la distorsión cóncava y/o convexa con la superficie. Se coloca una regla horizontal en el lado cóncavo y convexo del BTC, para luego medir la magnitud de la unidad hacia la regla, en el lado superior e inferior.

##### **c) Absorción**

Los BTC no son ladrillos de concreto, como estipula la NTP 399.604, pero tienen como parte de su matriz cemento, por lo que a falta de normas técnicas peruanas

específicas para BTC, esta norma sirve para la realización del ensayo de absorción.

- Se sumergen los especímenes en agua a 15.6 a 26.7 °C por 24 h.
- Se pesan los especímenes, mientras están suspendidos por un alambre y sumergidos en agua (Wi).
- Drenar el agua por 1 min, y retirar el agua superficial visible con un paño húmedo, pesar y registrar como Ws.
- Secar los especímenes en horno a 100 a 115 °C por 24 h. Registrar los pesos de los especímenes secados Wd.

$$\text{Absorción } kg/m^3 = \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

En la ecuación 6, se muestra la estimación de la absorción, donde Ws es el peso saturado del espécimen en kg, Wi es el peso sumergido del espécimen en kg, y Wd el peso seco al horno del espécimen en kg.

**d) Peso específico**

Para calcular la densidad la NTP 399.604, considera a esta como la diferencia de pesos del espécimen ensayado a absorción. Tal como:

$$\text{Densidad } kg/m^3 = \frac{W_d}{W_s - W_i} \times 1000 \dots \dots \dots (7)$$

En la ecuación 7, Wd es el peso seco al horno del espécimen en kg, Ws el peso saturado del espécimen en kg, y Wi el peso sumergido del espécimen en kg.

**e) Eflorescencia**

La NTP 399.613 establece como proceso para determinar la eflorescencia:

- Colocar los cinco pares de especímenes con un lado inmerso en agua destilada en 25.4 mm por 7 días.
- Acopiar el segundo espécimen de cada uno de los cinco pares en el cuarto de secado, sin contacto con el agua.

- Examinar el primer conjunto de especímenes a los 7 días, luego secar ambos en el horno por 24 h.
- Después del secado, examinar y comparar cada par de especímenes. Si ninguna diferencia es notoria entonces se clasifica como “No eflorescente”.

**f) Resistencia a la compresión**

Los BTC son ensayados a resistencia a los 28 días de curados, se someten las unidades a carga constante, aplicada por la máquina universal con sistema hidráulico, según la norma ASTM C5102. Cada bloque debe ser refrendado con yeso para la realización del ensayo (Cabrera y Tello, 2021).

$$f'c = P/A.....(8)$$

En la ecuación 8, la resistencia a compresión es igual a la división entre “P” carga máxima registrada en el tiempo y “A” área de contacto del BTC en cada una de las series realizadas.

**4.5.2. Técnicas de procesamiento**

Se utilizaron métodos computacionales. Se utilizaron los siguientes programas:

- ArcGIS 10.5. Para la elaboración del mapa de ubicación.
- Civil 3D. Para elaborar los mapas de las canteras a partir de los datos del levantamiento topográfico.
- AutoCAD. Para la presentación de los planos topográficos de las canteras.
- Microsoft Excel. Para procesar la información de las pruebas de laboratorio.
- Minitab 19. Para hacer la prueba de hipótesis.

**4.5.3. Análisis de información**

Se analizaron la relación entre el índice de plasticidad y la resistencia a compresión. Se compararon los valores de resistencia alcanzados por los BTC del presente estudio, y los de la norma UNE 41410 (2008), así mismo, se realizó la

comparación con otras normas técnicas, como la norma E.070 y la norma E.080 (MVCS, 2021).

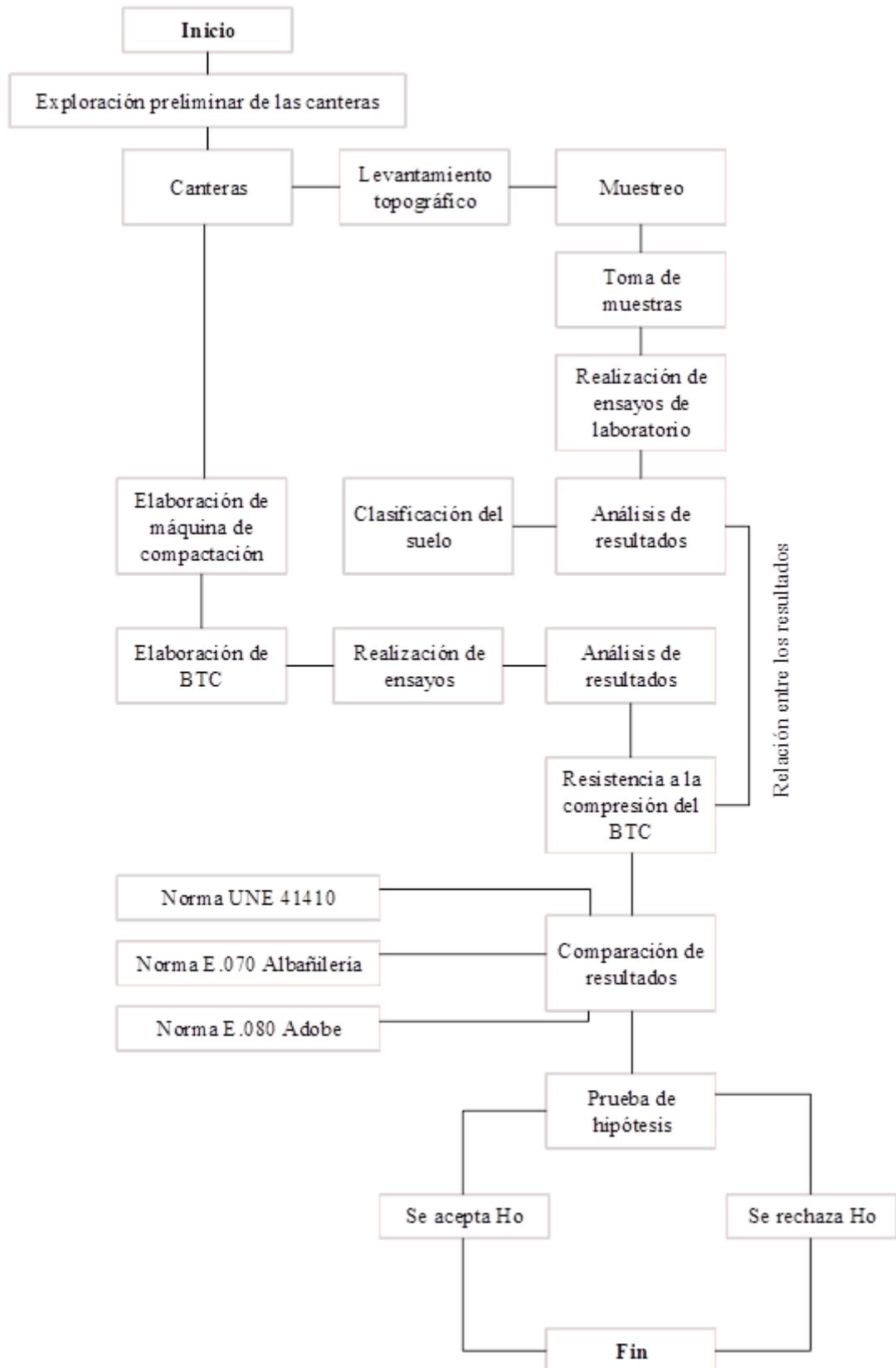
Se ha realizado la prueba de hipótesis ANOVA, para la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ). Los datos se ajustan al modelo lineal general. El criterio de análisis es si el valor-p es menor que el nivel de significancia (0.05) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, pero si el valor-p es mayor que el nivel de significancia (0.05) se acepta la hipótesis nula.

#### **4.6. Matriz de consistencia metodológica**

Anexo N° 1.

**Figura 26.**

*Flujograma del proceso de investigación*



Nota: Ho es hipótesis nula.

## CAPÍTULO V.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Presentación de resultados

##### 5.1.1. *Propiedades físicas del suelo*

Para clasificar el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, se excavaron dos calicatas en las dos primeras canteras y una calicata en la tercera. Las muestras de suelo fueron analizadas en el laboratorio GSE de la ciudad de Chota, determinando que el contenido de humedad promedio para la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna es 19.51, 21.63 y 21.00%, lo que representa un contenido de agua presente en el suelo similar en las tres canteras.

#### **Tabla 18.**

*Contenido de humedad de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*

Cantera	Calicata	Contenido de humedad	Promedio
Succhapampa	C1	22.50	19.51
Succhapampa	C2	16.52	
Cumpampa	C1	25.26	21.63
Cumpampa	C2	18.00	
La Laguna	C1	21.00	21.00

Del análisis granulométrico se determinó que el material de las canteras pasa por la malla N° 4 en un 97 a 100%, lo que califica al suelo como fino (Tabla 19). La norma UNE 41410 (2008) establece el límite de gradación general que debe cumplir el suelo de una cantera para ser usado en la manufactura de BTC. El suelo de las calicatas 1 y 2 de la cantera Succhapampa están dentro de la gradación (Fig. 27), el suelo de la calicata 2 de la cantera Cumpampa cumple con la gradación, pero el suelo de la calicata 1 supera en 10% al porcentaje máximo que debe pasar en el tamiz 0.15mm (Fig. 28), así mismo, el suelo de la cantera La Laguna no está dentro de la gradación solicitada por la norma UNE 41410 (2008) para su uso en

la elaboración de BTC (Fig. 29), por lo que el suelo antes de ser utilizado tiene que pasar por un proceso de tamizado.

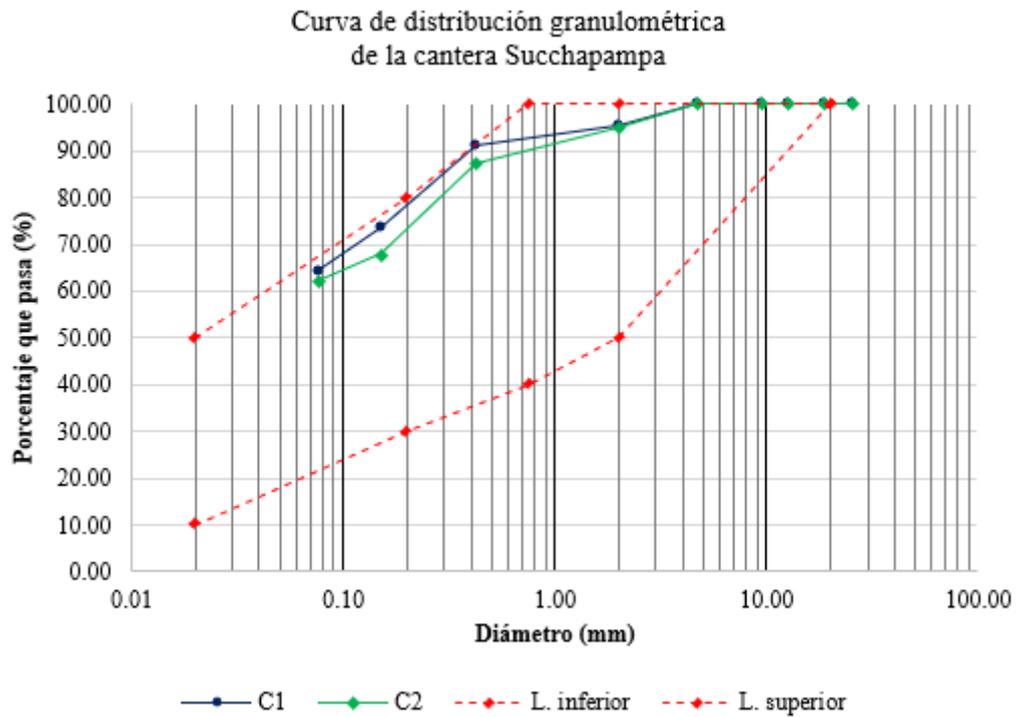
**Tabla 19.**

*Análisis granulométrico del suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa				
	Cantera Succhapampa		Cantera Cumpampa		Cantera La Laguna
	C1	C2	C1	C2	C1
25.40	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
19.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
12.70	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
9.52	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
4.75	100.00	100.00	100.00	97.00	98.90
2.00	95.40	94.90	100.00	91.50	97.30
0.425	91.00	87.40	94.30	81.60	93.80
0.150	73.60	68.00	82.40	62.10	89.50
0.075	64.10	62.00	67.80	56.30	78.20

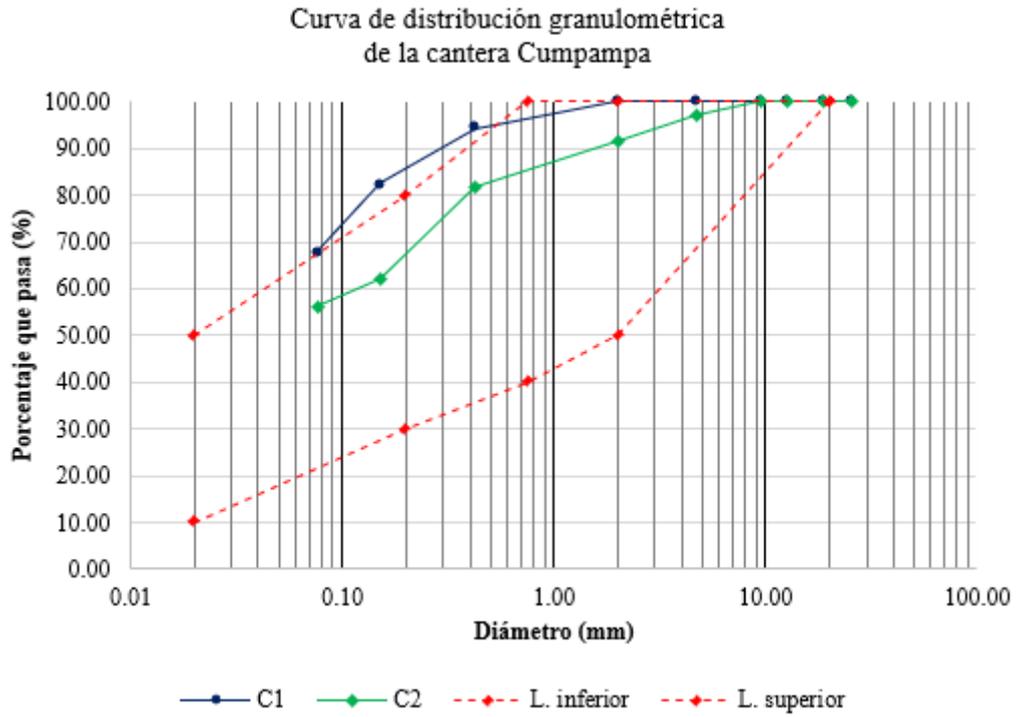
**Figura 27.**

*Curva granulométrica, cantera Succhapampa*



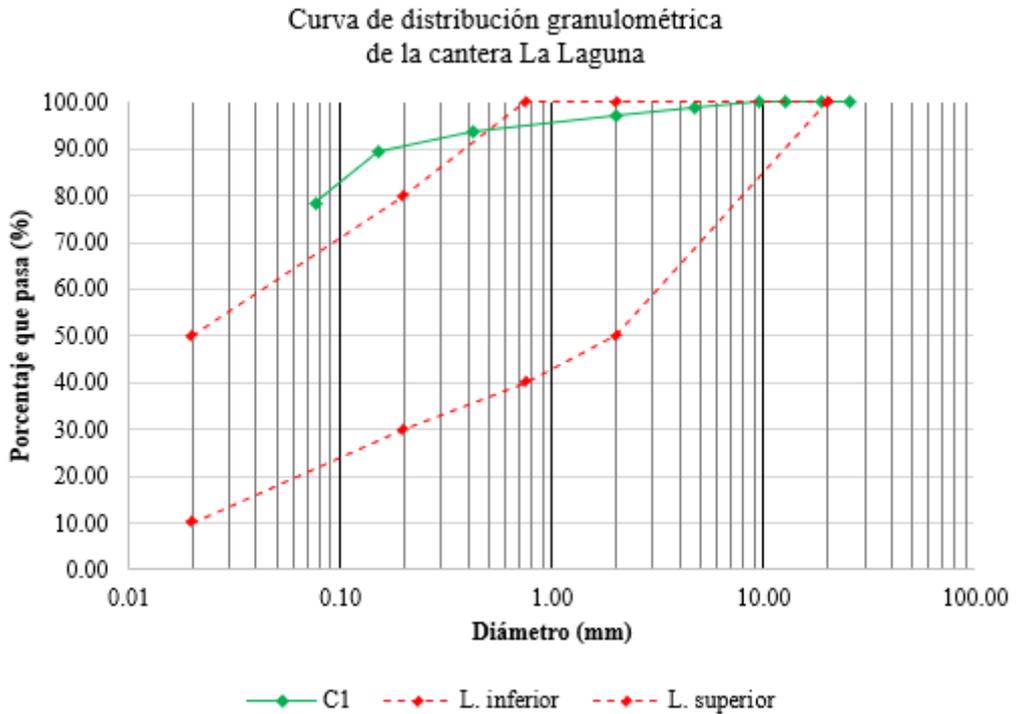
**Figura 28.**

*Curva granulométrica, cantera Cumpampa*



**Figura 29.**

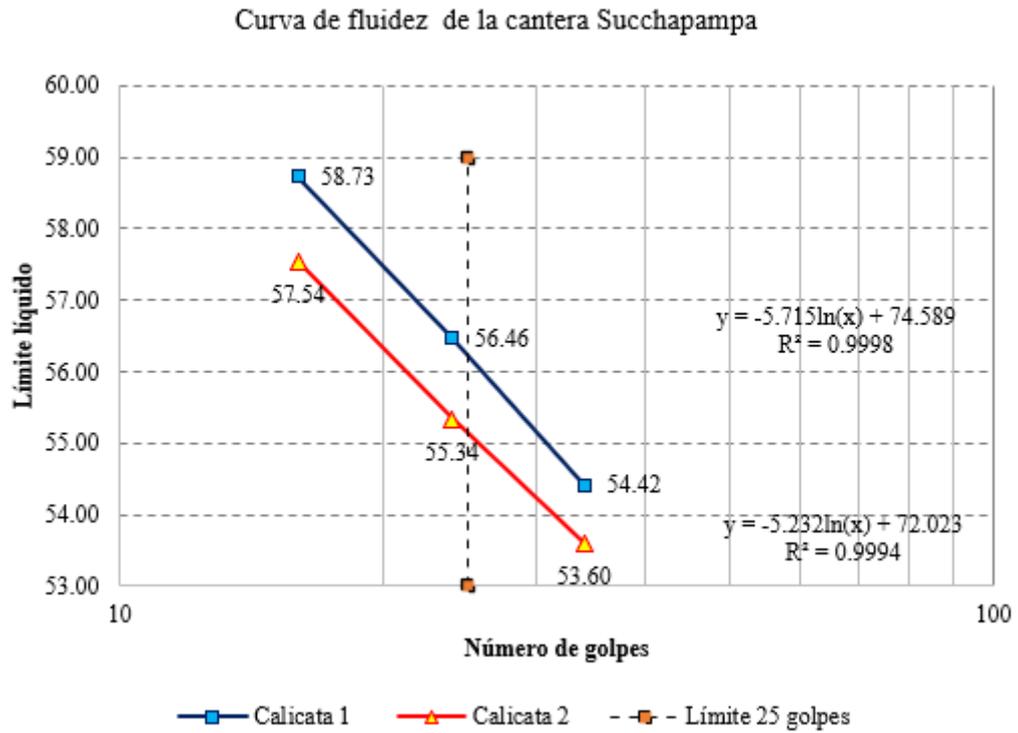
*Curva granulométrica, cantera La Laguna*



En la Fig. 30, 31 y 32, se pueden observar las curvas de fluidez del suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, respectivamente, estas curvas han permitido establecer el límite líquido considerando el mismo como el porcentaje de humedad del suelo a los 25 golpes, según la prueba de la copa Casagrande. El LL del suelo de la calicata 1 y 2 de la cantera Succhapampa varía en 1% (56.5 y 55.5% respectivamente), igual que su límite plástico (29.7 y 28.7% respectivamente) por lo que, tienen igual índice de plasticidad equivalente a 26.80%. El límite líquido del suelo de la calicata 1 y 2 de la cantera Cumpampa es 52.30 y 53.30%, su límite plástico es 32.57 y 33.07%, por lo que su índice de plasticidad asciende a 19.77 y 20.24%, respectivamente. El suelo de la cantera La Laguna, presenta un LL, LP e IP de 57.5, 30.015 y 27.49%, respectivamente. El suelo de la cantera La Laguna presenta mayor plasticidad, y el suelo de la cantera Cumpampa es menos plástico que el suelo de las otras canteras (Tabla 20). No obstante, el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, no está dentro de la zona recomendada del diagrama de plasticidad del suelo (Fig. 36), es decir el suelo de las tres canteras es demasiado plástico para su uso en la producción de BTC, como la norma UNE 41410 (2008), sin embargo, se ha aplicado cemento como estabilizante para la elaboración de BTC, por lo que no se ha descartado el uso del suelo de las tres canteras, no obstante, en próximas investigaciones o en una elaboración industrial debería mezclarse el suelo altamente plástico de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna con suelo arenoso.

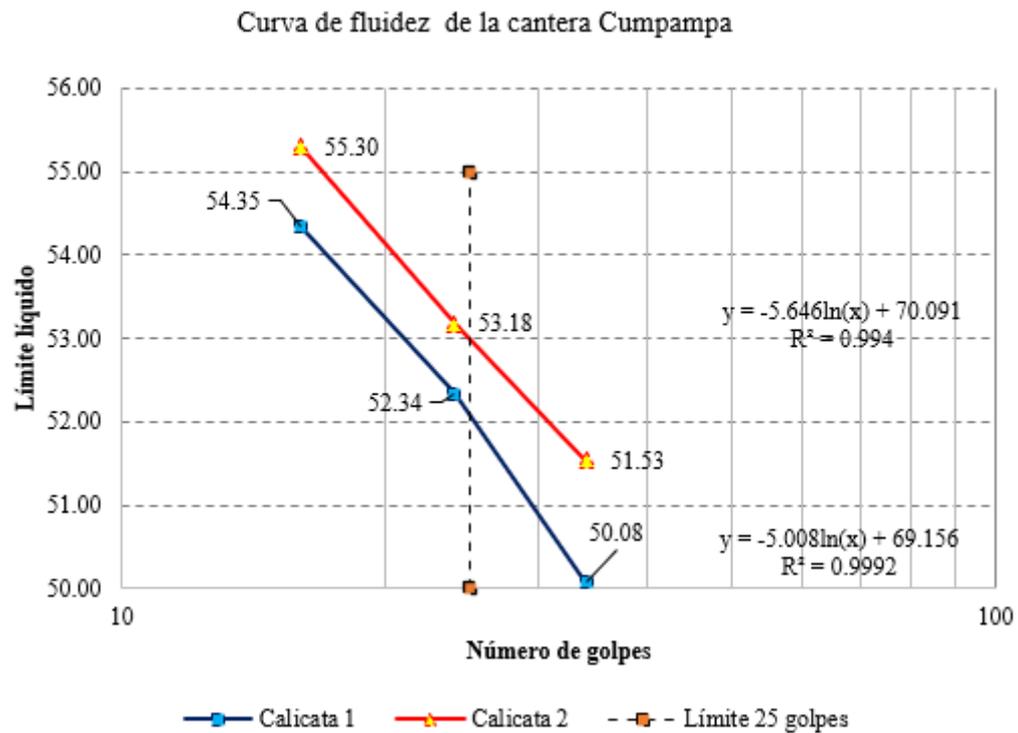
**Figura 30.**

*Curva de fluidez de la cantera Succhapampa*



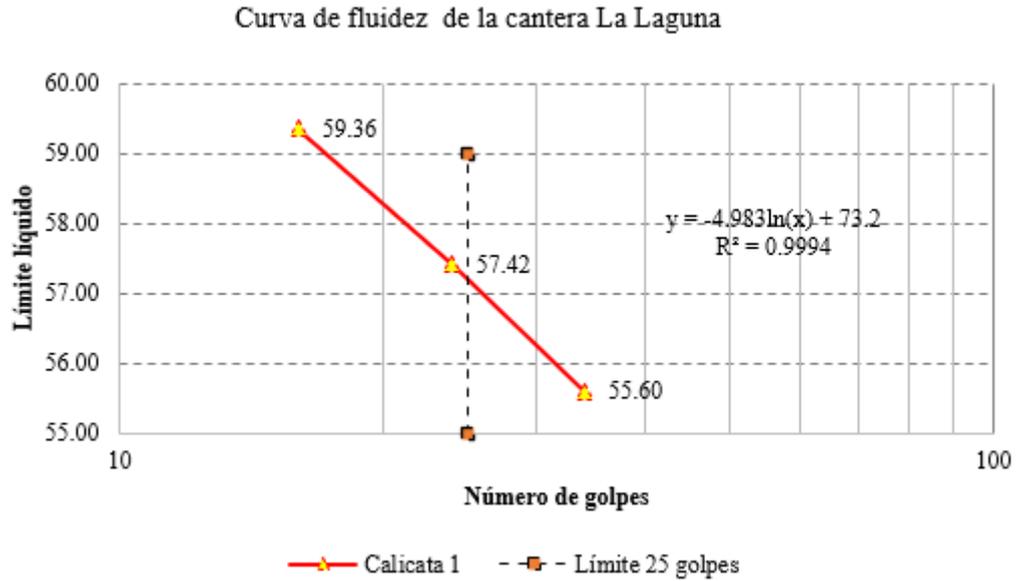
**Figura 31.**

*Curva de fluidez de la cantera Cumpampa*



**Figura 32.**

*Curva de fluidez de la cantera La Laguna*



**Tabla 20.**

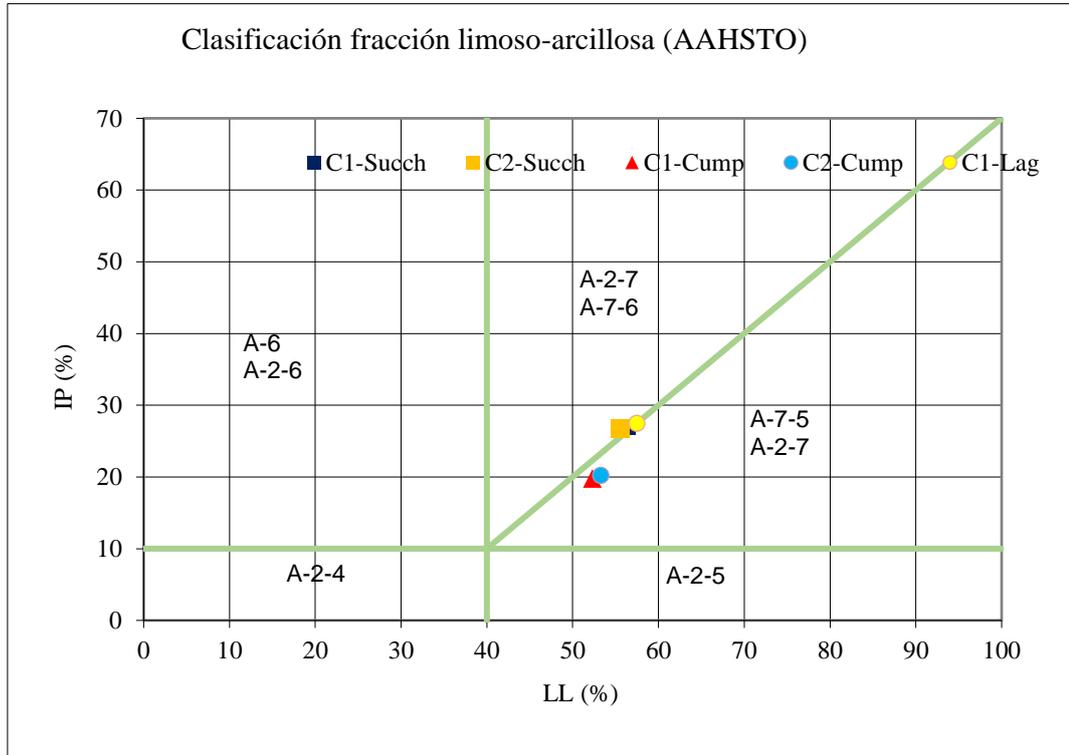
*Límites de consistencia de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*

Cantera	Calicata	LL	LP	IP
Succhapampa	C1	56.50	29.70	26.80
Succhapampa	C2	55.49	28.70	26.80
Cumpampa	C1	52.30	32.54	19.77
Cumpampa	C2	53.30	33.07	20.24
La Laguna	C1	57.5	30.015	27.49

En la Fig. 33, se observa la clasificación AASHTO del suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, donde se observa que la primera cantera está dentro del grupo A-7-6, la segunda dentro del grupo A-7-5 y la tercera cantera en el límite de ambos grupos. En la Fig. 34, se observa la clasificación SUCS, donde se observa un panorama similar a la clasificación AASHTO, la cantera Succhapamap y La Laguna están dentro de la clasificación de arcillas de alta plasticidad y el suelo de la cantera Cumpampa corresponde a un limo de alta plasticidad (Tabla 21).

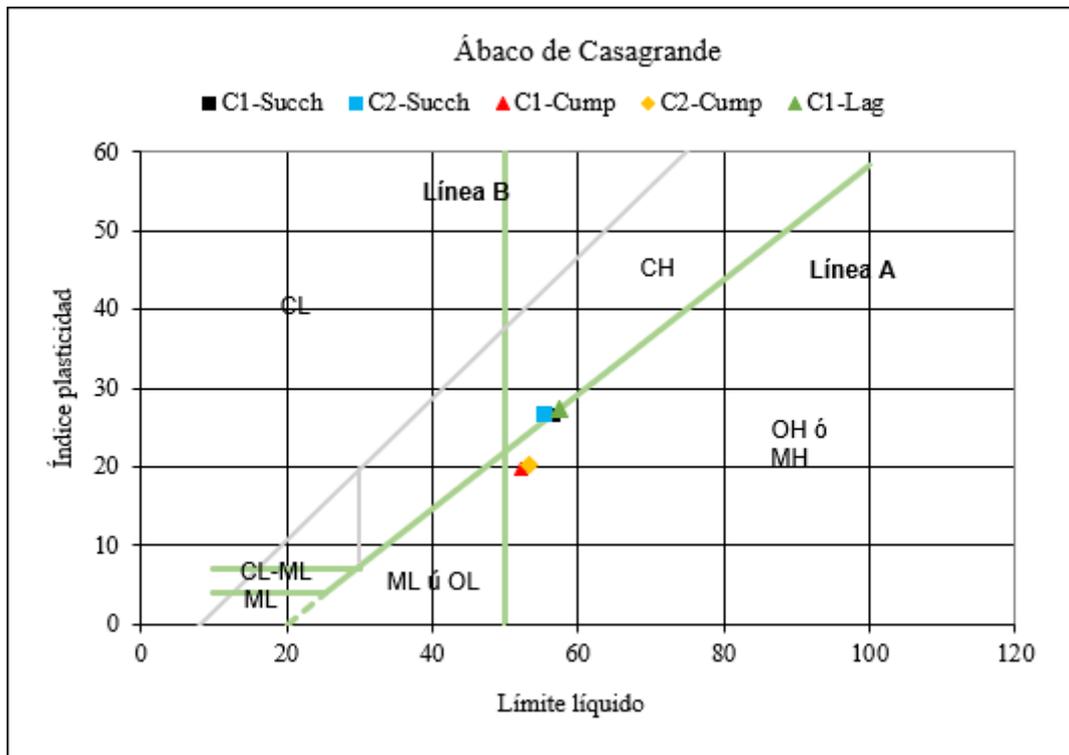
**Figura 33.**

*Clasificación AASHTO de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*



**Figura 34.**

*Clasificación SUCS de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*



El suelo de la calicata 1 de la cantera Succhapampa, se clasifica según el sistema SUCS, como arcilla orgánica de alta plasticidad (CH), identificado en el sistema AASHTO como A-7-6 (15), de color negro claro con alto contenido de humedad y plasticidad. El suelo de la calicata 2 de la cantera Succhapampa se clasifica como arcilla orgánica de alta plasticidad (CH), identificado en el sistema AASHTO como A-7-6 (14) de color negro claro, con alto contenido de humedad y plasticidad.

El suelo de la calicata 1 de la cantera Cumpampa, se clasifica según el sistema SUCS como limo arenoso (ML), identificado en el sistema AASHTO como A-7-5 (12), de color negro claro con alto contenido de humedad y plasticidad. El suelo de la calicata 2 de la cantera Cumpampa se clasifica como limo arenoso (ML), identificado en el sistema AASHTO como A-7-5 (10) de color negro oscuro con manchas de color beige, con alto contenido de humedad y plasticidad.

El suelo de la cantera La Laguna se clasifica como arcilla orgánica de alta plasticidad (CH), identificado en el sistema AASHTO como A-7-5 (12) de color beige oscuro con manchas amarillentas, con alto contenido de humedad y plasticidad.

**Tabla 21.**

*Clasificación del suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*

Cantera	Calicata	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
Succhapampa	C1	A-7-6 (15)	CH
Succhapampa	C2	A-7-6 (14)	CH
Cumpampa	C1	A-7-5 (12)	MH
Cumpampa	C2	A-7-5 (19)	MH
La Laguna	C1	A-7-5 (18)	CH

La norma UNE 41410 (2008) no estandariza el tipo de suelo que se debe usar para la producción de BTC en base a la clasificación SUCS, pero si lo hace en base a los parámetros de gradación y plasticidad. El suelo de las canteras Succhapampa y Cumpampa, tal como se puede observar en la Figura 35, cumplen con la curva granulométrica o en otras palabras están dentro de la gradación permitida por la norma UNE 41410 (2008), en cambio, el suelo de la cantera La Laguna está fuera de la gradación estándar por lo que ha sido necesario tamizar el material antes de su uso. Así mismo, el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, no están dentro de la zona recomendada del diagrama de plasticidad del suelo (Fig. 36), es decir el suelo de las tres canteras es demasiado plástico para su uso en la producción de BTC según la norma UNE 41410 (2008), sin embargo, se ha aplicado cemento como estabilizante, por lo que no se ha descartado el uso del suelo de estas tres canteras, sin embargo, tomando en cuenta las propiedades del suelo utilizado por Vermiglio (2019), Mejía (2019) e Infante (2020) en próximas investigaciones o en una elaboración industrial de BTC debería mezclarse el suelo altamente plástico de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna con suelo arenoso entre 10 a 20%, para lograr mejores características mecánicas de los bloques de tierra comprimida.

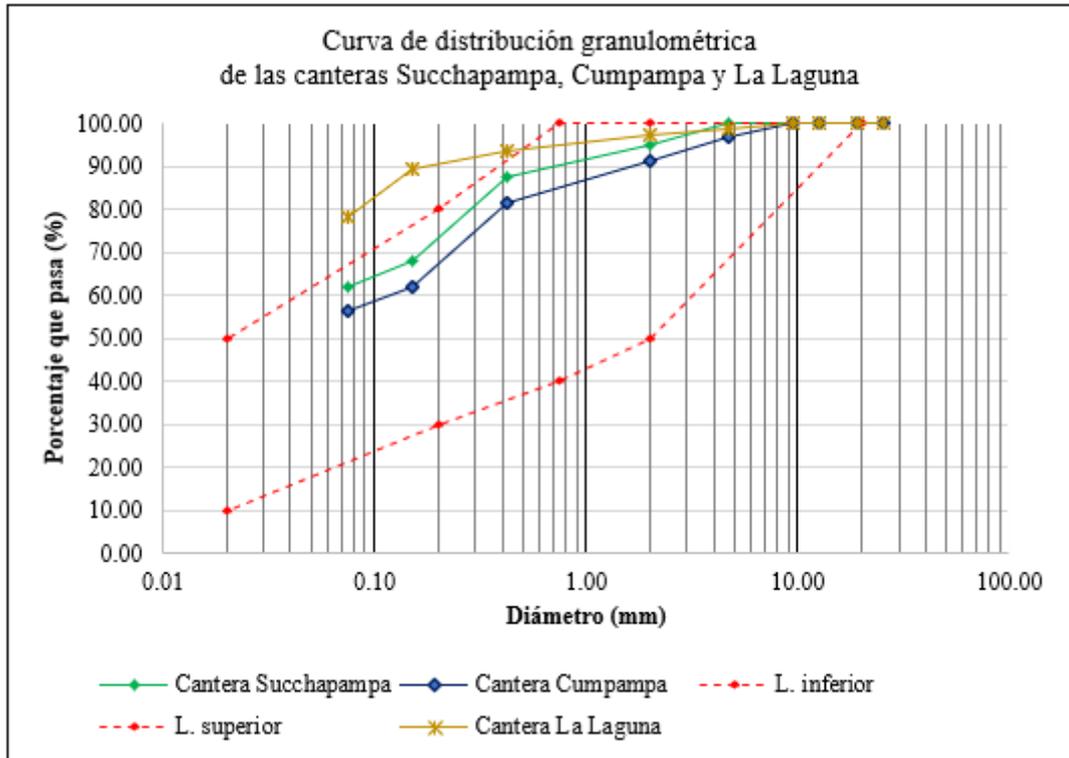
**Tabla 22.**

*Propiedades físicas de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*

Cantera	Calicata	Humedad	Límites de consistencia			Clasificación	
			LL	LP	IP	AASHTO	SUCS
Succhapampa	C1	22.50	56.50	29.70	26.80	A-7-6 (15)	CH
Succhapampa	C2	16.52	55.49	28.70	26.80	A-7-6 (14)	CH
Cumpampa	C1	25.26	52.30	32.54	19.77	A-7-5 (12)	MH
Cumpampa	C2	18.00	53.30	33.07	20.24	A-7-5 (19)	MH
La Laguna	C1	21.00	57.50	30.02	27.49	A-7-5 (18)	CH

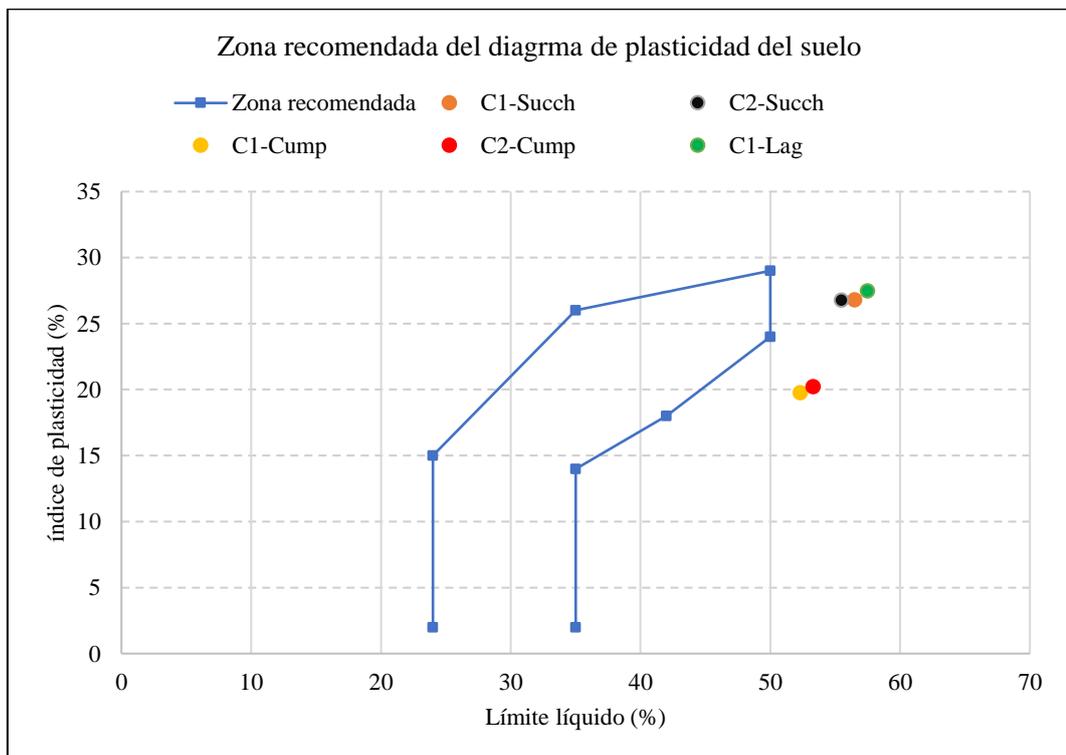
**Figura 35.**

*Curva granulométrica del suelo, cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*



**Figura 36.**

*Zona recomendada del diagrama de plasticidad del suelo para BTC*



## **5.1.2. Características físico mecánicas de los BTC**

### **5.1.2.1. BTC elaborados con suelo de la cantera Succhapampa**

Los BTC de 280 mm de largo, 140 mm de ancho y 75 mm de alto, elaborados con suelo de la cantera Succhapampa estabilizados con 15% de cemento, presentan una variación dimensional máxima en largo, ancho y alto de 0.05, 0.10 y 0.10%, la diferencia entre las dimensiones de los cinco bloques elaborados es mínima, en promedio asciende a 0.08%. El alabeo cóncavo y convexo máximo en superficie y borde es 1.25 y 1.05 mm, los cinco especímenes elaborados presentan alabeo por concavidad y convexidad en la superficie y el borde, debido a que el equipo utilizado para la elaboración de los mismos, es manual, lo que hace más difícil el desmolde y no da el enlucido esperado, sin embargo, los valores de concavidad son bajos y por tanto son aceptables. La absorción promedio asciende a 5.38%, lo que significa una buena capacidad de resistencia a la permeabilidad del agua, esto se logra gracias a la estabilización del suelo con cemento. Los cinco bloques de tierra comprimida analizados no presentan rasgos de eflorescencia. La resistencia a compresión promedio a los 28 días de los bloques de tierra comprimida elaborados con suelo de la cantera Succhapampa es 17.31 kg/cm<sup>2</sup>, este valor es el parámetro de mayor importancia pues debe cumplir con los estándares de la norma UNE 4410 (2008) para su uso en albañilería.

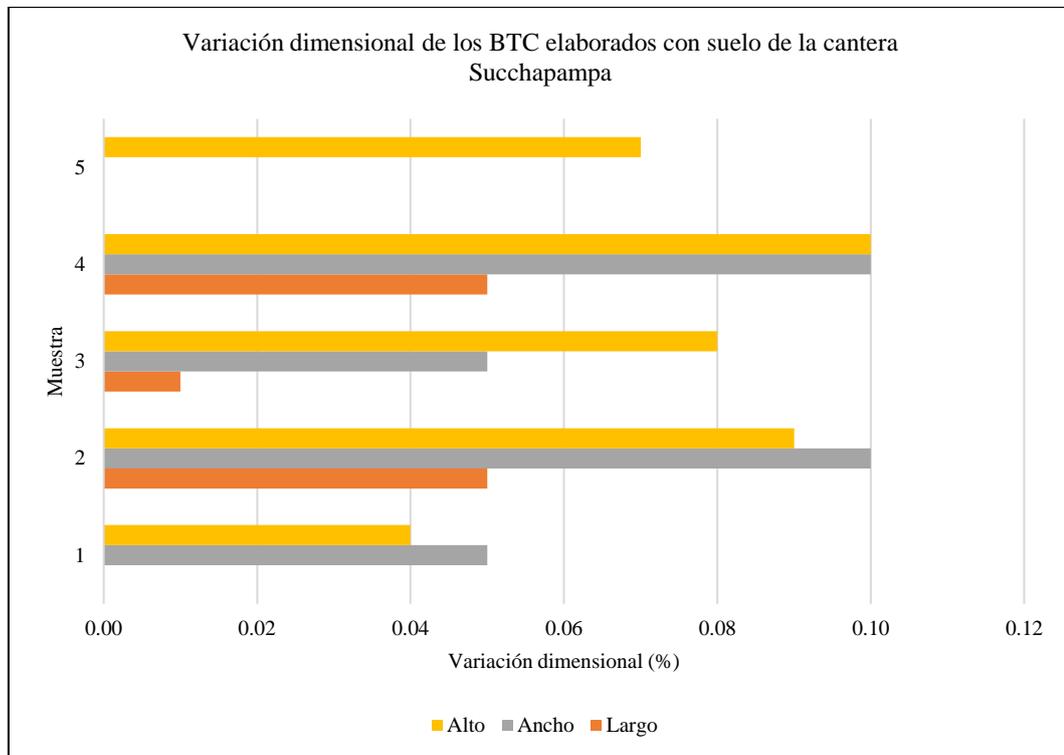
**Tabla 23.**

*Variación dimensional de los BTC, cantera Succhapampa*

Muestra	Variación dimensional (%)			Promedio
	Largo	Ancho	Alto	
1	0.00	0.05	0.04	0.03
2	0.05	0.10	0.09	0.08
3	0.01	0.05	0.08	0.05
4	0.05	0.10	0.10	0.08
5	0.00	0.00	0.07	0.02
Máximo	0.05	0.10	0.10	0.08

**Figura 37.**

*Variación dimensional de los BTC, cantera Succhapampa*



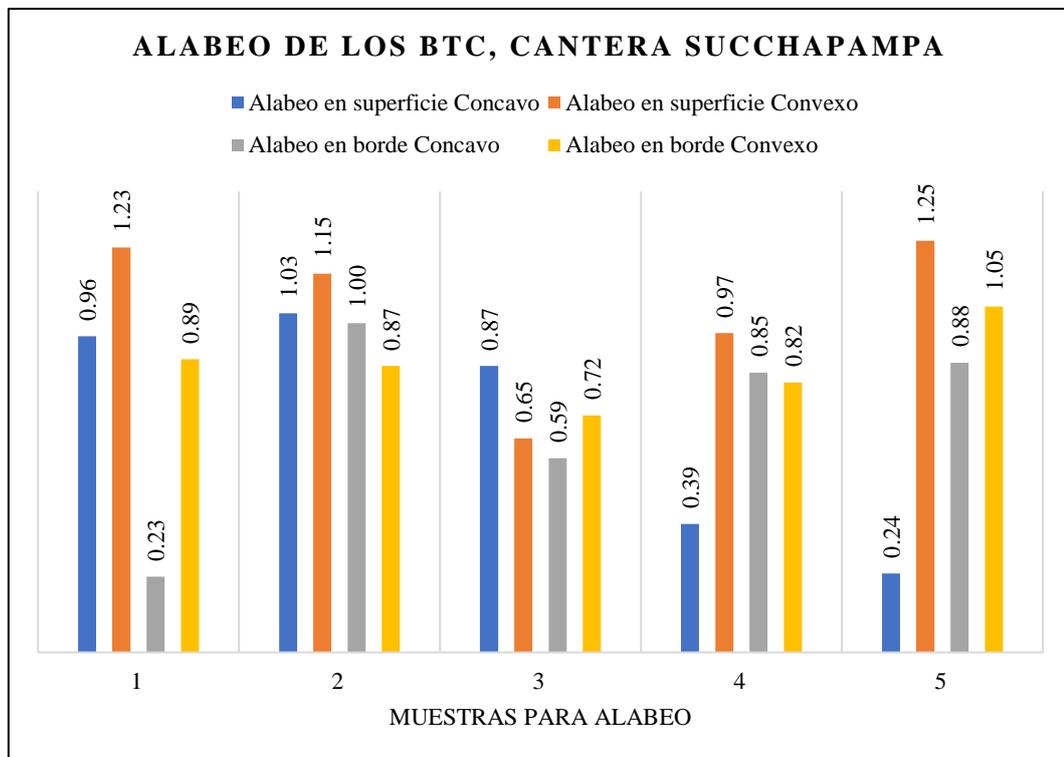
**Tabla 24.**

*Alabeo de los BTC, cantera Succhapampa*

Muestra	Alabeo en superficie (mm)		Alabeo en borde (mm)	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	0.96	1.23	0.23	0.89
2	1.03	1.15	1.00	0.87
3	0.87	0.65	0.59	0.72
4	0.39	0.97	0.85	0.82
5	0.24	1.25	0.88	1.05
Máximo (mm)	1.25		1.05	

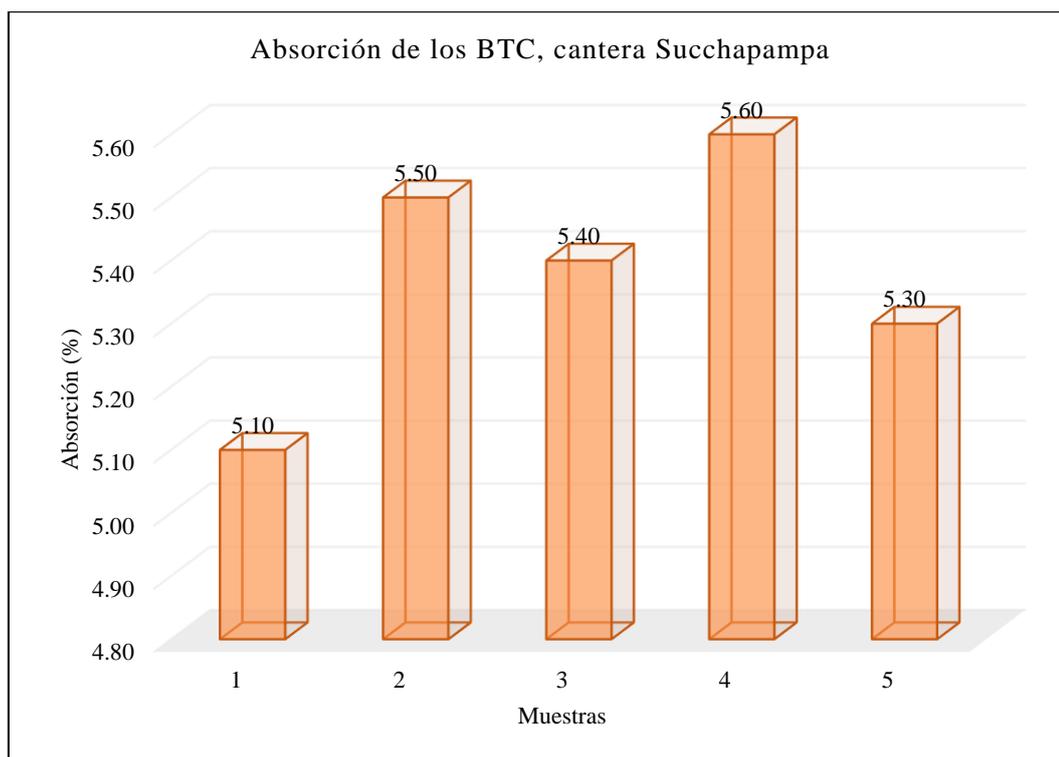
**Figura 38.**

*Alabeo de los BTC, cantera Succhapampa*



**Tabla 25.***Absorción de los BTC, cantera Succhapampa*

Muestra	Peso específico de masa	Peso específico de masa SSS	Peso específico aparente	Absorción (%)
1	1.961	2.061	2.178	5.10
2	1.942	2.049	2.173	5.50
3	1.941	2.046	2.168	5.40
4	1.944	2.052	2.180	5.60
5	1.955	2.058	2.180	5.30
Promedio	1.949	2.053	2.176	5.380
Desv. Estándar	0.009	0.006	0.005	0.192
Coef. Variación	0.005	0.003	0.002	0.036

**Figura 39.***Absorción de los BTC, cantera Succhapampa*

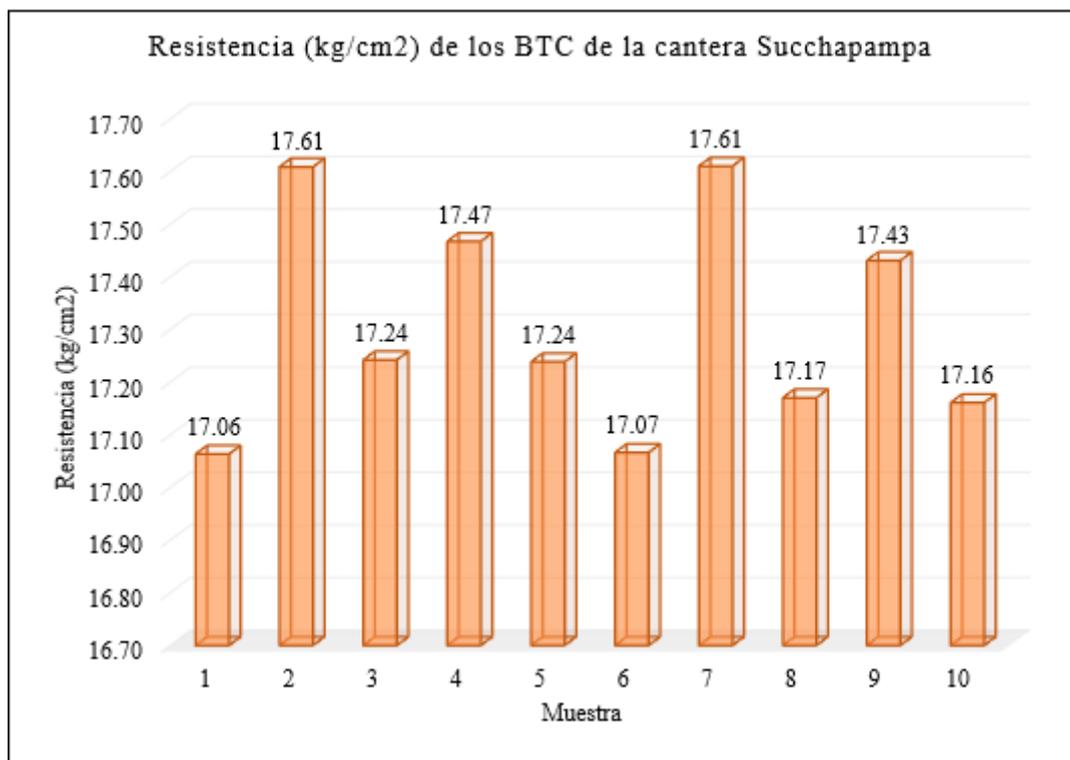
**Tabla 26.**

*Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Succhapampa*

Muestra	Carga (kg)	Área (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	6691.27	392.14	17.06
2	6905.41	392.15	17.61
3	6762.65	392.21	17.24
4	6852.38	392.29	17.47
5	6762.65	392.29	17.24
6	6694.33	392.25	17.07
7	6908.47	392.29	17.61
8	6735.12	392.25	17.17
9	6838.11	392.29	17.43
10	6734.10	392.41	17.16
Promedio	6788.45	392.26	17.31
Desv. Estándar	77.50	0.07	0.20
Coef. Variación	0.011	0.000	0.011

**Figura 40.**

*Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Succhapampa*



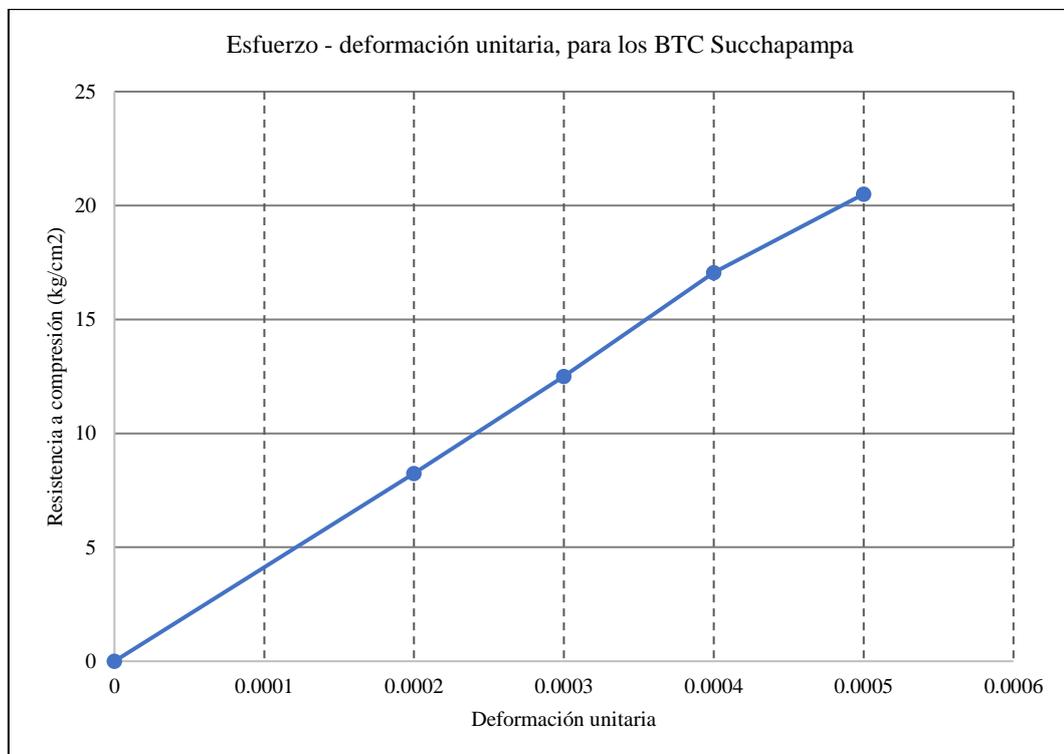
**Tabla 27.**

*Módulo de elasticidad de los BTC, cantera Succhapampa*

Muestra	Deformación	Resistencia	Módulo de elasticidad
	unitaria	(kg/cm <sup>2</sup> )	
1	0.00040	17.0635	42658.69
2	0.00042	17.6089	41926.00
3	0.00041	17.2424	42054.69
4	0.00040	17.4675	43668.67
5	0.00041	17.2387	42045.68
6	0.00040	17.0664	42666.00
7	0.00042	17.6104	41929.60
8	0.00040	17.1704	42925.96
9	0.00040	17.4311	43577.70
10	0.00041	17.1610	41856.21
Promedio	0.000407	17.306	42530.92
Desv. Estándar	8.2E-06	0.208	685.23
Coef. Variación	2.0E-02	0.012	0.02

**Figura 41.**

*Curva esfuerzo – deformación unitaria para los BTC, cantera Succhapampa*



### **5.1.2.2. BTC elaborados con suelo de la cantera Cumpampa**

Los BTC, elaborados con suelo de la cantera Cumpampa estabilizados con 15% de cemento, presentan una variación dimensional máxima en largo, ancho y alto de 0.09, 0.09 y 0.07%, la diferencia entre las dimensiones de los cinco bloques elaborados es mínima, en promedio asciende a 0.07%. El alabeo cóncavo y convexo máximo en superficie y borde es 1.05 y 0.96 mm, los cinco especímenes elaborados presentan alabeo por concavidad y convexidad en la superficie y el borde, debido a que el equipo utilizado para la elaboración de los mismos, es manual, lo que hace más difícil el desmolde y no da el enlucido esperado, sin embargo, los valores de concavidad son bajos y por tanto son aceptables. La absorción promedio asciende a 9.54%, lo que significa una buena capacidad de resistencia a la permeabilidad del agua, esto se logra gracias a la estabilización del suelo con cemento. Los cinco bloques de tierra comprimida analizados no presentan rasgos de eflorescencia. La resistencia a compresión promedio a los 28 días de los bloques de tierra comprimida elaborados con suelo de la cantera Cumpampa es 17.35 kg/cm<sup>2</sup>, este valor es el parámetro de mayor importancia pues debe cumplir con los estándares de la norma UNE 4410 (2008) para su uso en albañilería.

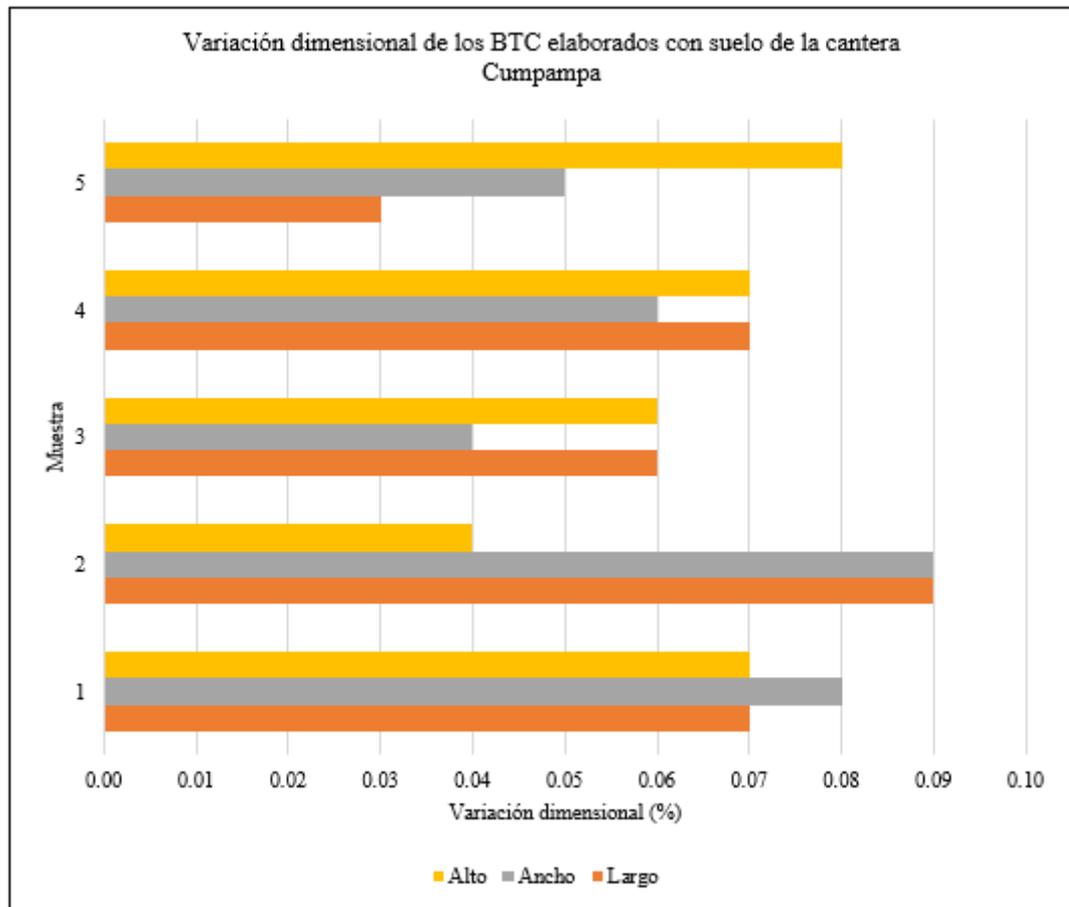
**Tabla 28.**

*Variación dimensional de los BTC, cantera Cumpampa*

Muestra	Variación dimensional (%)			Promedio
	Largo	Ancho	Alto	
1	0.07	0.08	0.07	0.07
2	0.09	0.09	0.04	0.07
3	0.06	0.04	0.06	0.05
4	0.07	0.06	0.07	0.07
5	0.03	0.05	0.08	0.05
Máximo	0.09	0.09	0.08	0.07

**Figura 42.**

*Variación dimensional de los BTC, cantera Cumpampa*



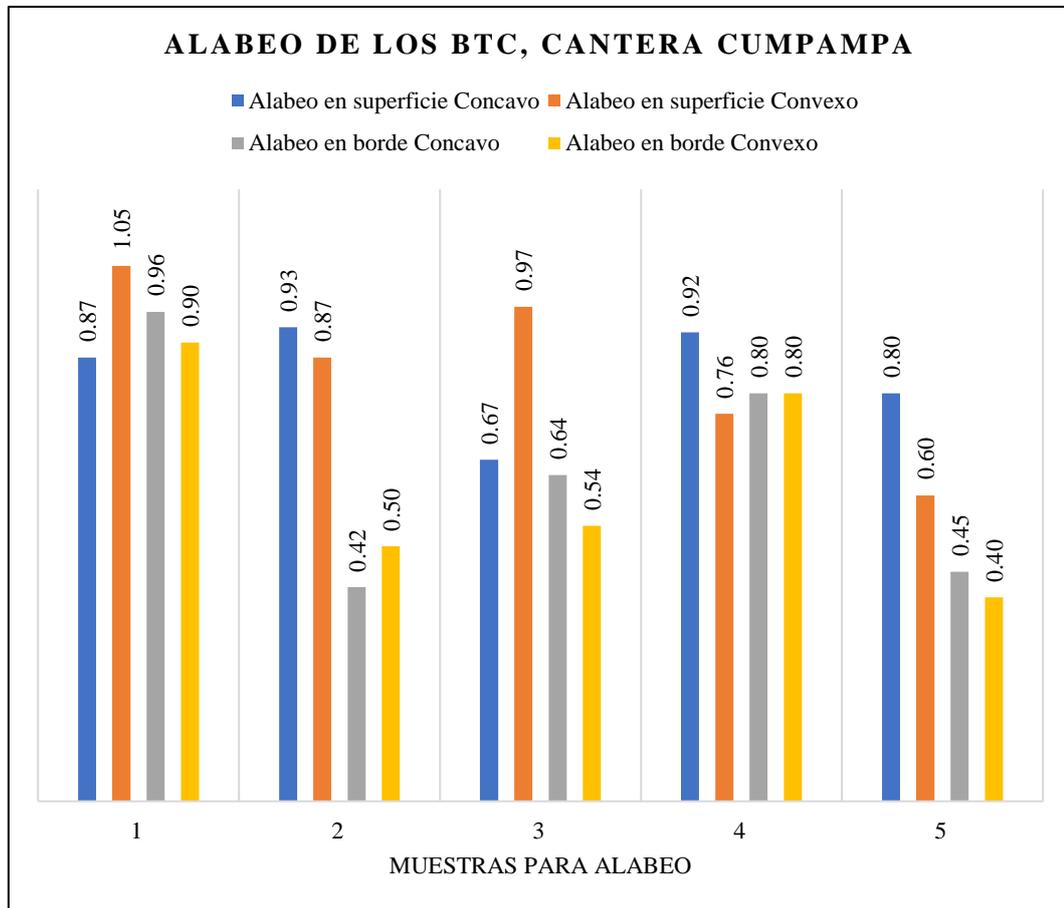
**Tabla 29.**

*Alabeo de los BTC, cantera Cumpampa*

Muestra	Alabeo en superficie (mm)		Alabeo en borde (mm)	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	0.87	1.05	0.96	0.90
2	0.93	0.87	0.42	0.50
3	0.67	0.97	0.64	0.54
4	0.92	0.76	0.80	0.80
5	0.80	0.60	0.45	0.40
Máximo (mm)	1.05		0.96	

**Figura 43.**

*Alabeo de los BTC, cantera Cumpampa*



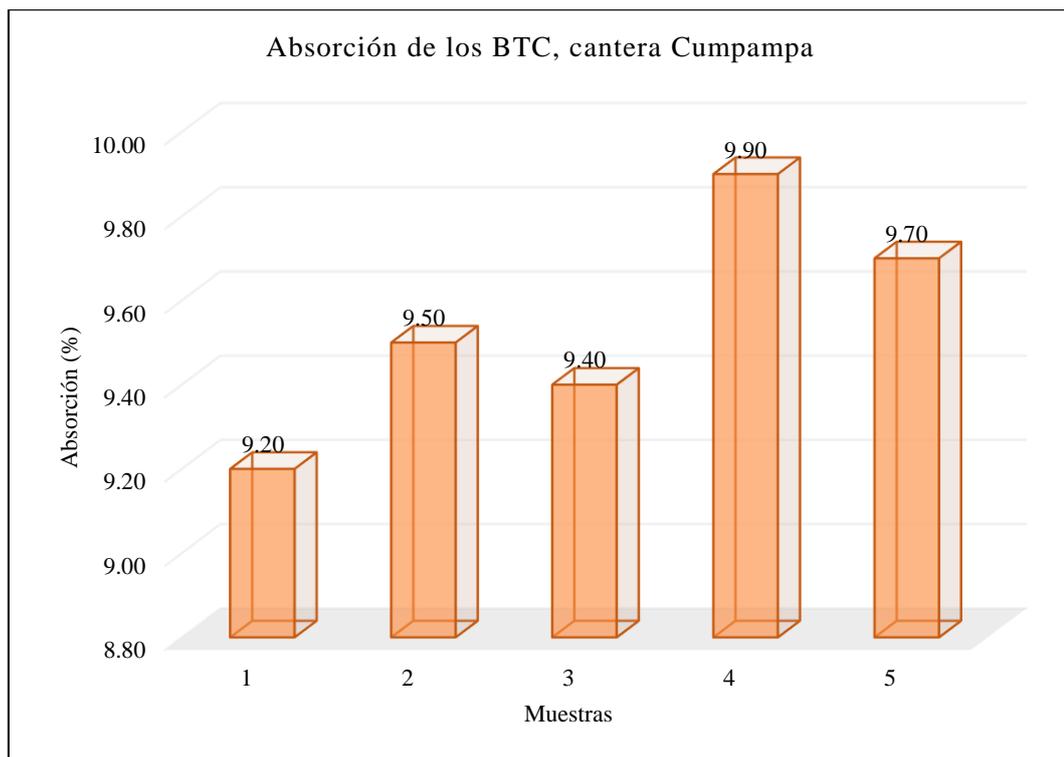
**Tabla 30.**

*Absorción de los BTC, cantera Cumpampa*

Muestra	Peso específico de masa	Peso específico de masa SSS	Peso específico aparente	Absorción (%)
1	1.736	1.896	2.066	9.20
2	1.727	1.892	2.067	9.50
3	1.736	1.900	2.076	9.40
4	1.739	1.911	2.101	9.90
5	1.733	1.901	2.082	9.70
Promedio	1.734	1.900	2.078	9.540
Desv. Estándar	0.005	0.007	0.014	0.270
Coef. Variación	0.003	0.004	0.007	0.028

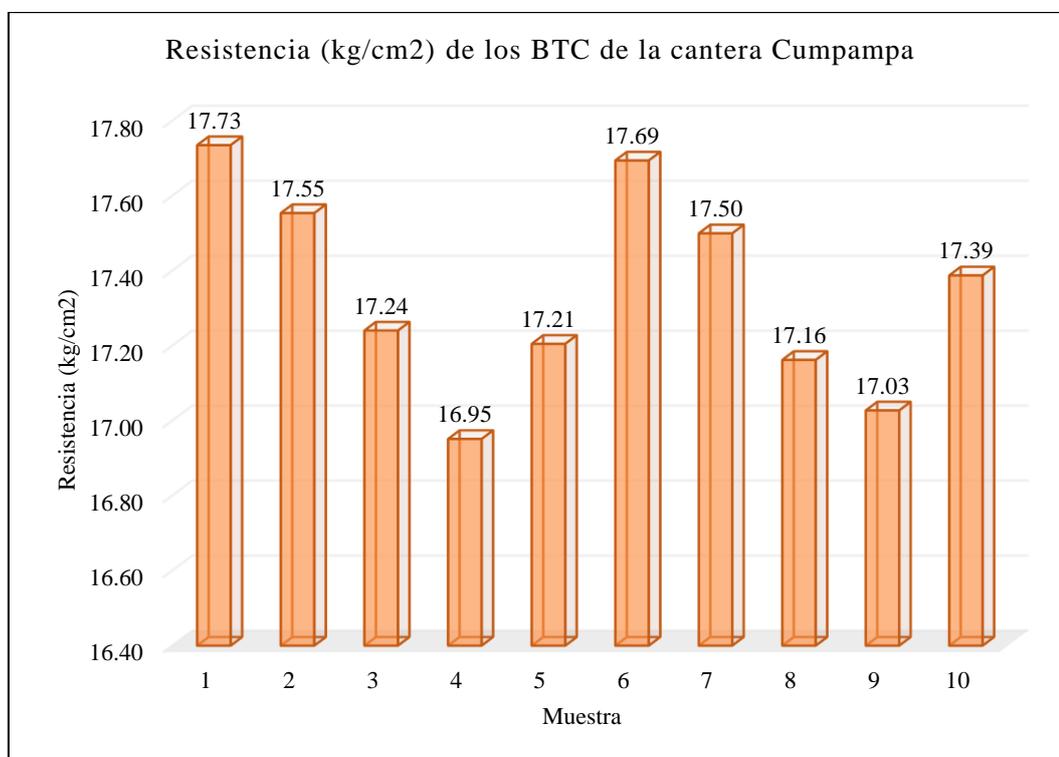
**Figura 44.**

*Absorción de los BTC, cantera Cumpampa*



**Tabla 31.***Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Cumpampa*

Muestra	Carga (kg)	Área (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	6954.35	392.13	17.73
2	6885.01	392.22	17.55
3	6762.65	392.25	17.24
4	6648.44	392.21	16.95
5	6750.41	392.35	17.21
6	6939.06	392.17	17.69
7	6864.62	392.27	17.50
8	6733.08	392.32	17.16
9	6679.04	392.25	17.03
10	6821.79	392.34	17.39
Promedio	6803.85	392.25	17.35
Desv. Estándar	100.41	0.07	0.26
Coef. Variación	0.015	0.000	0.015

**Figura 45.***Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Cumpampa*

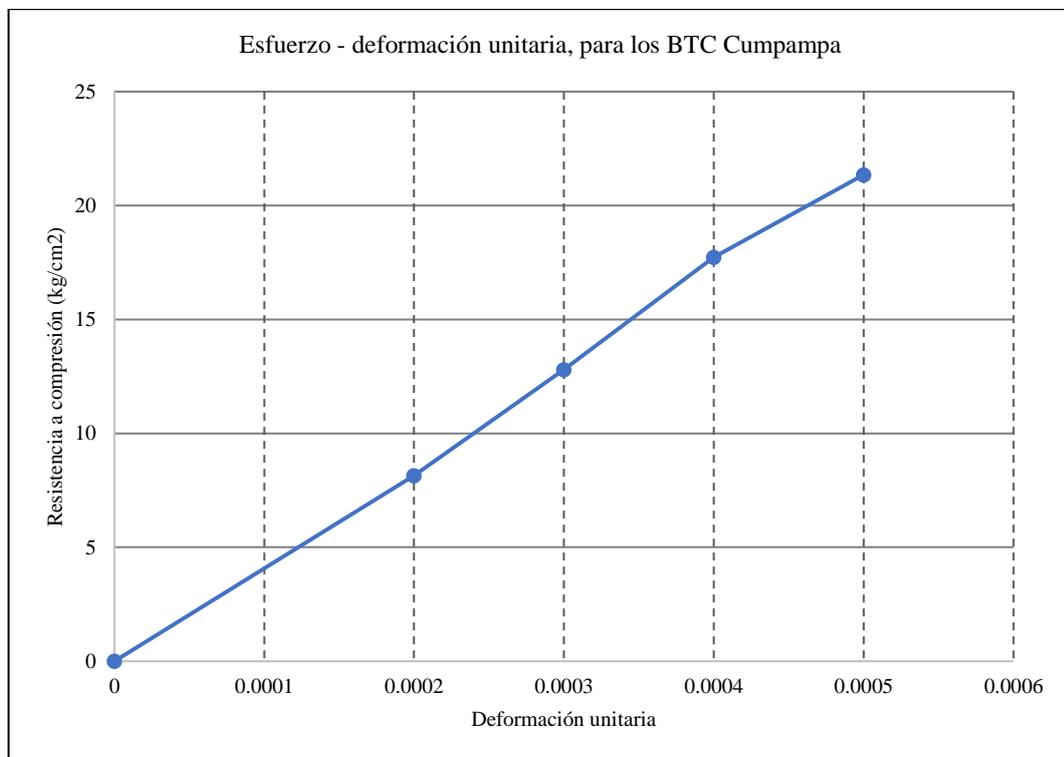
**Tabla 32.**

*Módulo de elasticidad de los BTC, cantera Cumpampa*

Muestra	Deformación unitaria	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad
1	0.00040	17.7350	44337.49
2	0.00039	17.5538	45009.69
3	0.00040	17.2406	43101.44
4	0.00038	16.9512	44608.51
5	0.00039	17.2051	44115.59
6	0.00040	17.6941	44235.24
7	0.00041	17.4999	42682.71
8	0.00039	17.1621	44005.44
9	0.00039	17.0274	43660.02
10	0.00039	17.3876	44583.66
Promedio	0.000394	17.346	44033.98
Desv. Estándar	8.4E-06	0.271	711.79
Coef. Variación	2.1E-02	0.016	0.02

**Figura 46.**

*Curva esfuerzo – deformación unitaria para los BTC, cantera Cumpampa*



### **5.1.2.3.BTC elaborados con suelo de la cantera La Laguna**

Los BTC, elaborados con suelo de la cantera La Laguna estabilizados con 15% de cemento, presentan una variación dimensional máxima en largo, ancho y alto de 0.16, 0.10 y 0.20%, la diferencia entre las dimensiones de los cinco bloques elaborados es mínima, en promedio asciende a 0.14%. El alabeo cóncavo y convexo máximo en superficie y borde es 1.45 y 1.15 mm, los cinco especímenes elaborados presentan alabeo por concavidad y convexidad en la superficie y el borde, debido a que el equipo utilizado para la elaboración de los mismos, es manual, lo que hace más difícil el desmolde y no da el enlucido esperado, sin embargo, los valores de concavidad son bajos y por tanto son aceptables. La absorción promedio asciende a 7.48%, lo que significa una buena capacidad de resistencia a la permeabilidad del agua, esto se logra gracias a la estabilización del suelo con cemento. Los cinco bloques de tierra comprimida analizados no presentan rasgos de eflorescencia. La resistencia a compresión promedio a los 28 días de los bloques de tierra comprimida elaborados con suelo de la cantera La Laguna es 17.30 kg/cm<sup>2</sup>, este valor es el parámetro de mayor importancia pues debe cumplir con los estándares de la norma UNE 4410 (2008) para su uso en albañilería.

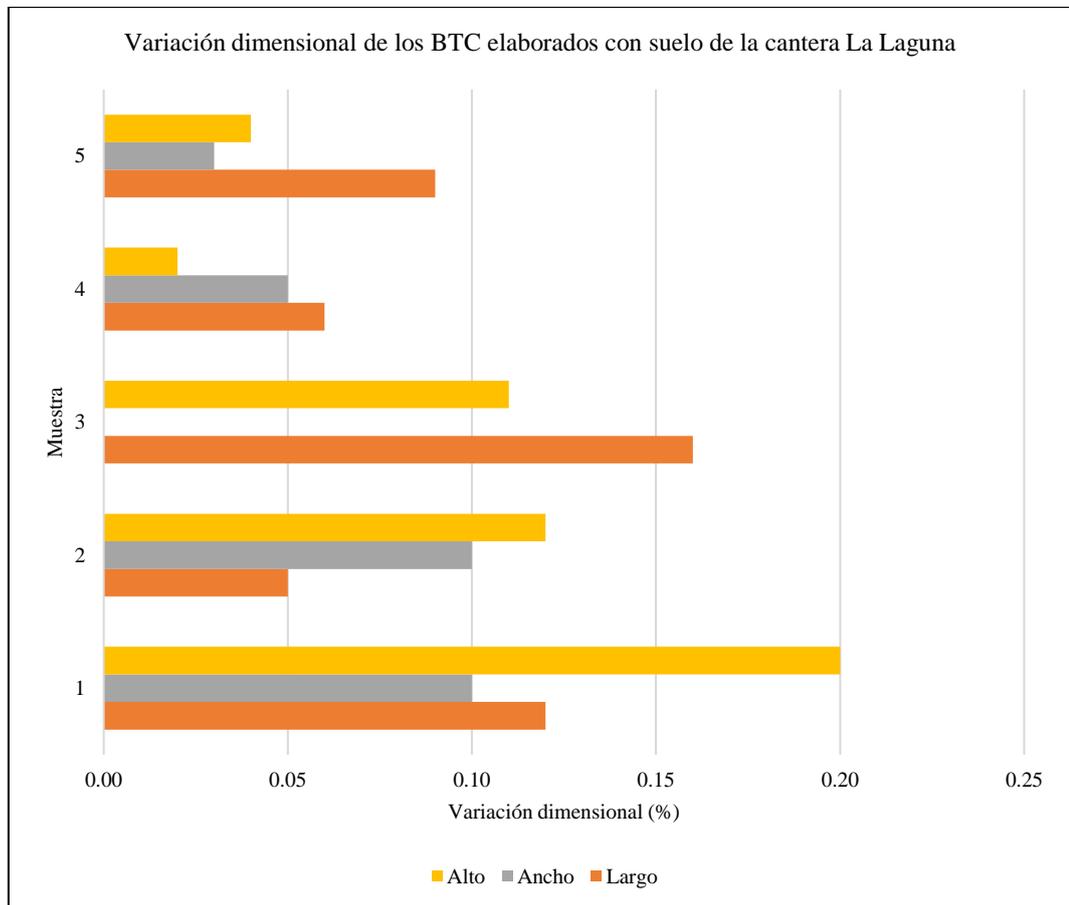
**Tabla 33.**

*Variación dimensional de los BTC, cantera La Laguna*

Muestra	Variación dimensional (%)			Promedio
	Largo	Ancho	Alto	
1	0.12	0.10	0.20	0.14
2	0.05	0.10	0.12	0.09
3	0.16	0.00	0.11	0.09
4	0.06	0.05	0.02	0.04
5	0.09	0.03	0.04	0.05
Máximo	0.16	0.10	0.20	0.14

**Figura 47.**

*Variación dimensional de los BTC, cantera La Laguna*



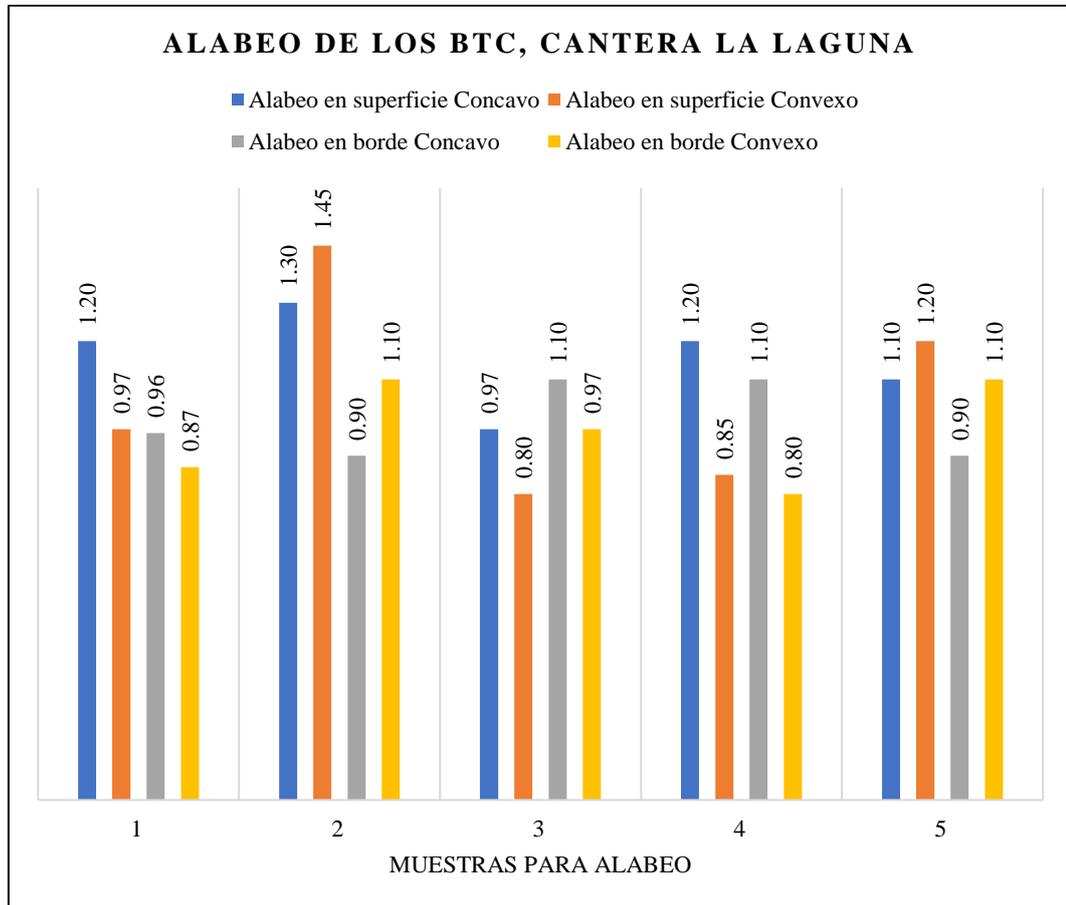
**Tabla 34.**

*Alabeo de los BTC, cantera La Laguna*

Muestra	Alabeo en superficie (mm)		Alabeo en borde (mm)	
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
1	1.20	0.97	0.96	0.87
2	1.30	1.45	0.90	1.10
3	0.97	0.80	1.10	0.97
4	1.20	0.85	1.10	0.80
5	1.10	1.20	0.90	1.10
Máximo (mm)	1.45		1.10	

**Figura 48.**

*Alabeo de los BTC, cantera La Laguna*



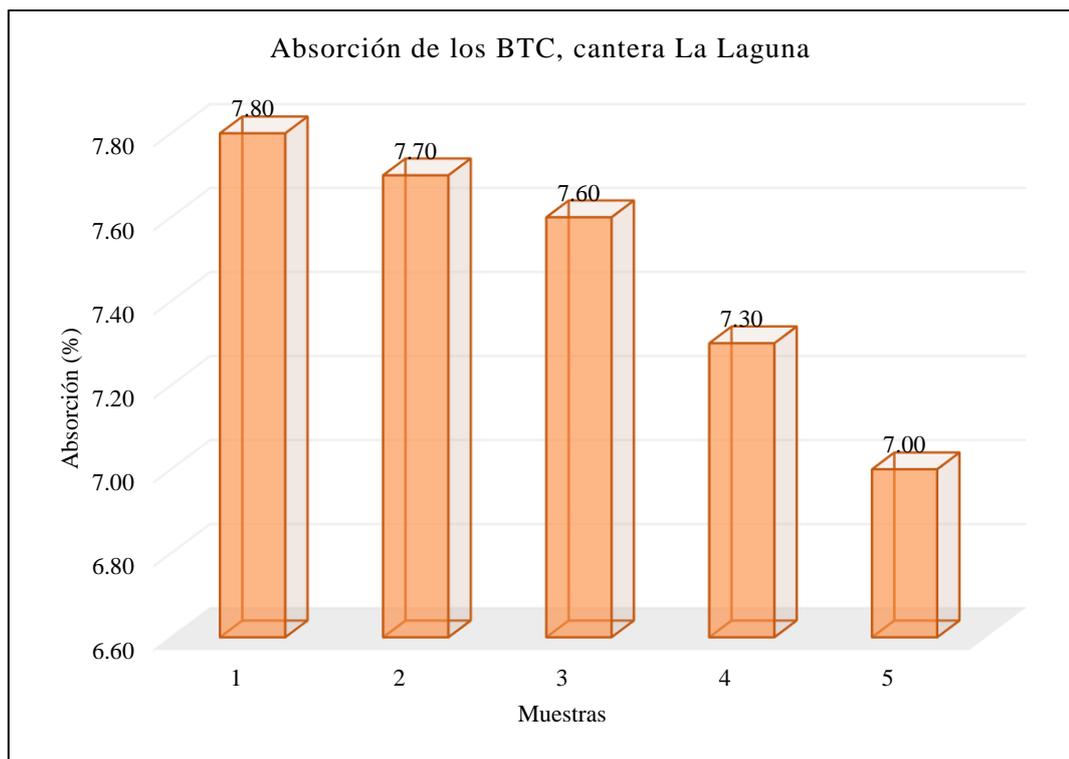
**Tabla 35.**

*Absorción de los BTC, cantera La Laguna*

Muestra	Peso específico de masa	Peso específico de masa SSS	Peso específico aparente	Absorción (%)
1	1.778	1.917	2.066	7.80
2	1.775	1.911	2.056	7.70
3	1.774	1.909	2.050	7.60
4	1.792	1.924	2.064	7.30
5	1.780	1.905	2.035	7.00
Promedio	1.780	1.913	2.054	7.480
Desv. Estándar	0.007	0.007	0.012	0.327
Coef. Variación	0.004	0.004	0.006	0.044

**Figura 49.**

*Absorción de los BTC, cantera La Laguna*



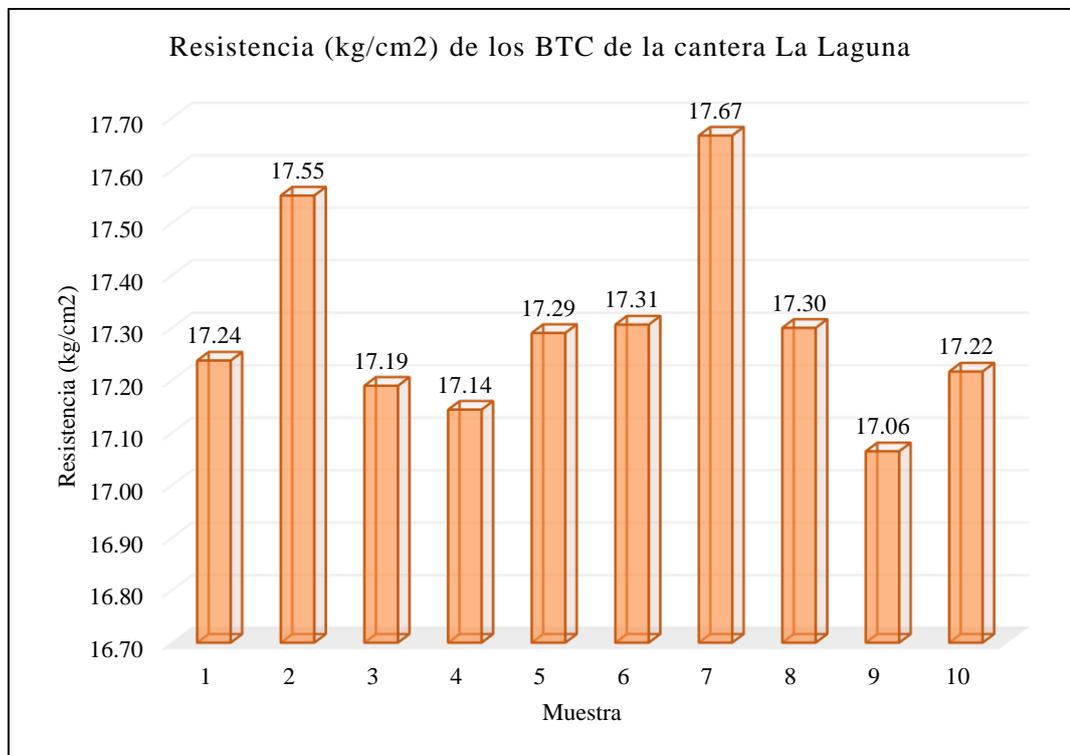
**Tabla 36.**

*Resistencia a la compresión, BTC, cantera La Laguna*

Muestra	Carga (kg)	Área (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
1	6762.65	392.32	17.24
2	6885.01	392.27	17.55
3	6740.22	392.11	17.19
4	6725.94	392.32	17.14
5	6783.04	392.31	17.29
6	6787.12	392.18	17.31
7	6928.86	392.21	17.67
8	6787.12	392.32	17.30
9	6694.33	392.29	17.06
10	6753.47	392.27	17.22
Promedio	6784.78	392.26	17.30
Desv. Estándar	67.76	0.07	0.17
Coef. Variación	0.010	0.000	0.010

**Figura 50.**

*Resistencia a la compresión, BTC, cantera La Laguna*



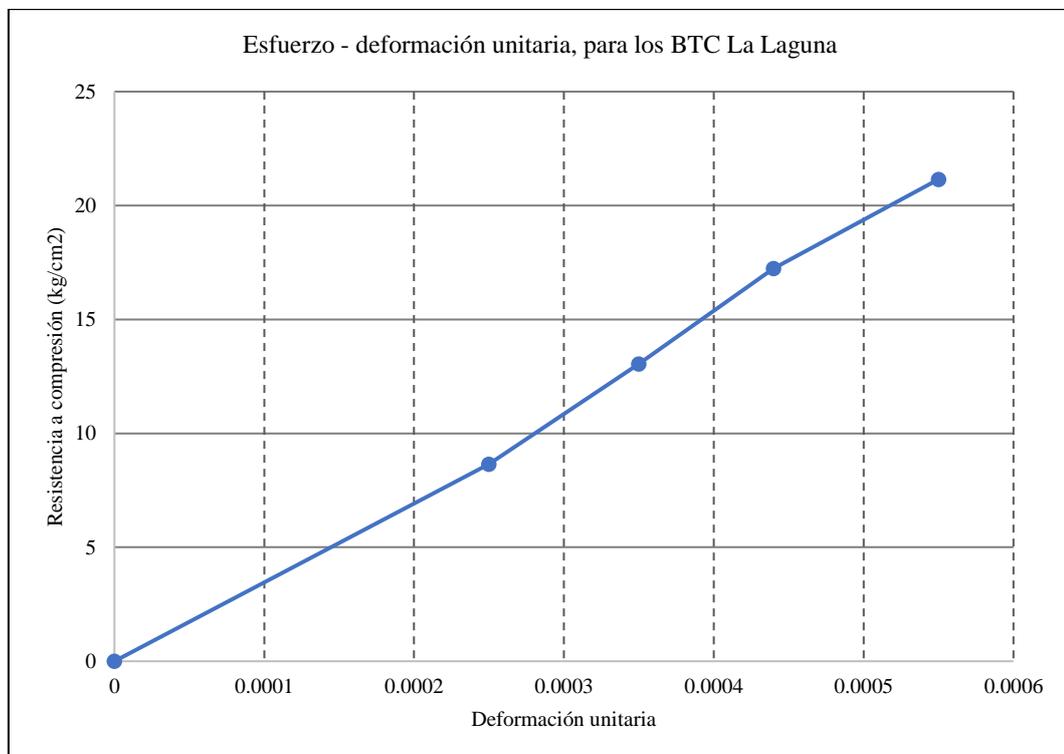
**Tabla 37.**

*Módulo de elasticidad de los BTC, cantera La Laguna*

Muestra	Deformación unitaria	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad
1	0.00044	17.2375	39176.13
2	0.00045	17.5519	39004.22
3	0.00044	17.1895	39067.09
4	0.00044	17.1439	38963.47
5	0.00045	17.2901	38422.44
6	0.00043	17.3061	40246.64
7	0.00045	17.6662	39258.23
8	0.00045	17.2999	38444.17
9	0.00043	17.0646	39685.05
10	0.00045	17.2166	38259.03
Promedio	0.000443	17.297	39052.65
Desv. Estándar	8.2E-06	0.183	604.68
Coef. Variación	1.9E-02	0.011	0.02

**Figura 51.**

*Curva esfuerzo – deformación unitaria para los BTC, cantera La Laguna*



### **5.1.3. Análisis de la resistencia de los BTC respecto a la normatividad**

Los BTC hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, cumplen con los lineamientos de la norma UNE 41410 (2008) para un BTC tipo 1, cumplen con los lineamientos para adobe según la norma E.080, pero no alcanzan la resistencia mínima sugerida en la norma E.070, para ser considerados bloques no portantes en albañilería, no obstante, tienen mayor resistencia que un adobe, para su utilización en la mampostería de viviendas rurales. Así mismo, según el análisis de costos unitarios (ver anexo), el costo de un adobe, BTC y ladrillo KK, es respectivamente, 0.76, 0.37 y 1.04 soles, por tanto, el precio de un BTC equivale al 48.26% y 35.47% de un adobe y ladrillo, además si se utilizasen para elaborar 1 m<sup>2</sup> de muro, tendría un costo de 40.22, 37.85 y 58.57 soles, respectivamente, por tanto, un muro de BTC representa el 94.10% y 64.62% del costo de un muro de adobe y ladrillo.

Los BTC elaborados con suelo de la cantera Succhapampa tienen una absorción de 5.38%, por lo que tienen mayor resistencia a climas húmedos, incluso su porcentaje de absorción es menor que el normado por la UNE 41410 (2008) y la Norma E.070, en 55.17%, así mismo, la resistencia a compresión asciende a 17.31 kg/cm<sup>2</sup>, que representa 30.64% más resistencia que un BTC tipo 1 normado por la UNE 41410 (2008), también representa 69.70% más resistencia que un adobe normado por la E.080 (MVCS, 2021), pero no alcanza a superar la resistencia de un bloque de albañilería no portante, según la norma E.070 (MVCS, 2021) faltándole un 13.45% más de resistencia, sin embargo, se puede concluir que el BTC elaborado con suelo de la cantera Succhapampa presenta buenas características físico mecánicas, para su uso en la edificación de muros de mampostería para viviendas rurales del distrito de Tacabamba.

Los BTC elaborados con suelo de la cantera Cumpampa tienen una absorción de 9.54%, por lo que tienen mayor resistencia a climas húmedos, incluso su porcentaje de absorción es menor que el normado por la UNE 41410 (2008) y la Norma E.070, en 20.50%, así mismo la resistencia a compresión asciende a 17.35 kg/cm<sup>2</sup>, que representa 30.94% más resistencia que un BTC tipo 1 normado por la UNE 41410 (2008), también representa 70.10% más resistencia que un adobe normado por la E.080 (MVCS, 2021), pero no alcanza a superar la resistencia de un bloque de albañilería no portante, según la norma E.070 (MVCS, 2021) faltándole un 13.25% más de resistencia, sin embargo, se puede concluir que el BTC elaborado con suelo de la cantera Cumpampa presenta buenas características físico mecánicas, para su uso en la edificación de muros de mampostería para viviendas rurales del distrito de Tacabamba.

Los BTC elaborados con suelo de la cantera La Laguna tienen una absorción de 7.48%, por lo que tienen mayor resistencia a climas húmedos, incluso su porcentaje de absorción es menor que el normado por la UNE 41410 (2008) y la Norma E.070, en 37.66%, así mismo la resistencia a compresión asciende a 17.30 kg/cm<sup>2</sup>, que representa 30.56% más resistencia que un BTC tipo 1 normado por la UNE 41410 (2008), también representa 69.61% más resistencia que un adobe normado por la E.080 (MVCS, 2021), pero no alcanza a superar la resistencia de un bloque de albañilería no portante, según la norma E.070 (MVCS, 2021) faltándole un 13.50% más de resistencia, sin embargo, se puede concluir que el BTC elaborado con suelo de la cantera La Laguna presenta buenas características físico mecánicas, para su uso en la edificación de muros de mampostería para viviendas rurales del distrito de Tacabamba.

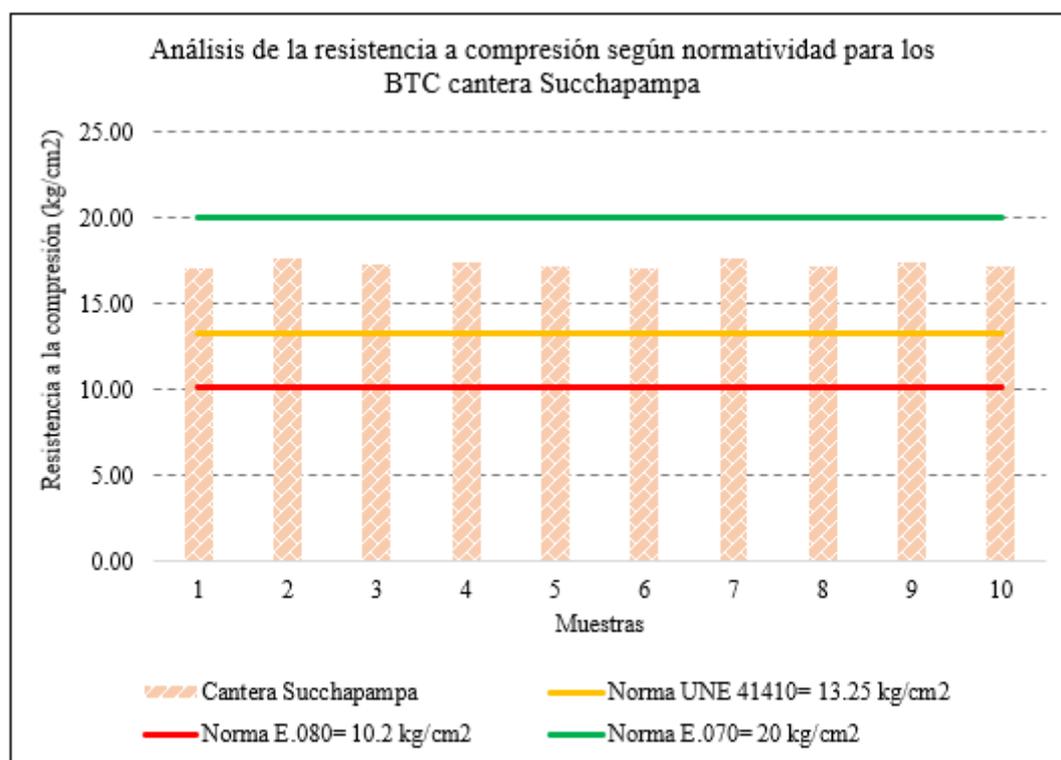
**Tabla 38.**

*Comparación de las propiedades del BTC elaborado con suelo de la cantera Succhapampa, con los estándares de la normatividad*

Características de los BTC	BTC Succhapampa	Criterio normativo		
		Norma UNE 41410	Norma E.080	Norma E.070
Tipo	BTC con 15% de cemento	BTC1	Adobe	Bloque NP
Variación dimensional máxima				
Largo (%)	0.05	2.00		7.00
Ancho (%)	0.10	1.00		6.00
Alto (%)	0.10	1.00		4.00
Alabeo máximo (mm)	1.25	10.00		8.00
Absorción (%)	5.38	12.00		12.00
Eflorescencia	-----	----	-----	-----
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	17.31	13.25	10.20	20.00

**Figura 52.**

*Símil de la resistencia a compresión, BTC hecho con suelo de la cantera Succhapampa, con los estándares de la normatividad*



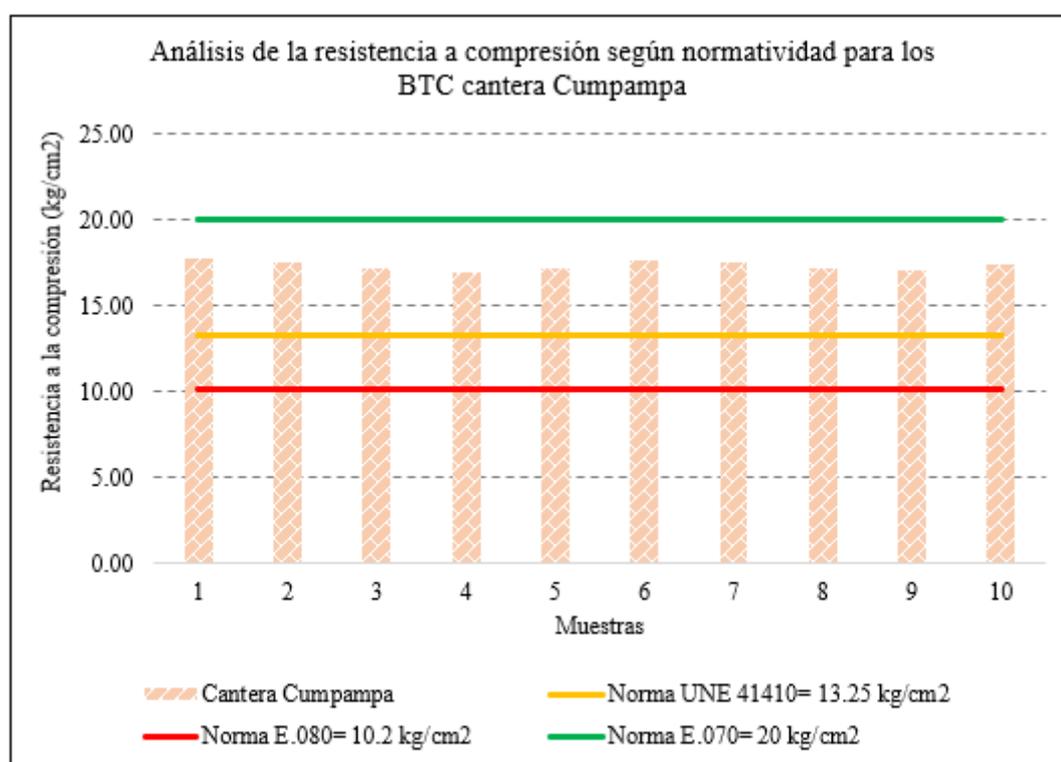
**Tabla 39.**

*Comparación de las propiedades del BTC elaborado con suelo de la cantera Cumpampa, con los estándares de la normatividad*

Características de los BTC	BTC Cumpampa	Criterio normativo		
		Norma UNE 41410	Norma E.080	Norma E.070
Tipo	BTC con 15% de cemento	BTC1	Adobe	Bloque NP
Variación dimensional máxima				
Largo (%)	0.09	2.00		7.00
Ancho (%)	0.09	1.00		6.00
Alto (%)	0.08	1.00		4.00
Alabeo máximo (mm)	1.05	10.00		8.00
Absorción (%)	9.54	12.00		12.00
Eflorescencia	-----	----	-----	-----
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	17.35	13.25	10.20	20.00

**Figura 53.**

*Símil de la resistencia a compresión, BTC hecho con suelo de la cantera Cumpampa, con los estándares de la normatividad*



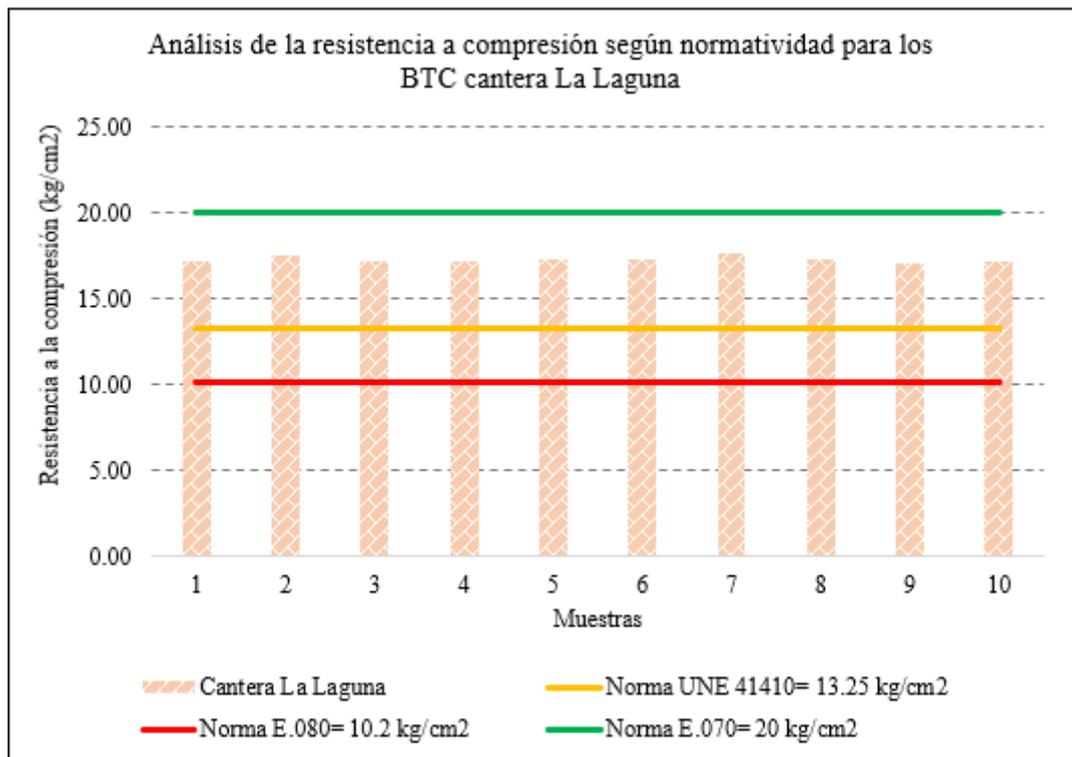
**Tabla 40.**

*Comparación de las propiedades del BTC hecho con suelo, cantera La Laguna, con los estándares de la normatividad*

Características de los BTC	BTC La Laguna	Criterio normativo		
		Norma UNE 41410	Norma E.080	Norma E.070
Tipo	BTC con 15% de cemento	BTC1	Adobe	Bloque NP
Variación dimensional máxima				
Largo (%)	0.16	2.00		7.00
Ancho (%)	0.10	1.00		6.00
Alto (%)	0.20	1.00		4.00
Alabeo máximo (mm)	1.45	10.00		8.00
Absorción (%)	7.48	12.00		12.00
Eflorescencia	-----	-----	-----	-----
Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	17.30	13.25	10.20	20.00

**Figura 54.**

*Símil de la resistencia a compresión, BTC hecho con suelo de la cantera La Laguna, con los estándares de la normatividad*



## 5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

Los BTC elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpamapa o La Laguna, presentan buenas características físico mecánicas. La resistencia a la compresión para los BTC de las canteras Succhapampa, Cumpamapa y La Laguna, alcanza valores de 17.31, 17.35 y 17.30 kg/cm<sup>2</sup>, valores similares a los alcanzados por Villada y Gordon (2017) quienes elaboraron BTC mejorados con escombros, Alvarado (2019) quien elaboró BTC estabilizados con cemento o aglomerante puzolánico, Cornejo y Figueroa (2018) quienes elaboraron BTC estabilizados con CONSOLID, e Infante (2020) que elaboró BTC con adición de goma de aloe vera.

Existen investigación que superan por mucho las resistencias alcanzadas, tal como el estudio de Mejía (2018) que alcanza BTC con RCD de hasta 82.80 kg/cm<sup>2</sup>, López (2018) que alcanza BTC con aditivos orgánicos de hasta 69.35 kg/cm<sup>2</sup>, Sánchez y Valero (2020) que verificaron la resistencia de BTC de hasta 61.18 kg/cm<sup>2</sup>, Medina (2021) que elaboró BTC estabilizados con 10% de cemento de hasta 76.96 kg/cm<sup>2</sup>, Mejía (2019) que construyó BTC con fibra de seudotallo de plátano que alcanzaron una resistencia de 39.51 kg/cm<sup>2</sup>, y Vermiglio (2019) quien elaboró un superadobe compactado que alcanzó hasta 28.50 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión. Esta diferencia se debe a que muchos de los estudios mencionados utilizaron suelo clasificado como areno arcilloso, utilizaron una máquina industrial o de mejor proceso mecánico que lograba un mejor terminado y evitaba que los bloques sufrieran rajaduras al desmoldar, y algunos utilizaron otro tipo de estabilizante además del cemento para el mejoramiento de la resistencia mecánica.

No obstante, ninguna de las investigaciones antes mencionada logra valores tan bajos de absorción como en el presente estudio, por lo que se puede aseverar que los BTC elaborados con suelo de las canteras Succhupampa, Cumpamapa o La Laguna del distrito de Tacabamba son más impermeables que los BTC elaborados por otros autores, siendo así, son adecuados para climas fríos y lluviosos, tal como es el clima de la provincia de Chota. Por tanto, se concluye que a pesar de solo haber utilizado el suelo natural de las canteras Succhupampa, Cumpamapa o La Laguna del distrito de Tacabamba y estabilizante “cemento” al 15%, con limitaciones por el equipo manual de compactación, se ha logrado elaborar bloques de tierra comprimida con buenas características físicas y mecánicas, además se ha abierto la puerta para nuevas investigaciones sobre la elaboración de BTC con la mezcla de suelo natural de las canteras del distrito de Tacabamba y arena de la cantera Conchán, o con la aplicación de otro tipo de estabilizante que permita mejores resultados de resistencia a la compresión.

**Tabla 41.**

*Características físico mecánicas de los BTC hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna*

BTC elaborados con suelo de canteras del distrito de Tacabamba	Características físicas				Características mecánicas
	Variación dimensional (%)	Alabeo (mm)	Absorción (%)	Eflorescencia	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
BTC Succhapampa	0.08	1.25	5.38	No presenta	17.31
BTC Cumpampa	0.07	1.05	9.54	No presenta	17.35
BTC La Laguna	0.14	1.45	7.48	No presenta	17.30

El índice de plasticidad del suelo tiene relación significativamente inversa con la resistencia a compresión de los BTC hechos con dicho suelo, tal como se puede verificar en la Figura 55, a mayor plasticidad menor resistencia, aunque esta variación es mínima (0.05 kg/cm<sup>2</sup>), demuestra que la norma UNE 41410 (2008) tiene razón al sugerir un rango de plasticidad en el suelo para su uso en la elaboración de BTC, es decir la norma sugiere suelos moderadamente plásticos dentro de un diagrama de zona recomendada en base al LL e IP. La plasticidad del suelo no tiene relación con la absorción de los BTC, es decir esta característica física del BTC no depende del índice de plasticidad del suelo, como se puede ver en la Tabla 42, pero si presenta relación directa con el contenido de humedad, mientras menor sea la humedad del suelo, también será menor la absorción del BTC, esto se debe a que el estabilizante en contacto con un suelo de baja humedad solidifica más rápido y disminuye su velocidad de absorción según Cañola et al. (2018).

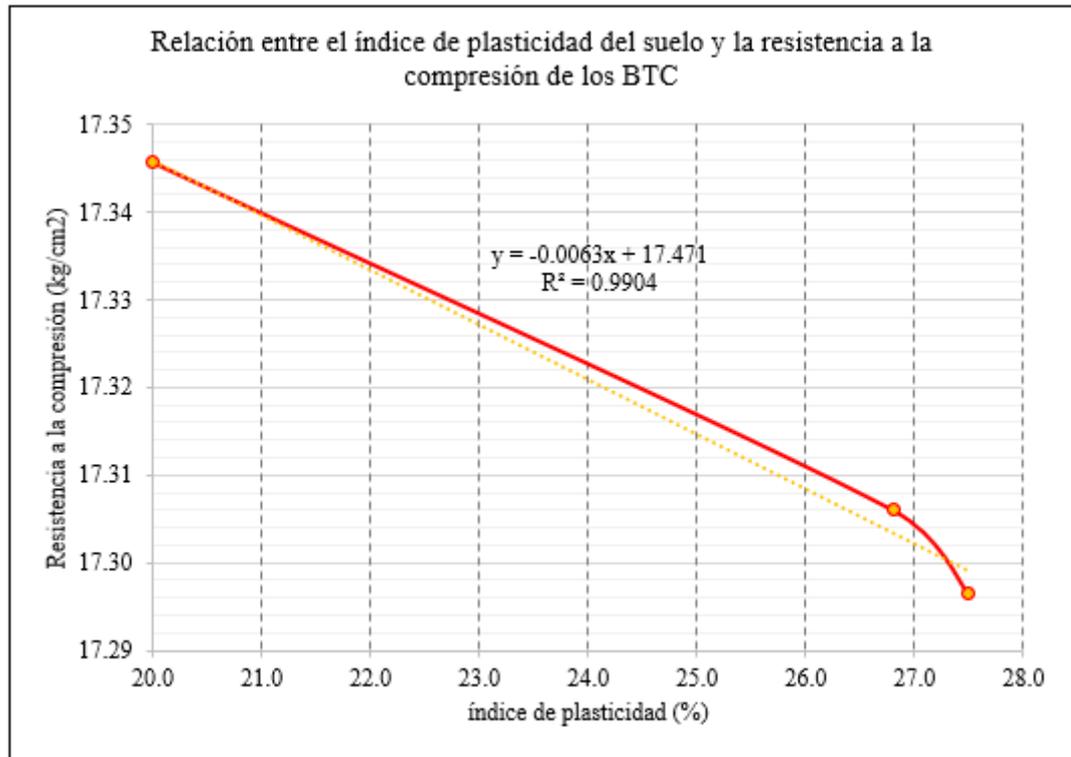
**Tabla 42.**

*Características del suelo y características físico mecánicas de los BTC*

Canteras	Características físicas del suelo		Características de los BTC	
	Índice de plasticidad (%)	Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Cantera Cumpampa	20.0	21.65	9.54	17.35
Cantera Succhapampa	26.8	19.51	5.38	17.31
Cantera La Laguna	27.5	21	7.48	17.30

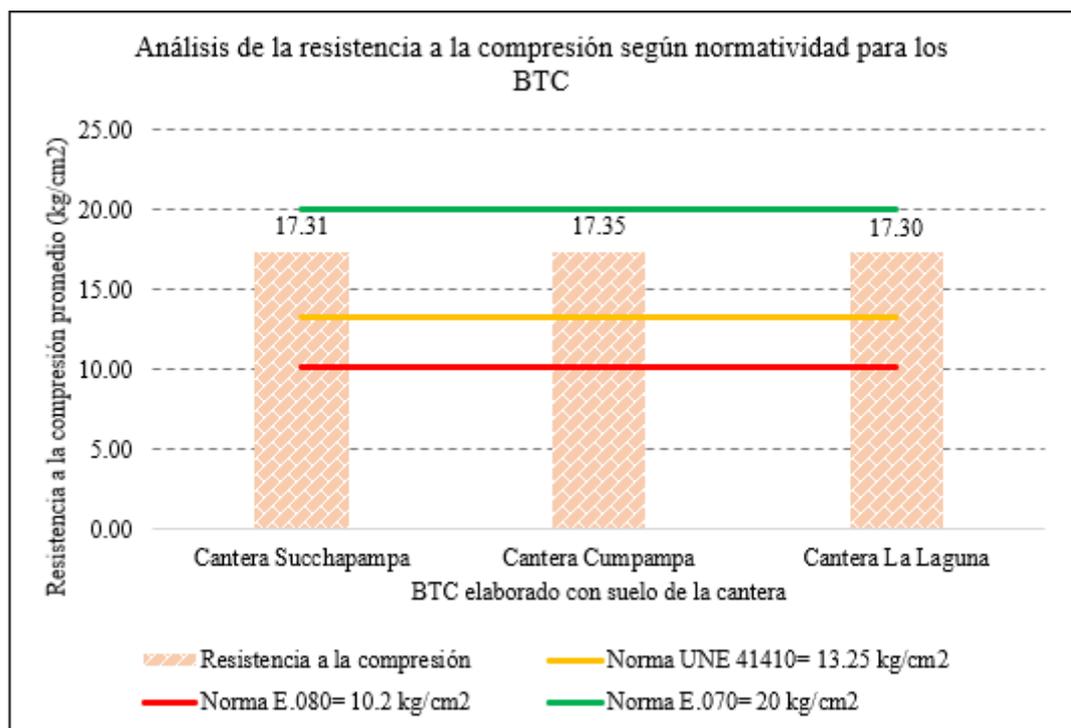
**Figura 55.**

*Índice de plasticidad del suelo y resistencia BTC*



**Figura 56.**

*Comparación de la resistencia a compresión BTC respecto a las normas*



Los BTC hechos con suelo de la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna cumplen y superan la resistencia mínima sugerida por la norma E.080 en adobes, tal como otras investigaciones regionales de Vermiglio (2019), Mejía (2019) e Infante (2020).

Los BTC hechos con suelo de la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna según la norma UNE 41410 (2008) en base a la resistencia a compresión, se clasifican como BTC tipo 1, tal como, los BTC elaborados por Villada y Gordon (2017), Alvarado (2019), Cornejo y Figueroa (2018), Aliaga y Alvarado (2019), entre otros, no obstante no cumplen con la norma E.070 para su uso como bloque de albañilería, en cambio, autores como López (2018) y Mejía (2018) elaboraron BTC tipo 5, los cuales tienen igual resistencia que una unidad de albañilería, sin embargo, el BTC1 cumple con los estándares normativos y puede ser usado, como material de mampostería, para la construcción de viviendas rurales de hasta dos niveles. Por tanto, se concluye que los BTC elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna pueden ser utilizados en remplazo del adobe para la edificación de viviendas en el distrito de Tacabamba.

### **5.3. Contrastación de hipótesis**

El análisis estadístico de la varianza (ANOVA), se hizo en el programa Minitab 19, para aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ) o alternativa ( $H_1$ ). Para un nivel de confianza de 95%, si el valor p es menor al nivel de significancia 0.05, se rechaza  $H_0$ , caso contrario se acepta. El modelo estadístico que más se ajusta es el modelo lineal general, y las hipótesis son:

$H_1$ : Los BTC elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba cumplen con la resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).

Ho: Los BTC elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba no cumplen con la resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).

**a) Resistencia a compresión de los BTC entre canteras**

Para poder validar o refutar la hipótesis primero se debe definir si la media de la resistencia a compresión es igual para todas las canteras o existe diferencia significativa, surgiendo así las hipótesis específicas:

- Ho<sub>a</sub>: No existe diferencia significativa entre la resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba con fines de albañilería.
- H1<sub>a</sub>: Existe diferencia significativa entre la resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba con fines de albañilería.

En la Tabla 43, se muestran las resistencias compresión alcanzadas por los BTC hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa o La Laguna, y cemento como estabilizante al 15% del peso. Estos datos se han correlacionado con el índice de plasticidad del suelo (Cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna tienen un índice de plasticidad de 26.8, 20.00 y 27.5% respectivamente), para formar la tabla de datos que se analizarían en el software Minitab 19, donde el índice de plasticidad del suelo de las canteras representa la variable independiente del análisis, mientras que la variable dependiente es la resistencia a compresión del BTC.

**Tabla 43.**

*Resistencia BTC hechos con suelo de Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, para análisis estadístico*

Muestra	Cantera Succhapampa	Cantera Cumpampa	Cantera La Laguna
1	17.06	17.73	17.24
2	17.61	17.55	17.55
3	17.24	17.24	17.19
4	17.47	16.95	17.14
5	17.24	17.21	17.29
6	17.07	17.69	17.31
7	17.61	17.50	17.67
8	17.17	17.16	17.30
9	17.43	17.03	17.06
10	17.16	17.39	17.22

En la tabla 44, el valor-p es 0.874, valor mayor que el valor de significancia de 0.05, por tanto, se acepta  $H_0$ ; entonces se puede aseverar que no hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre los bloques de tierra comprimida elaborados con suelo de diferentes canteras. Por tanto, se afirma que todas las medias son iguales ya que la resistencia a la compresión no se ve afectada por las características del suelo, esto debido a que el índice de plasticidad de las tres canteras es similar con un coeficiente de variación de 13.87%.

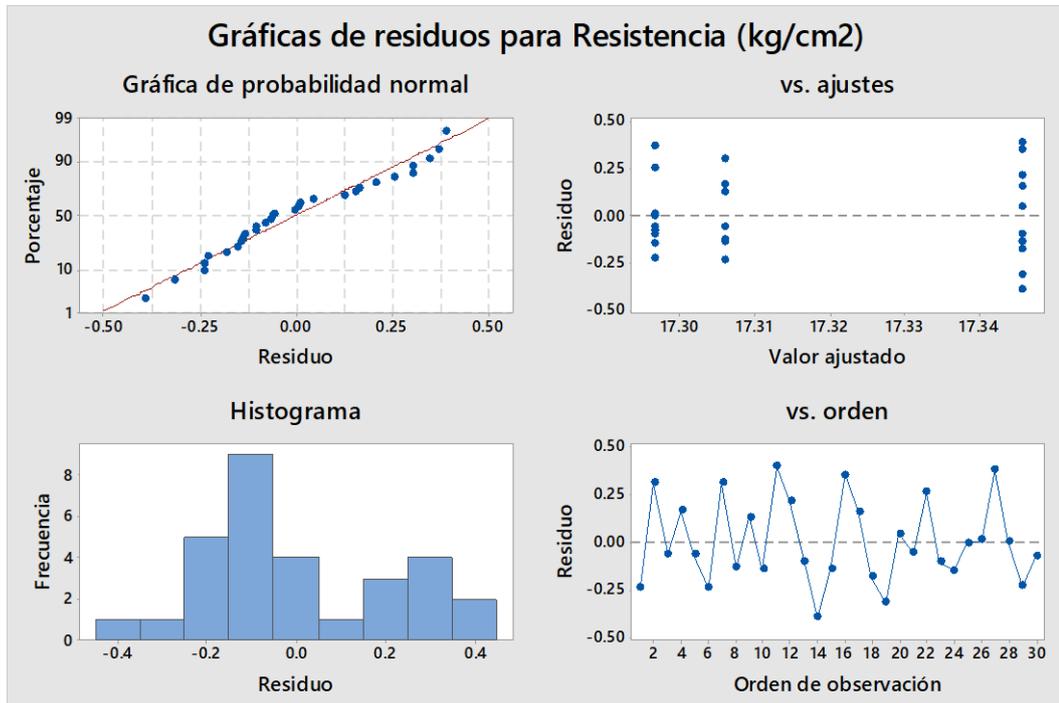
**Tabla 44.**

*Análisis de varianza ANOVA*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Índice de plasticidad	2	0.01356	0.006779	0.14	0.874
Error	27	1.35400	0.050148		
Total	29	1.36756			

**Figura 57.**

*Gráfica de residuos para resistencia (kg/cm<sup>2</sup>) de los BTC*



**b) Resistencia a compresión de los BTC con las normas vigentes**

Como la media de los BTC hechos con suelo de diferentes canteras presenta similar resistencia a compresión, se utilizarán todos los datos de la Tabla 43, sin distinción por cantera. El análisis estadístico de varianza (t-estudent) se ha realizado mediante el software Minitab 19, con el fin de aceptar la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), el valor-p es mayor que el nivel de significancia (0.05) o la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>), si el valor-p es menor que el nivel de significancia (0.05).

- Hob: Los BTC tienen resistencias a compresión menores a 13.25 kg/cm<sup>2</sup> (norma UNE 41410, 2008). H<sub>0</sub>:  $\mu < 13.25$
- H1b: Los BTC tienen resistencias a compresión superiores a 13.25 kg/cm<sup>2</sup> (norma UNE 41410, 2008). H<sub>1</sub>:  $\mu > 13.25$

En la tabla 45, el valor-p es menor que el nivel de significancia (0.05), por tanto, se acepta H<sub>1</sub>, por lo que se puede aseverar que los BTC hechos con suelo de las

canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, cumplen con la resistencia a compresión de la norma E.080 “Adobe” (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).

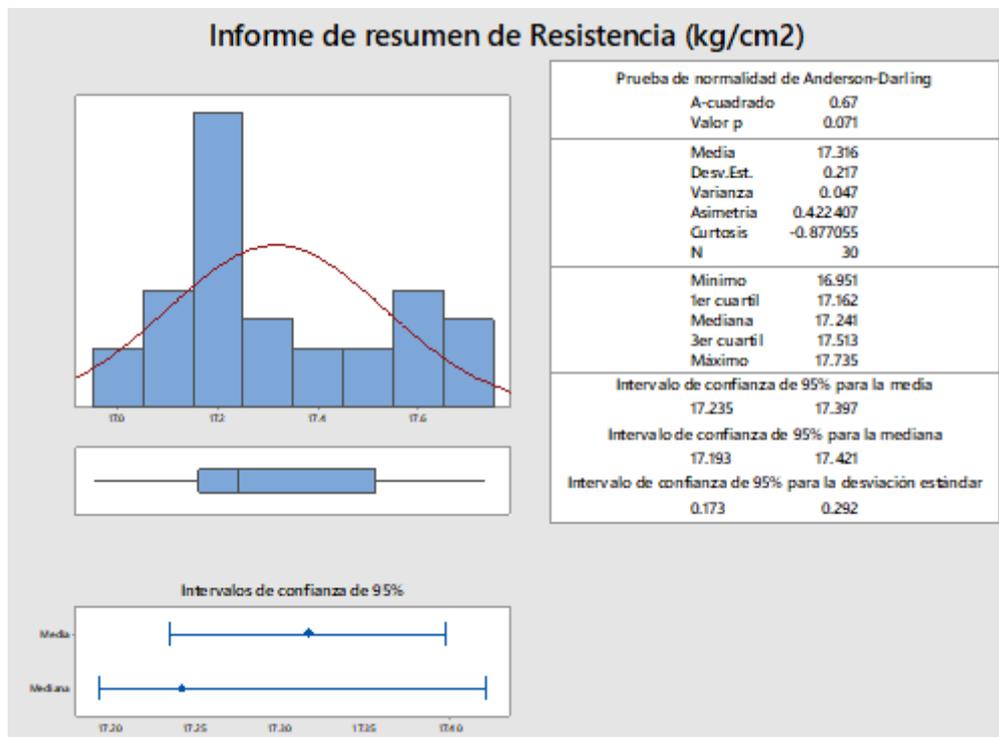
**Tabla 45.**

*Prueba t-student*

Valor T	Valor p
102.56	0.000

**Figura 58.**

*Estadística descriptiva de resistencia BTC*



## CONCLUSIONES

Los BTC hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, del distrito de Tacabamba, fueron sometidos a ensayos físico mecánicos para verificar si cumplen los lineamientos de resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008), concluyendo:

- 1) El suelo de las canteras Succhapampa y Cumpampa, tal como se puede observar en la Figura 35, cumplen con la curva granulométrica o en otras palabras están dentro de la gradación permitida por la norma UNE 41410 (2008), en cambio, el suelo de la cantera La Laguna está fuera de la gradación estándar, por lo que ha sido necesario tamizar el material antes de su uso. Así mismo, el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, no están dentro de la zona recomendada del diagrama de plasticidad del suelo (Fig. 36), es decir el suelo de las tres canteras es demasiado plástico para su uso en la producción de BTC según la norma UNE 41410 (2008), por ello, para su uso, se ha aplicado cemento al 15% del peso, como estabilizante.
- 2) Los BTC elaborados con suelo de la cantera Succhapampa, tienen como características físicas, variación dimensional máxima de 0.10%, alabeo máximo de 1.25 mm y absorción promedio de 5.38%. Los BTC elaborados con suelo de la cantera Cumpampa tiene un porcentaje de variación dimensional máximo de 0.09%, alabeo máximo de 1.05 mm, y absorción de 9.54%. Los BTC elaborados con suelo de la cantera La Laguna tienen un porcentaje de variación dimensional máximo de 0.20%, alabeo máximo de 1.45 mm y absorción de 7.48%. Los BTC elaborados con suelo de la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna no presentan rasgos de eflorescencia (Tabla 41).

- 3) Los BTC hechos con suelo de la cantera Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, presentan como media de la resistencia a compresión en unidad a 17.31 kg/cm<sup>2</sup>, 17.35 kg/cm<sup>2</sup> y 17.30 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente (Tabla 41). La cantera Cumpampa, logra unidades 0.23% más resistentes que la cantera Succhapampa, y 0.28% más resistentes que la cantera La Laguna, no obstante, con el suelo de las tres canteras se logra elaborar bloques de tierra comprimida de buena calidad mecánica, cuyos módulos de elasticidad según los gráficos esfuerzo – deformación unitaria (Fig. 41, Fig. 46, Fig. 51) varían de 39000 a 45000 kg/cm<sup>2</sup>.
- 4) Los BTC elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, son 69.70, 70.10 y 69.61% más resistentes que un adobe de 10.20 kg normado por la E.080 (MVCS, 2021); 30.64, 30.94, y 30.56% más resistentes que un BTC tipo 1 de 13.5 kg normado por la UNE 41410 (2008), no obstante, son 13.45, 13.25 y 13.50% menos resistentes que un bloque de albañilería de 20 kg normado por la E.070 (MVCS, 2021). Por tanto, cumplen con los lineamientos de la norma E.080 (MVCS, 2021) y UNE 41410 (2008), pero no con la norma E.070 (MVCS, 2021). El costo unitario de un BTC (0.37 soles) representa el 48.26% del costo de un adobe (0.76 soles), así mismo, si se construyera 1 m<sup>2</sup> de muro de adobe y BTC el costo sería 40.22 y 37.85 soles, respectivamente. Por lo que, los BTC pueden ser usados como remplazo del adobe en viviendas rurales.

## RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

- 1) Se propone a los pobladores de los diferentes centros poblados del distrito de Tacabamba remplazar el adobe por BTC hechos con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, para la construcción de sus viviendas.
- 2) Se sugiere que las personas que quieran emprender un negocio de comercialización de bloques de tierra comprimida adquieran un equipo industrial o mecánico de calidad para la compactación de BTC, debido a que los equipos hechizos o autoconstruidos tienen limitantes para el moldeo y desmolde de los bloques, dificultando el trabajo masivo.
- 3) Debido a que según la norma UNE 41410 (2008) el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna es demasiado plástico lo que disminuye la resistencia del BTC, se espera se realicen nuevas investigaciones donde trabajen con este suelo natural pero agregándole cierto porcentaje de arena para disminuir el índice plástico, sin embargo, se recuerda que los BTC cumplen con los lineamientos de la norma E.080 y UNE 41410 para su uso como sustituto del adobe, por lo que si se toma en cuenta esta sugerencia sería para lograr BTC de la calidad de un ladrillo.
- 4) Se recomienda, realizar nuevos estudios sobre la manufactura de BTC por los aportes que estos representan en el aspecto ambiental, social y económico, debido a que no requieren procesos de cocción, ocupan menos espacio que un ladrillo y su materia prima es la tierra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abessolo, D., Biwolé, A. B., Fokwa, D., Njeugna, E., & Koungang, M. G. (2020). Modeling of the Variation of Physical and Mechanical Properties of Compressed Earth Blocks Stabilized With Treated Bamboo Fibers. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 9(3), 7-12. DOI:10.9790/1813-0903010712
- Acosta, H. (2017). *Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de los Andes].
- Aliaga, G. y Alvarado, J.A. (2019). *Mejora del bloque de tierra comprimida con aditivos regionales naturales para la auto construcción de viviendas*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingeniería].
- Alvarez, S.Y. (2018). *Comparación de las propiedades mecánicas de unidades y prismas de bloques de tierra comprimida estabilizada con cemento y geopolímero de puzolana*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/13435>
- Alvarado, E. F. (2019). *Propuesta de desarrollo tecnológico para producción de bloques BTC estabilizados con aglomerante puzolánico*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/13793>
- Angulo, D.E. y Carreño, A.K. (2017). El Bloque de Tierra Comprimido o (BTC). Una alternativa de Construcción para la Arquitectura Contemporánea. *Revista Nodo*, 12(23), 31-37. <https://doi.org/10.54104/nodo.v12n23.140>
- Aranda-Jiménez, Y. G., & García-Izaguirre, V. M. (2016). Efectos de utilización de savias vegetales en bloques de tierra comprimida a la prueba de abrasión. *LEGADO de Arquitectura y Diseño*, 11(19), 101-110. <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14969>
- Arbildo, B. J. (2017). *Ensayo de Compresión Axial y Compresión Diagonal de especímenes de albañilería de ladrillos de arcilla (Hércules I) fabricados en la ciudad de Tacna*. [Tesis de grado. Universidad Privada de Tacna].
- Arce, W. (2021). Diseño de software de clasificación de suelo programado en la plataforma. net de Visual Studio bajo las normas de los sistemas SUCS y AASTHO. *Revista Tierra*, 1(1), 1-5.

- Arteaga, K.T., Medina, Ó.H., & Gutiérrez, Ó.J. (2011). Bloque de tierra comprimida como material constructivo. *Revista Facultad De Ingeniería*, 20(31), 55–68. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1421>
- ASTM D 2487. (2011). *Práctica estándar para la clasificación de los suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)*. United States.
- Ávila-Esquivel, T, Badilla-Vargas, G., Villegas-Villegas, R.E., Salazar-Delgado, J., Aguiar-Moya, J.P. (2013). Caracterización físico-química de los suelos de Costa Rica. Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA). <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/254>
- Benavides, D.E. (2020). *Determinación de material particulado  $pm_{10}$  y  $pm_{2,5}$  en canteras de Puzolana del barrio san Felipe, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, periodo 2019-2020* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6791>
- Botía, W.A. (2015). *Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo*. [Tesis de grado., Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá].
- Briones, M. E., e Irigoín, N.U. (2015). *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho Alto-Sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/6679>
- Cabrera, M. M., y Tello, J. D. (2021). *Mejora de las propiedades mecánicas de los bloques de tierra comprimida (BTC) reforzados con cemento y fibra natural*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Cabrera, S., González, A., & Rotondaro, R. (2020). Resistencia a compresión en Bloques de Tierra Comprimida. Comparación entre diferentes métodos de ensayo. *Informes de la Construcción*, 72(560), e360-e360. <https://doi.org/10.3989/ic.70462>
- Cañola, H. D., Builes-Jaramillo, A., Medina, C. A., & González-Castañeda, G. E. (2018). Bloques de Tierra Comprimida (BTC) con aditivos bituminosos. *TecnoLógicas*, 21(43), 135-145. <https://doi.org/10.22430/22565337.1061>

- Cid, J.J. (2012). *Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción*. [Tesis de grado., Universidad Politécnica de Madrid].
- Cornejo, O.O. y Figueroa, J.G. (2018). *Comportamiento físico-mecánico de unidades de albañilería de tierra cruda fabricadas con suelo de los sectores Tambillo – Cusco y PetroPerú – San Jerónimo, estabilizadas con sistema CONSOLID, Cusco 2018*. [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco].
- Cueto, P. T., y Vilca, R. (2018). *Reforzamiento de la albañilería confinada más utilizada en Arequipa con malla electrosoldada*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].
- Danso, H. y Adu, S. (2019). Caracterización de bloques de tierra comprimida estabilizados con arcilla puzolana. *J. Civ. Reinar. Ing.*, 9 (1), 1-6. DOI: 10.4172/2165-784X.1000331
- Duque, G., & Escobar, C. E. (2016). Origen formación y constitución del suelo, fisicoquímica de las arcillas. *Geomecánica*, 11, 28.
- Fundación Laboral de la Construcción. (2009). *Albañilería, 3ª ed.* Tornapunta Ediciones, S.L.U. ISBN: 978-84-96945-87-6.
- García, O.L., & Quintero, B.C. (2020). *Análisis de las características físico-mecánicas y de absorción del bloque de tierra comprimida con dimensiones 15x10x30 cm impermeabilizado con brea asfáltica triturada en su estado sólido* [Tesis de grado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña].
- Gallegos-Villela, R. R., Brandt-García, L. A., Arvizu-Sánchez, E., Cerda-Luque, P., del Carmen Galindo-López, R., & Izquierdo-Kulich, E. (2021). Mathematical model of the eroding effect on the surface morphology of Compressed Earth Bricks. *International Journal*, 9(3).
- Gamarra, R. C. (2001). *Software para el diseño estructural de albañilería con fuerzas perpendiculares al muro*. [Tesis de grado. Universidad de Piura].
- Guzmán, S., & Iñiguez, M. (2016). Metodología para elección de estabilizantes químicos para bloques de tierra. *Estoa. Revista De La Facultad De Arquitectura Y Urbanismo De La Universidad De Cuenca*, 5(9), 151–159. <https://doi.org/10.18537/est.v005.n009.12>
- Herrera, H.J. y Pla, F. (2006). *Métodos de Minería a Cielo Abierto*. Universidad Politécnica de Madrid.

- Hernández, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal*. [Tesis de grado, Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/107822>
- Hernández, A. V., Botero, L. F. B., & Arango, D. C. (2015). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. *Ingeniería y Ciencia*, 11(21), 197-220.
- Horna, M. V. (2015). *Influencia del tipo de curado en la resistencia a la compresión axial de la albañilería*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Cajamarca].
- Infante, A. (2020). *Resistencia a la compresión y absorción en bloques de tierra comprimida, con adición de goma de aloe vera, Cajamarca 2018*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24778>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (INEI, 2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares, Acceso a servicios básicos. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. INEI.
- López, A. (2018). *Desarrollo de un nuevo bloque de tierra mejorada con la incorporación de aditivos de compuestos orgánicos*. [Trabajo final de master, Universidad Politècnica de Catalunya].
- Lozada, E.F. (2018). *Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras–provincia de Utcubamba*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán].
- Lulichac, F. C. (2015) *Determinación de las propiedades Físico-mecánicas de las unidades de albañilería en la provincia de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- Mantilla, J.C. (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1996>
- Macías, A. (2017). *Evolución del comportamiento mecánico de bloques y baldosas de tierra comprimida estabilizada sometidas a heladicidad*. [Tesis de grado, Universidad de Sevilla]. <http://hdl.handle.net/11441/66763>
- Malbila, E., Toguyeni, D. Y. K., Bamogo, S., Lawane, A., & Koulidiati, J. (2018). Thermophysical and Mechanical Characterization of Local Stabilized Materials Suitable for Buildings in Dry and Hot Climate. *J Mater Sci Surf Eng*, 6(2), 1-6.

- Manzano, J. (2016). *Elaboración de una guía técnica de diseño para la aplicación práctica de la albañilería armada en Guayaquil y su zona de influencia*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/12012>
- Medina, O. (2021). *Diseño de bloque de tierra comprimida estabilizado con cemento, como material sostenible, para el uso en la construcción de viviendas rurales en la provincia de San Martín, Región San Martín*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/3868>
- Mejía, A. A. (2019). *Resistencia a la compresión, flexión y absorción en bloques de tierra comprimida con adición de fibra de seudotallo de plátano, Cajamarca-2018*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- Mejía, P.J. (2018). *Bloques de tierra comprimida con agregados de residuos de construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en la ciudad de Saraguro, Loja, Ecuador*. [Tesis de maestría en construcciones, Universidad de Cuenca].
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (MTC, 2014). *Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos*. MTC.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MVCS, 2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. MVCS.
- Montes, J. A. (2018). *Los bloques de tierra comprimida (BTC) y su influencia en el costo de construcción de viviendas sociales en zonas de habilitación en laderas de la ciudad de Huancayo-2018*. [Tesis de grado, Universidad Continental].
- Norma UNE 41410. (2008, diciembre). *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques*. Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR.
- NTP 339.127. (2019). *Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo, 1ª ed.* Instituto Nacional de la calidad, INACAL.
- NTP 339.128. (2019). *Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico, 1ª ed.* INACAL.
- NTP 339.129. (2019). *Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos, 1ª ed.* INACAL.
- NTP 339.141. (2019). *Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 KN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)), 1ª ed.* INACAL.

- NTP 399.601. (2016). *Unidades de albañilería. Ladrillos de concreto. Requisitos*. INACAL.
- NTP 399.604. (2015). *Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*. INACAL.
- NTP 399.613. (2017). *Unidades de albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 2ª ed.* INACAL.
- Pérez, T. J. (2016). *Comportamiento físico-mecánico del ladrillo de concreto tipo IV*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria la Molina].
- Quevedo, E. C. (2017). *Influencia de las unidades de albañilería tipo PET sobre las características técnicas y económicas de viviendas ecológicas para la zona de expansión del distrito de Nuevo Chimbote, Ancash*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3105>
- Ramírez, E.I. (2016). *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos de suelo cemento con adición de cal hidratada al 5% para muros portantes, Huaraz – 2016*. [Tesis de grado, Universidad de San Pedro, Huaraz].
- Rico, A. y Del Catillo, H. (2017). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas, vol. 1*. Limusa.
- Rincón, J.M y Romero, M. (2000). Fundamentos y clasificación de las eflorescencias en ladrillos de construcción. *Materiales de Construcción*, 9(50), 11-15. <http://materconstrucc.revistas.csic.es>
- Romero-Girón, A., Canivell, J., Rodríguez-García, M. R., & González-Serrano, A. (2020). Evaluación del bloque de tierra mediante un Estudio De Viabilidad Constructiva (EVC). *Hábitat Sustentable*, 10(2), 54 - 69. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.04>
- Roux, R.S. (2010). *Los bloques de tierra comprimida (BTC) en zonas húmedas*. Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Roux, R.S., & Gallegos, D.P. (2015). Construcción sustentable, análisis de retraso térmico a bloques de tierra comprimidos. *Contexto*, 9(11), 59-71.
- San Bartolomé, Á. (2005). *Comentario a la norma técnica de edificaciones E.070 Albañilería. Informe final*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Sánchez, R. y Soria, F.J. (2015). Innovación tecnológica y saber tradicional: BTC y adobe, desarrollos paralelos en la cultura constructiva. In *Tierra, sociedad, comunidad: 15º Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra* (pp. 458-468). Universidad de Cuenca.

- Sanchez, L.I., y Valero, L.A. (2020). *Los bloques de tierra comprimida (BTC) modificados como un modelo óptimo de construcción sostenible en reemplazo de los bloques de arcilla cocida tradicional*. [Tesis de grado, Universidad Francisco de Paula Santander]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/handle/123456789/902>
- Sánchez, P.R. (2017). *Diseño de la carretera Pinchugan – Nuevo Oriente – Santa Rita, distrito de Tacabamba, provincia de Chota, región Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo].
- Seminario, R. C. (2013). *Variabilidad de las propiedades de los ladrillos industriales de 18 huecos en la ciudad de Piura*. [Tesis de grado, Universidad de Piura].
- Shaquihuanga, D.L. (2014). *Evaluación del estado actual de los muros de albañilería confinada en las viviendas del sector fila alta Jaén*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil., Universidad Nacional de Cajamarca].
- Tatane, M., Akhzouz, H., Elminor, H., & Feddaoui, M. M. (2018). Thermal, Mechanical and Physical Behavior of Compressed Earth Blocks Loads by Natural Wastes. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 9, 1353-1368.
- Ticlla, T.N.R. (2021). *Evaluación de las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado de carreteras del distrito de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Toguyeni, D.Y., Lawane, A., Zoma, F., & Khamis, G. (2018). Formulation of Compressed Earth Blocks Stabilized with Lime and Hibiscus sabdariffa Fibres Showcasing Good Thermal and Mechanical Properties. *Journal of Materials Science & Surface Engineering (JMSSE)*, 6, 817-824.
- Vásquez, A, Botero, L.F., y Carvajal, D. (2015). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. *Ingeniería y ciencia*, 11(21), 197-220.
- Vermiglio, P. F. (2019). *Comparación de la resistencia a compresión uniaxial en unidades de adobe tradicional, adobe compactado y superadobe, Cajamarca 2017*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- Villada, D., y Gordon, S. (2017). *Evaluación de las propiedades mecánicas de muretes elaborados con bloques de tierra comprimida (BTC), como alternativa de construcción de vivienda sostenible en el municipio de Pereira*. [Tesis de grado

para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Libre Seccional Pereira].

<https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/17019>

Vinasco, G. M. M., Castaño, M. A. A., Londoño, A., Parra, O. A., & Grisales, L. M. V. (2015). Bloques de tierra comprimidos con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales reciclables: Una alternativa ecológica. In *Tierra, sociedad, comunidad: 15° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra* (pp. 112-121). Universidad de Cuenca.

## ANEXOS

### Anexo N° 1. Matriz de consistencia

**Tesis:** Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) con fines de albañilería, Tacabamba, Chota

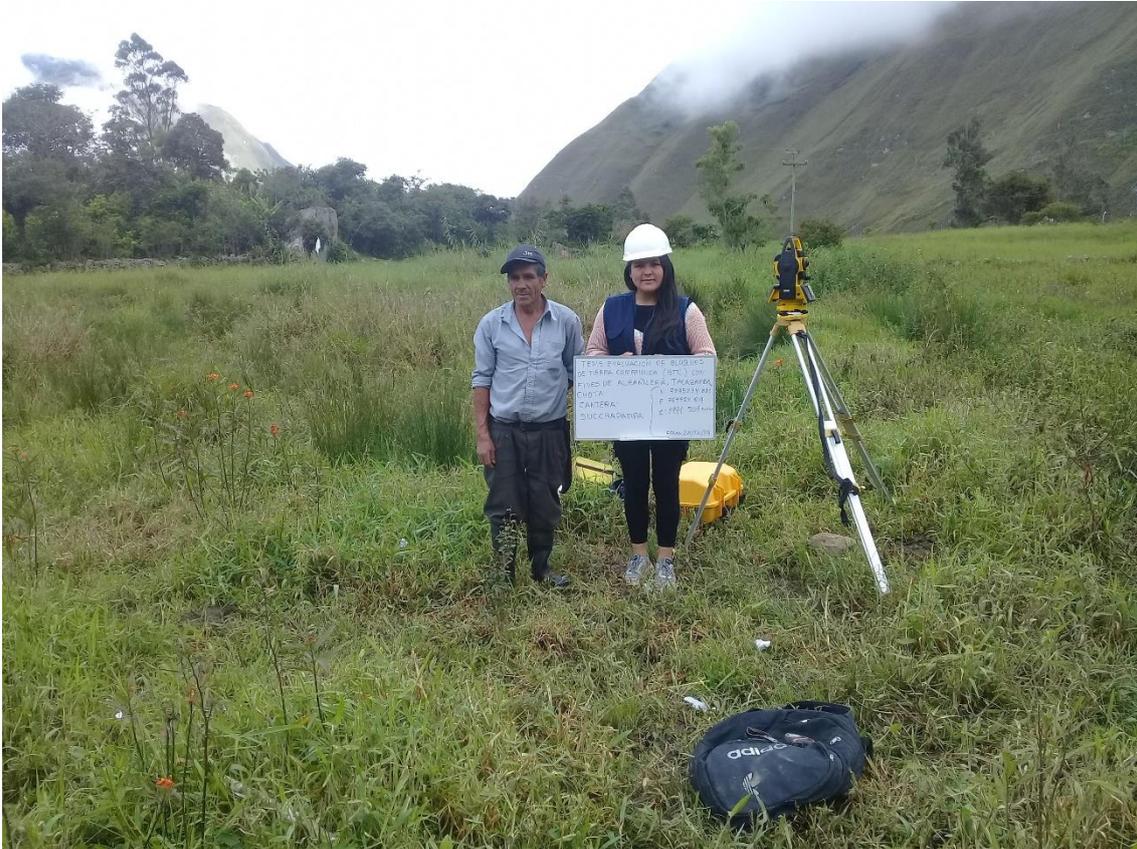
**Tesista:** Elizabeth Gaitán Paredes

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
¿Según la caracterización física y mecánica los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba cumplirán con la resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008)?	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Caracterizar los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna, del distrito de Tacabamba verificando si cumplen los estándares de la norma UNE 41410 (2008) y la norma E.080 (MVCS, 2021), para su uso como albañilería en la construcción de viviendas locales.</p>	<p>H1: Los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba cumplen con la resistencia a compresión de la norma E.080 (MVCS, 2021) y la norma UNE 41410 (2008).</p>	VI	Mezcla para elaborar BTC	<p>Enfoque de investigación: Cuantitativo</p> <p>Tipo de investigación: Aplicado</p> <p>Diseño de investigación: No experimental de corte transversal</p>
	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>– Verificar si el suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, tiene la gradación y plasticidad, dada en la norma UNE 41410 (2008), para su uso en la elaboración de bloques de tierra comprimida (BTC).</p>		Bloques de tierra comprimida (BTC)	Características físicas de los BTC	
	<p>– Determinar las características físicas (variación dimensional, alabeo, y absorción) de los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba.</p>		Albañilería	Características mecánicas de los BTC	
	<p>– Determinar las características mecánicas (resistencia a la compresión) de los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba.</p>				
<p>– Verificar si los bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y La Laguna del distrito de Tacabamba, cumplen con los lineamientos de la norma E.080 “Adobe”, E.070 “Albañilería” (MVCS, 2021) y UNE 41410 (2008).</p>	VD	Comparación técnica con la norma E.080 “Adobe” (MVCS, 2021), norma española UNE 41410 (2008), E.070 “Albañilería” (MVCS, 2021)			

## Anexo N° 2. Panel fotográfico

### Anexo 2.1. Levantamiento topográfico

Fotografía 1. Cantera Succhapampa



Fotografía 2. Realización del levantamiento topográfico en la cantera Succhapampa



Fotografía 3. Cantera Cumpampa



Fotografía 4. Realización del levantamiento topográfico en la cantera Cumpampa



Fotografía 5. Cantera La Laguna



Fotografía 6. Realización del levantamiento topográfico en la cantera La Laguna



## Anexo 2.2. Muestreo de suelos

Fotografía 7. Muestreo cantera Succhapampa, calicata 1



Fotografía 8. Muestreo cantera Succhapampa, calicata 2



Fotografía 9. Muestreo cantera Cumpampa, calicata 1



Fotografía 10. Muestreo cantera Cumpampa, calicata 2

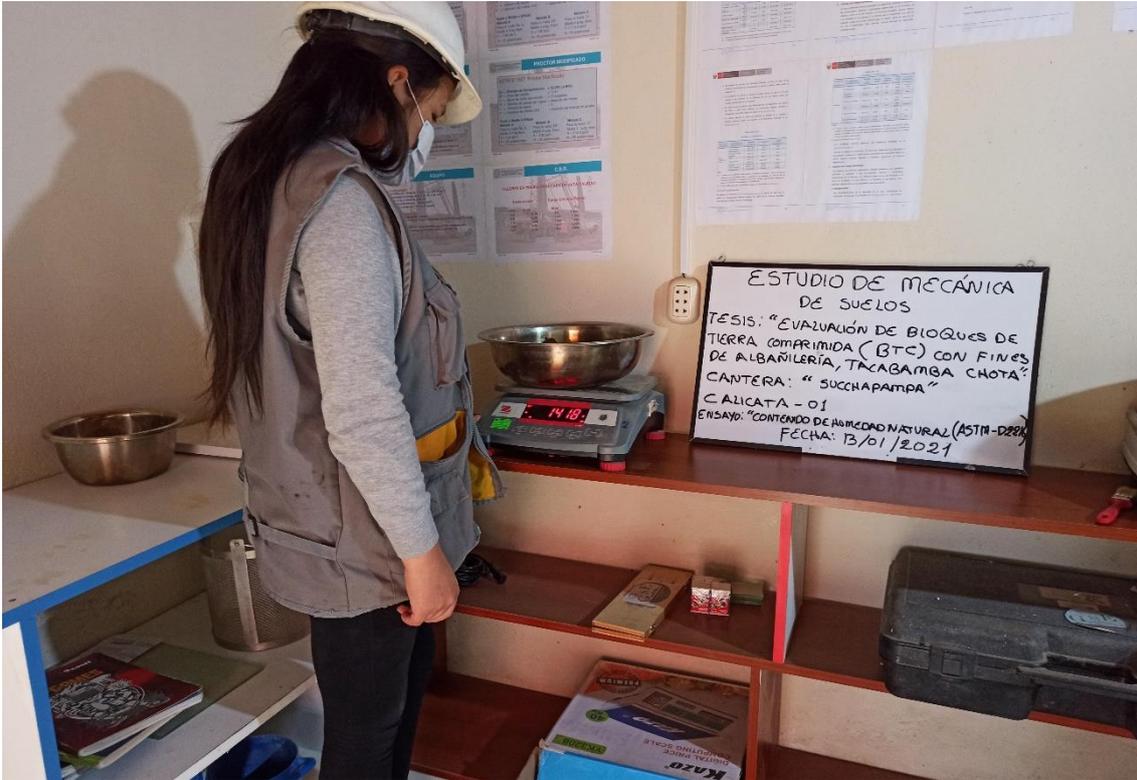


Fotografía 11. Muestreo cantera La Laguna, calicata 1

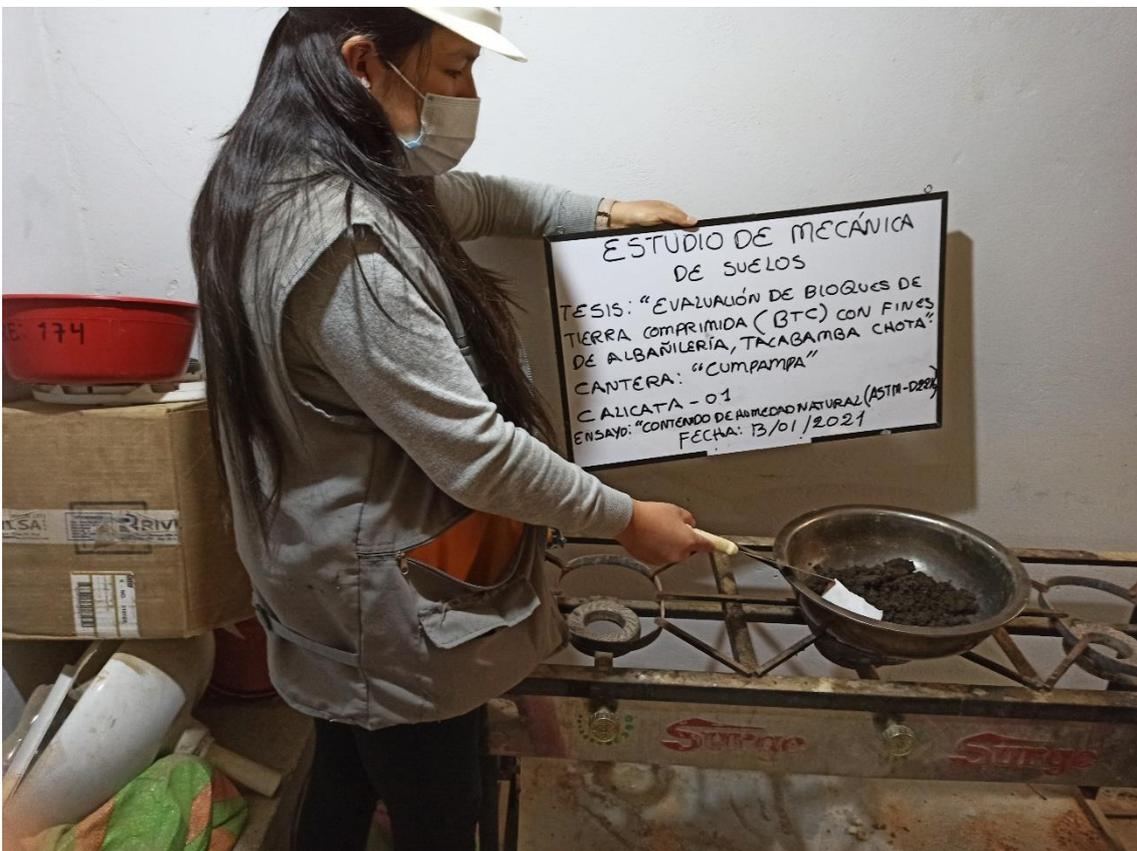


### Anexo 2.3. Ensayos de mecánica de suelos

Fotografía 12. Ensayo de contenido de humedad, suelo de la cantera Succhapampa



Fotografía 13. Ensayo de contenido de humedad, suelo de la cantera Cumpampa



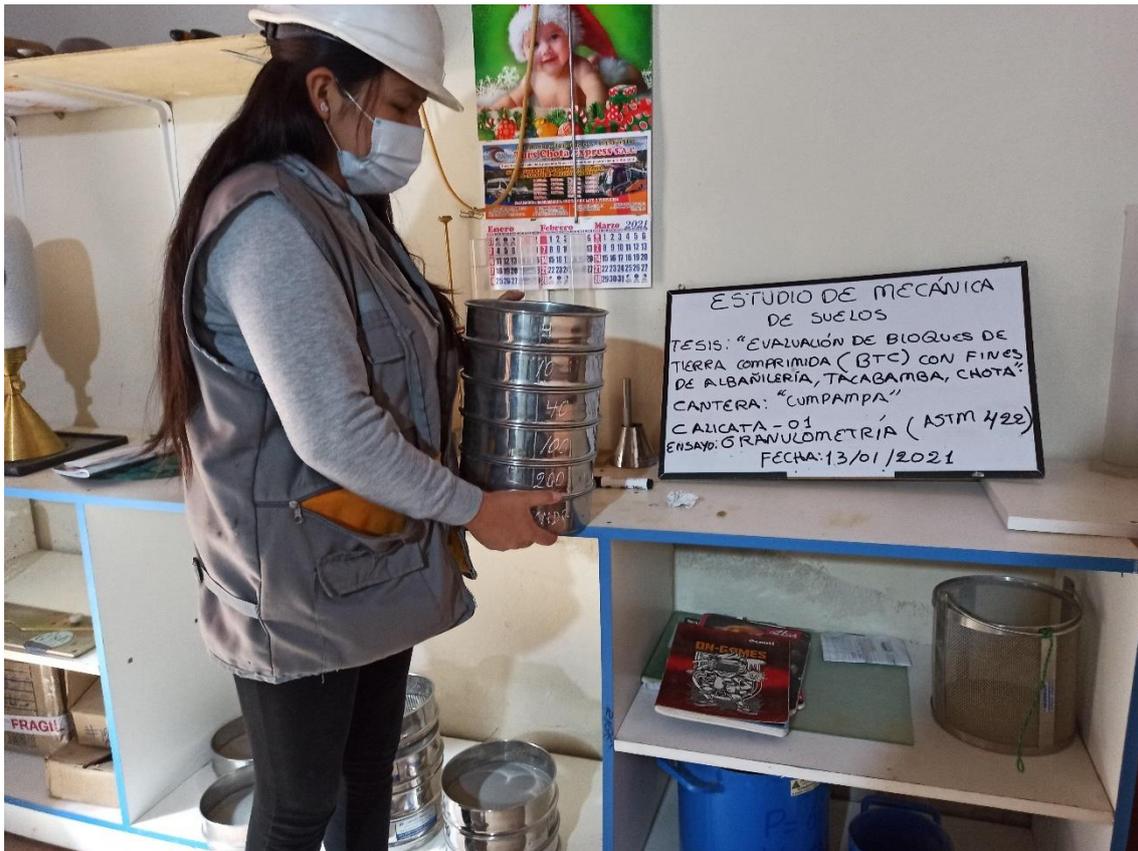
Fotografía 14. Ensayo de contenido de humedad, suelo de la cantera La Laguna



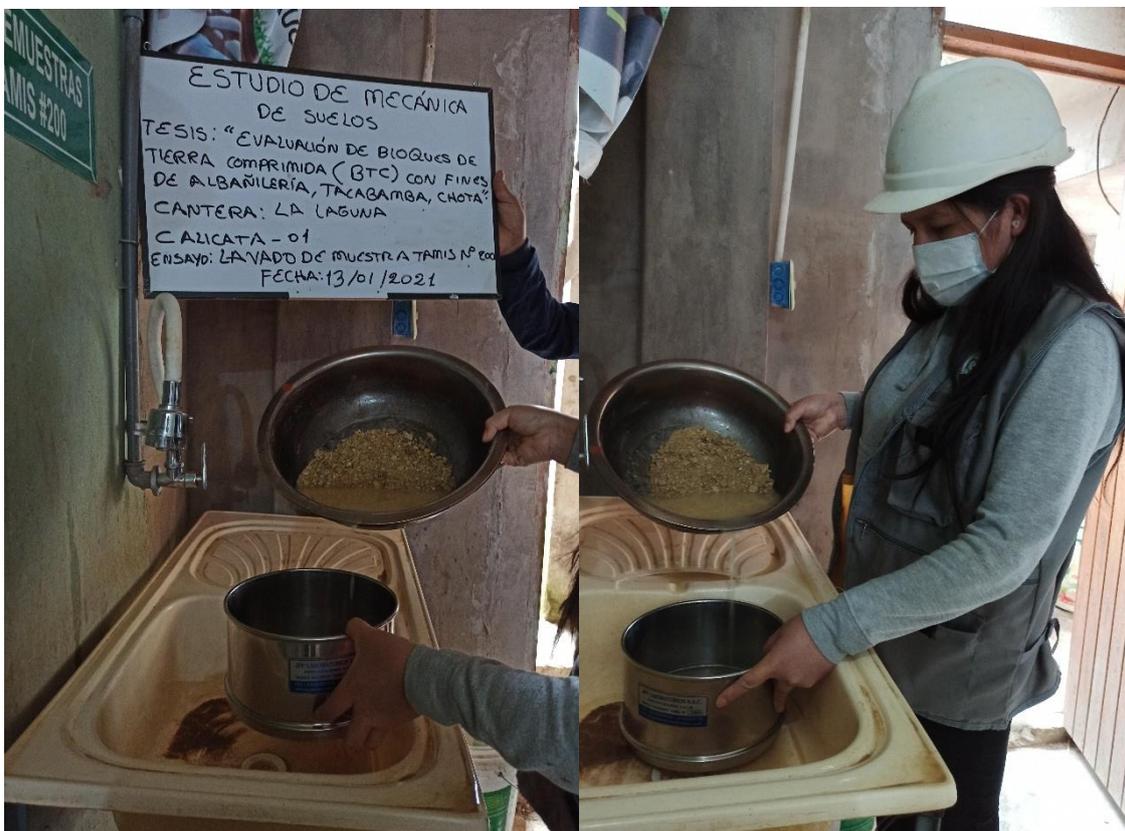
Fotografía 15. Ensayo de granulometría, suelo de la cantera Succhapampa



Fotografía 16. Ensayo de granulometría, suelo de la cantera Cumpampa



Fotografía 17. Ensayo de granulometría, suelo de la cantera La Laguna



Fotografía 18. Ensayo de límite líquido, suelo de la cantera Succhapampa



Fotografía 19. Ensayo de límite líquido, suelo de la cantera Cumpampa



Fotografía 20. Ensayo de límite líquido, suelo de la cantera La Laguna



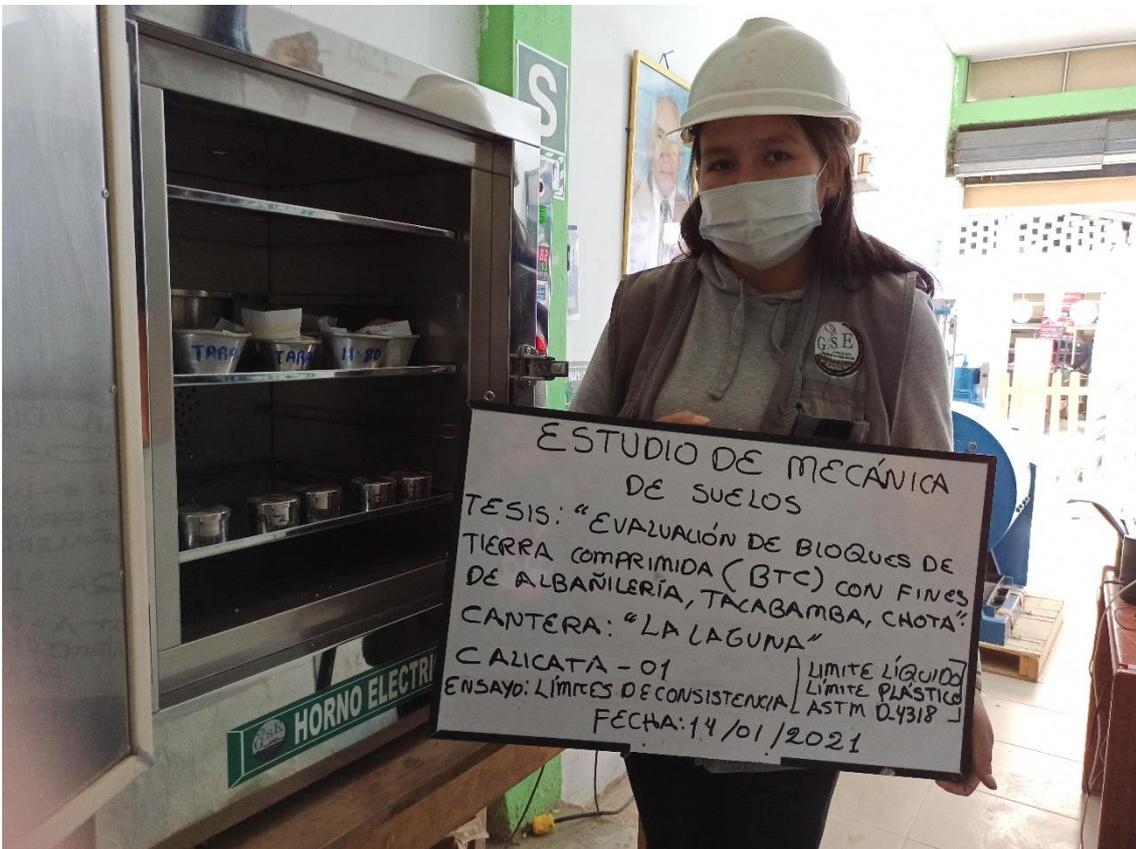
Fotografía 21. Ensayo de límite plástico, suelo de la cantera Succhapampa



Fotografía 22. Ensayo de límite plástico, suelo de la cantera Cumpampa



Fotografía 23. Ensayo de límite plástico, suelo de la cantera La Laguna



## Anexo 2.4. Elaboración de BTC

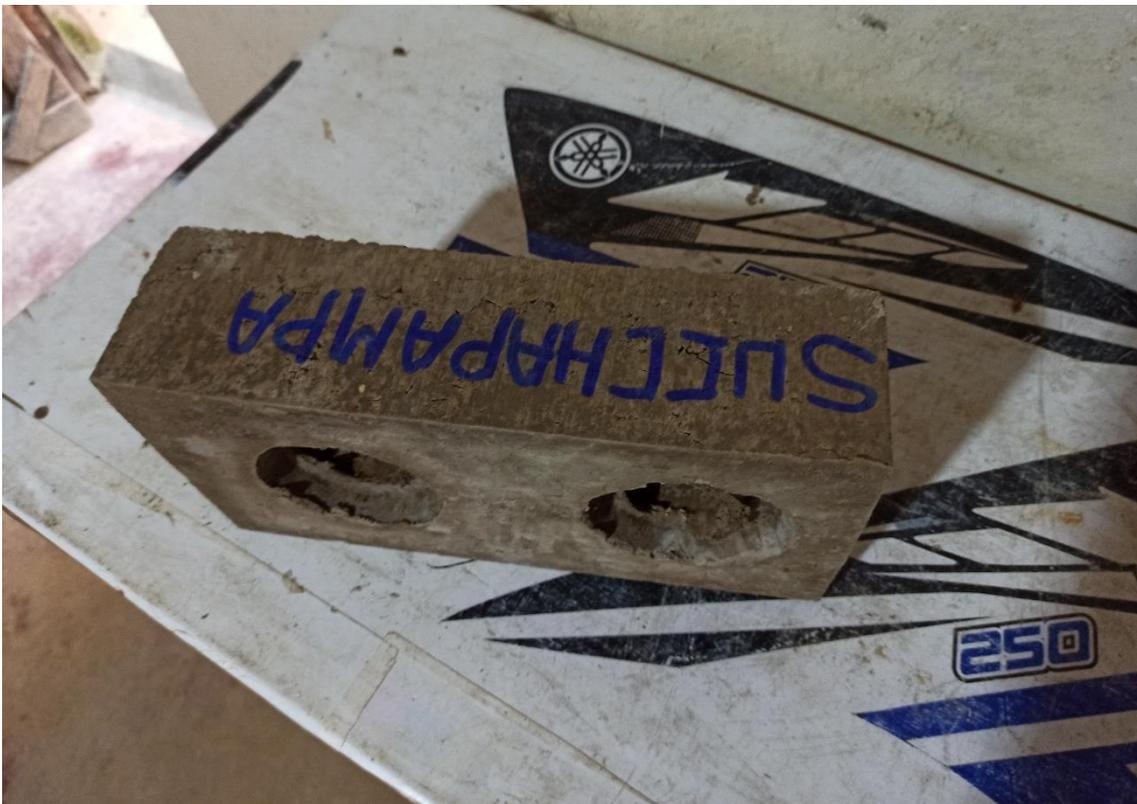
Fotografía 24. Molde para la elaboración de BTC



Fotografía 25. Proceso de elaboración de BTC con suelo de la cantera Succhapampa



Fotografía 26. Secado de los BTC elaborados con suelo de la cantera Succhapampa



Fotografía 27. Proceso de elaboración de BTC con suelo de la cantera Cumpampa



Fotografía 28. Secado de los BTC elaborados con suelo de la cantera Cumpampa



Fotografía 29. Proceso de elaboración de BTC con suelo de la cantera La Laguna



Fotografía 30. Secado de los BTC elaborados con suelo de la cantera La Laguna

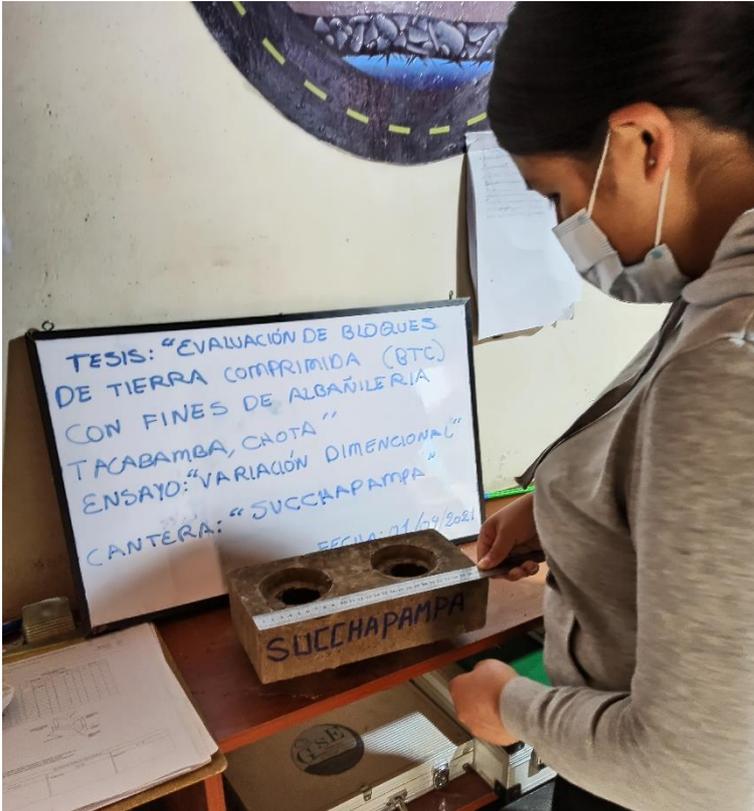


Fotografía 31. BTC elaborados

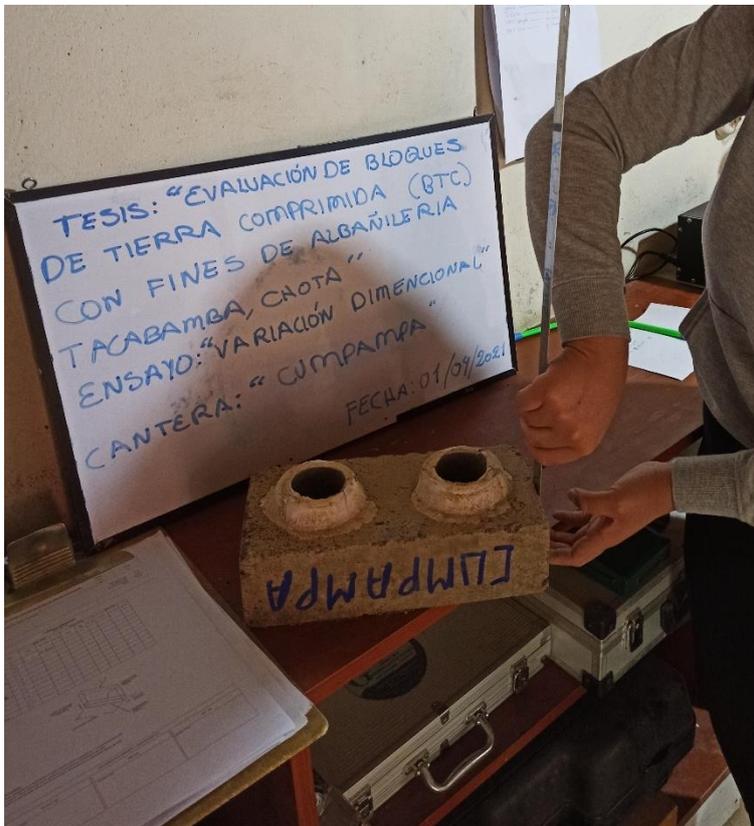


## Anexo 2.5. Ensayos en BTC

Fotografía 32. Variación dimensional de los BTC, cantera Succhapampa



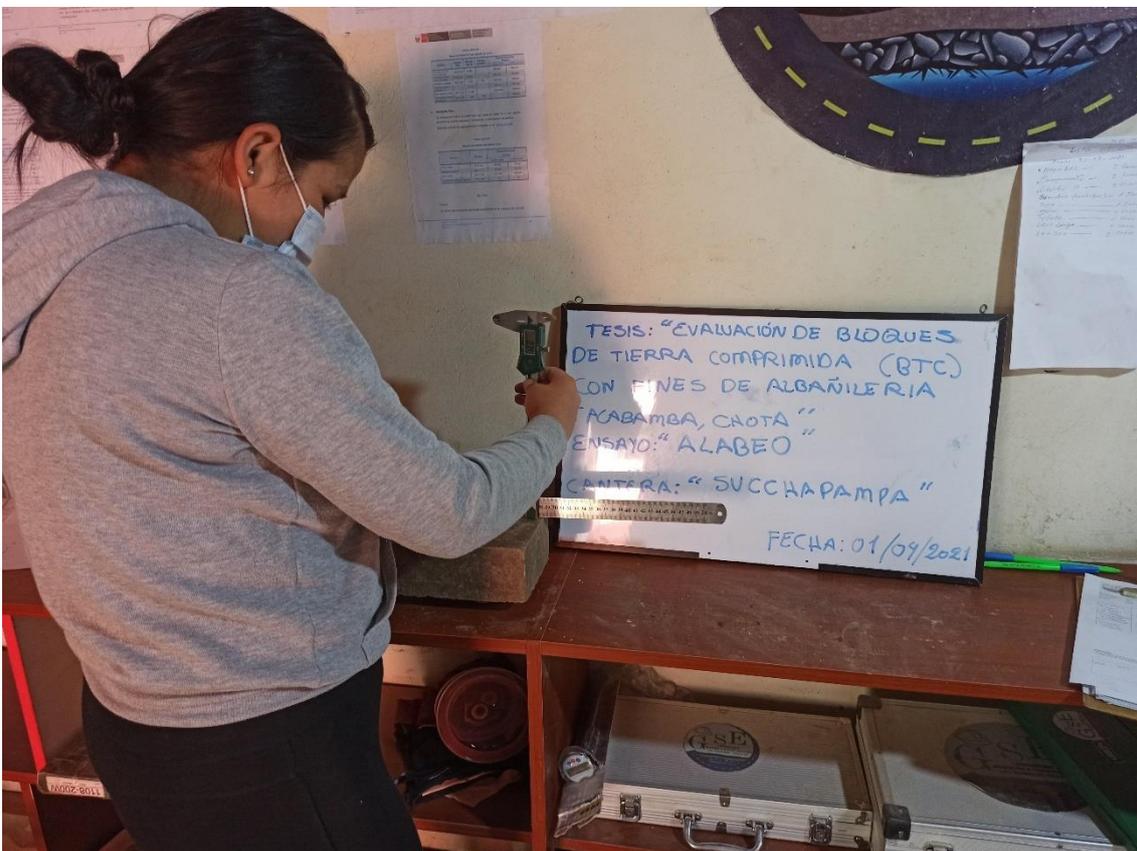
Fotografía 33. Variación dimensional de los BTC, cantera Cumpampa



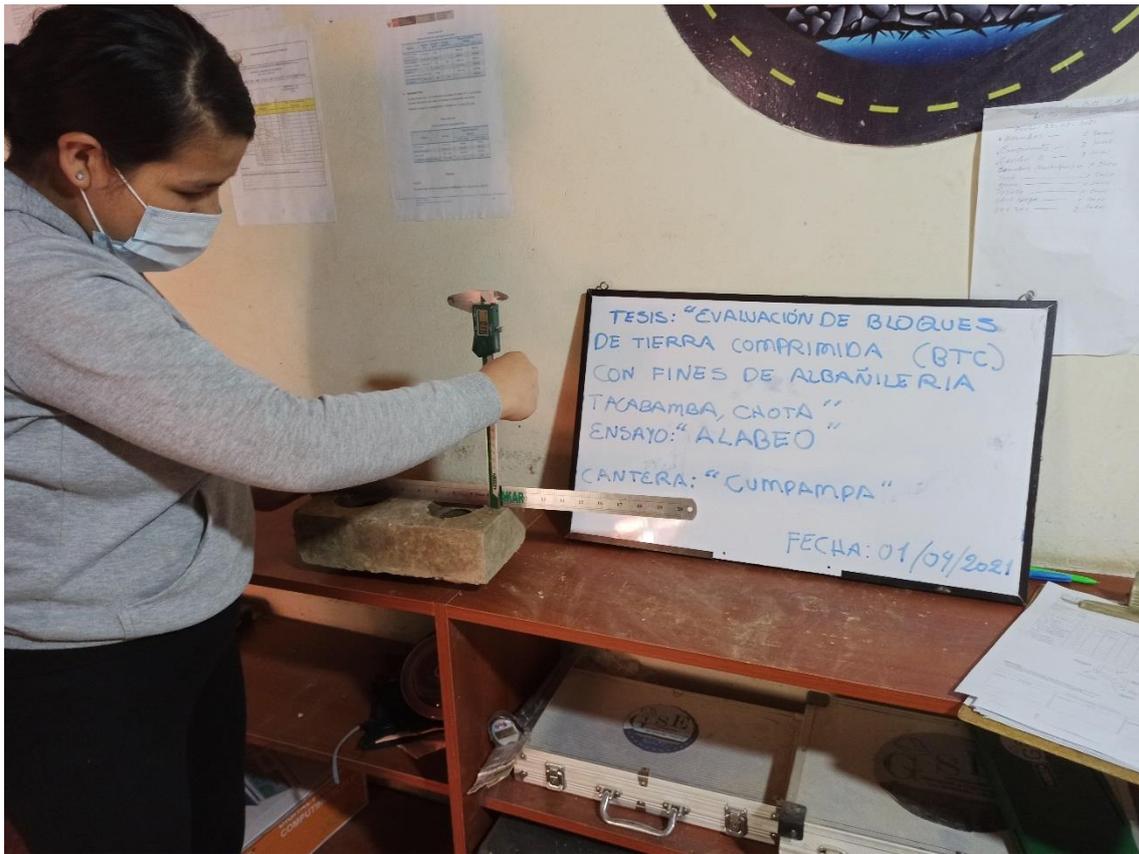
Fotografía 34. Variación dimensional de los BTC, cantera La Laguna



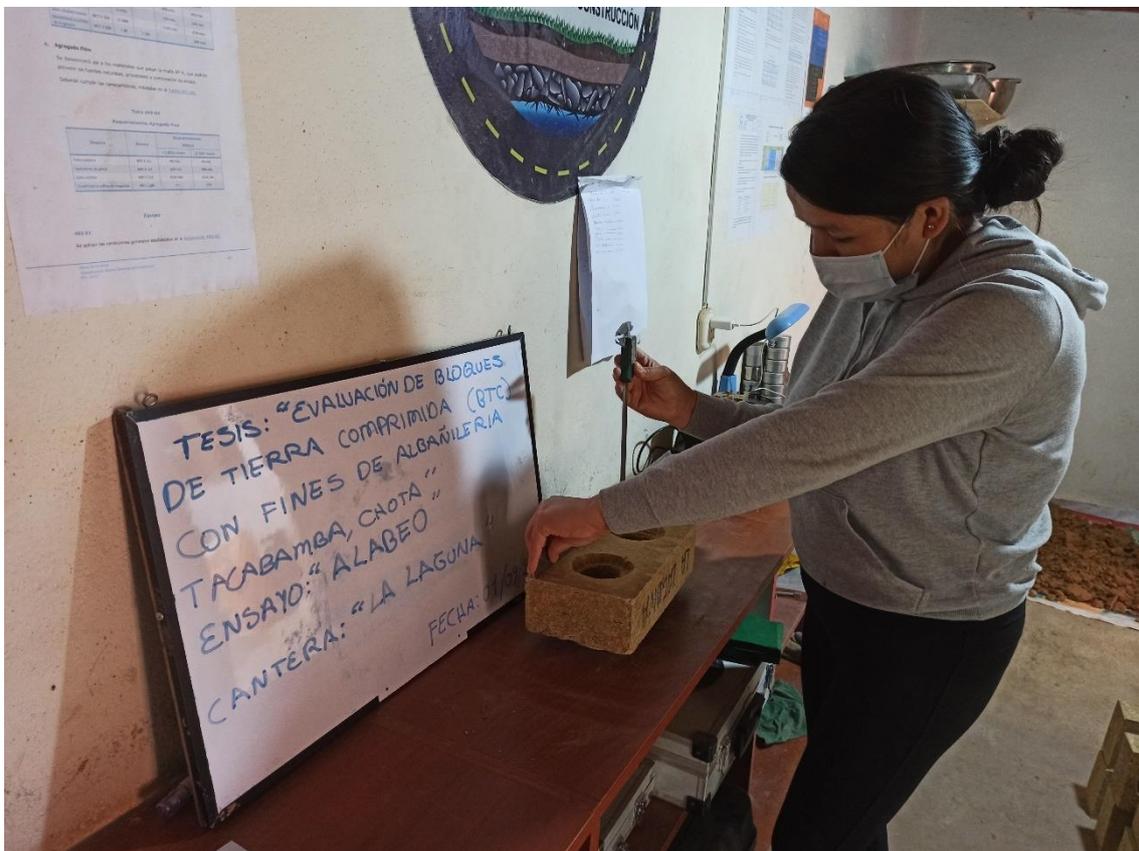
Fotografía 35. Alabeo de los BTC, cantera Succhapampa



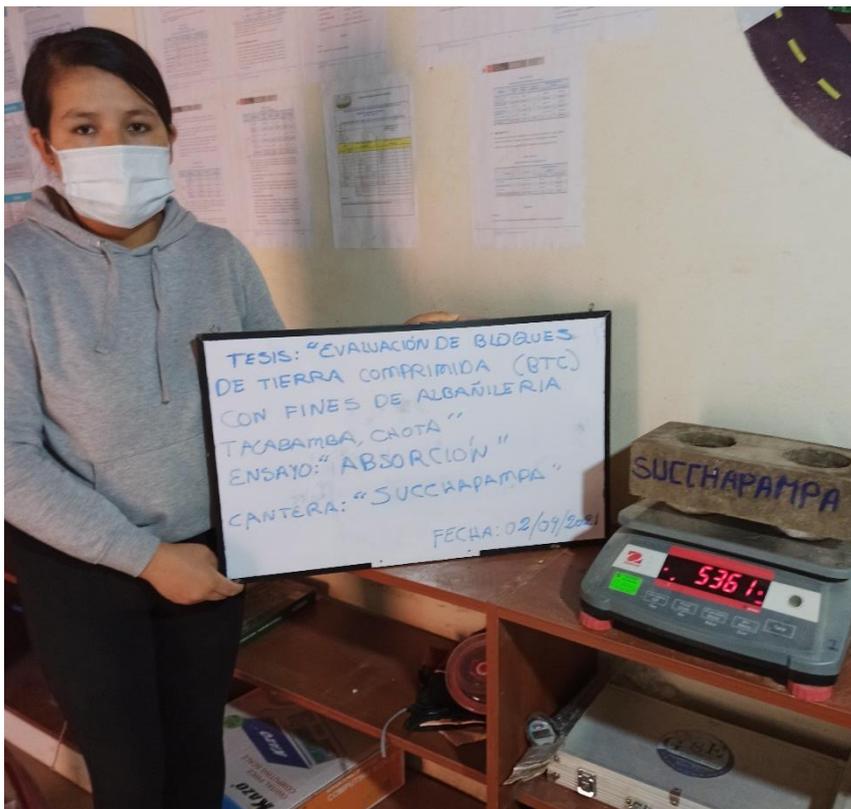
Fotografía 36. Alabeo de los BTC, cantera Cumpampa



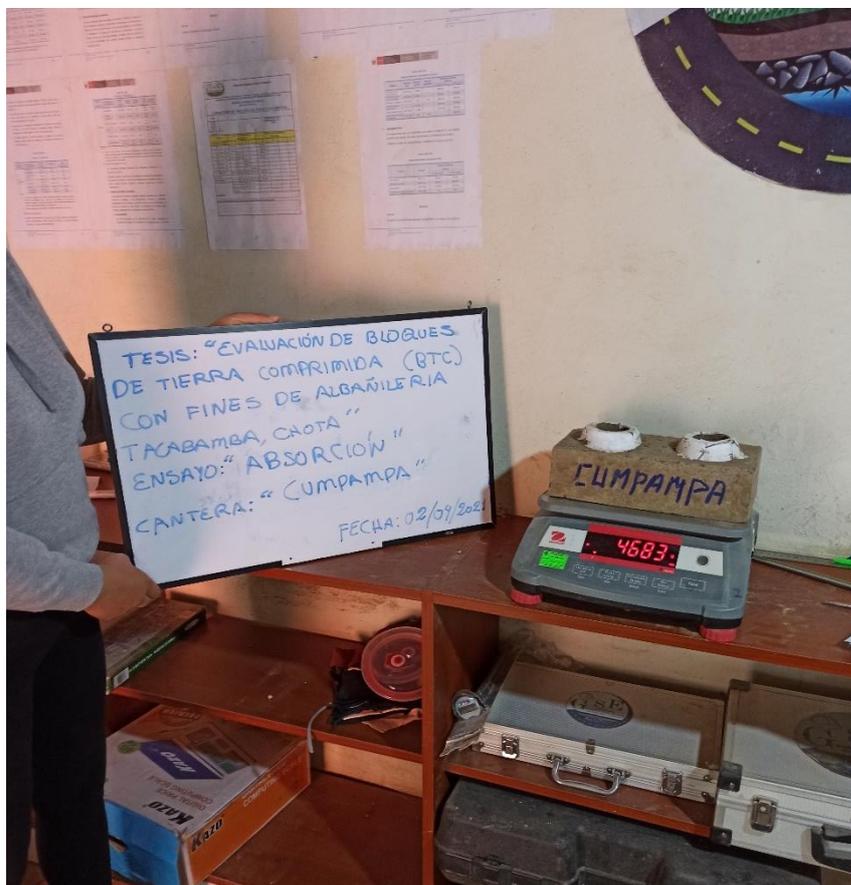
Fotografía 37. Alabeo de los BTC, cantera La Laguna



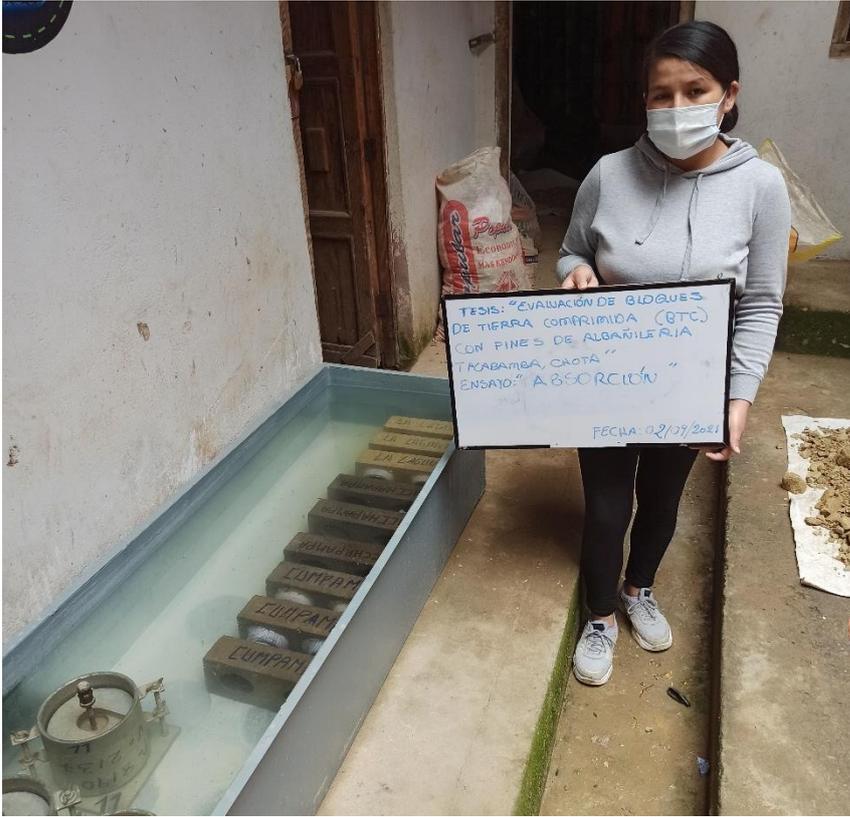
Fotografía 38. Absorción de los BTC, cantera Succhapampa



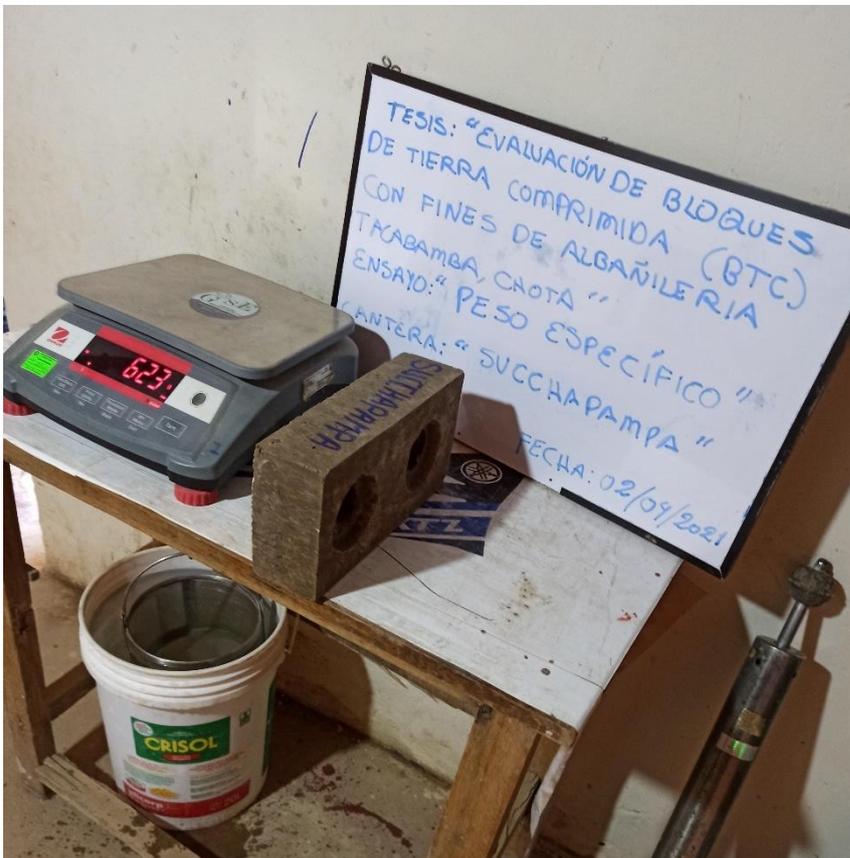
Fotografía 39. Absorción de los BTC, cantera Cumpampa



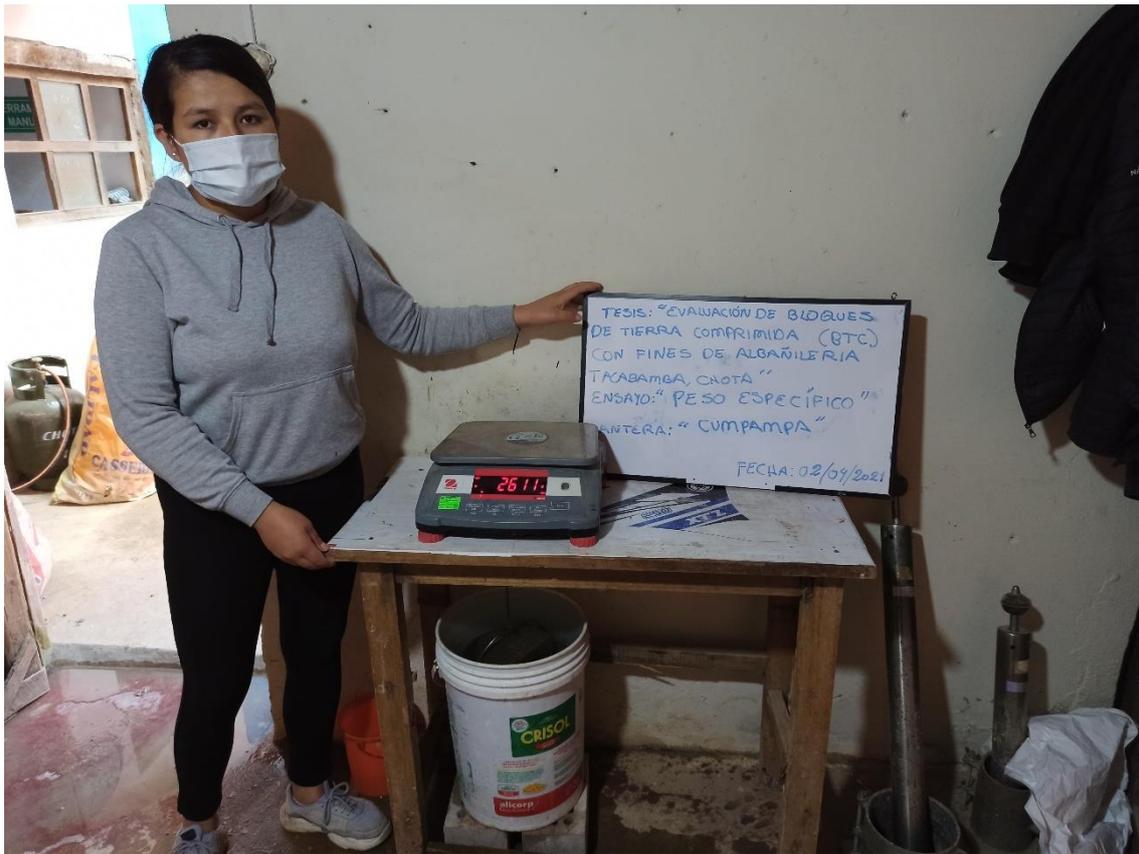
Fotografía 40. Absorción de los BTC, cantera La Laguna



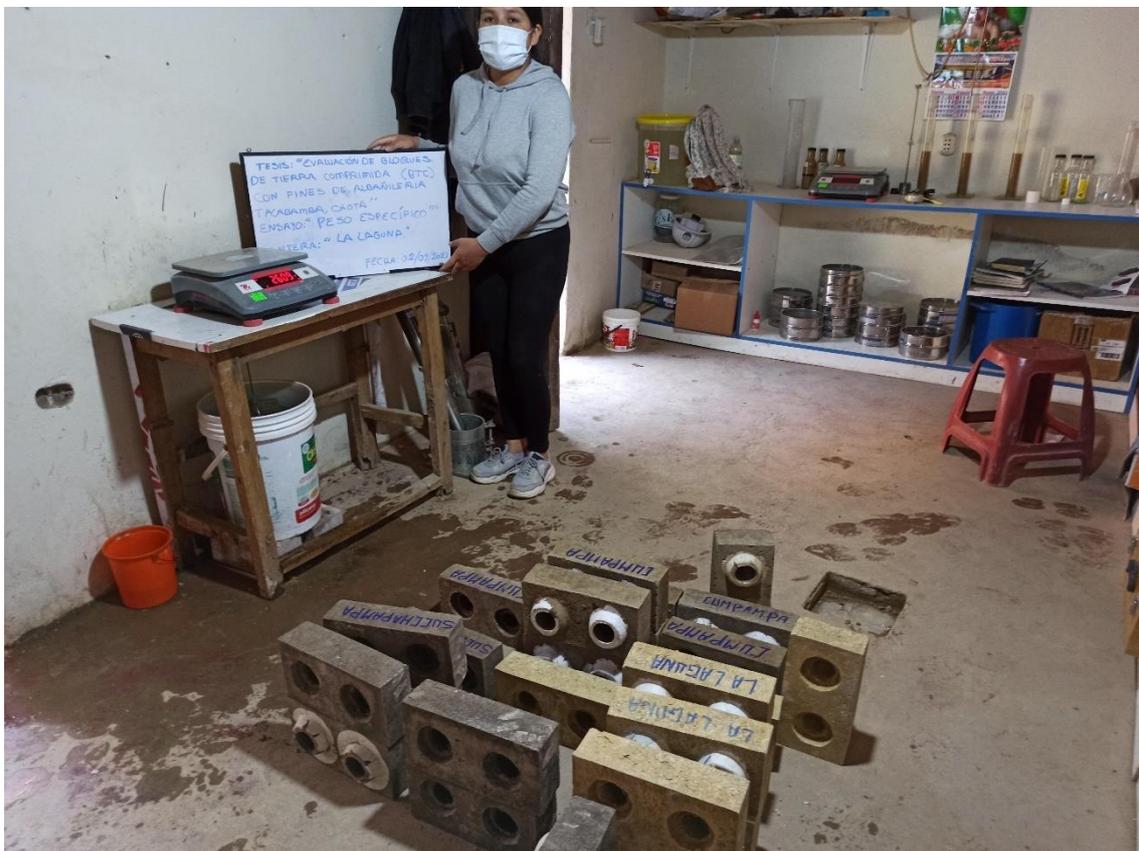
Fotografía 41. Peso específico de los BTC, cantera Succhapampa



Fotografía 42. Peso específico de los BTC, cantera Cumpampa



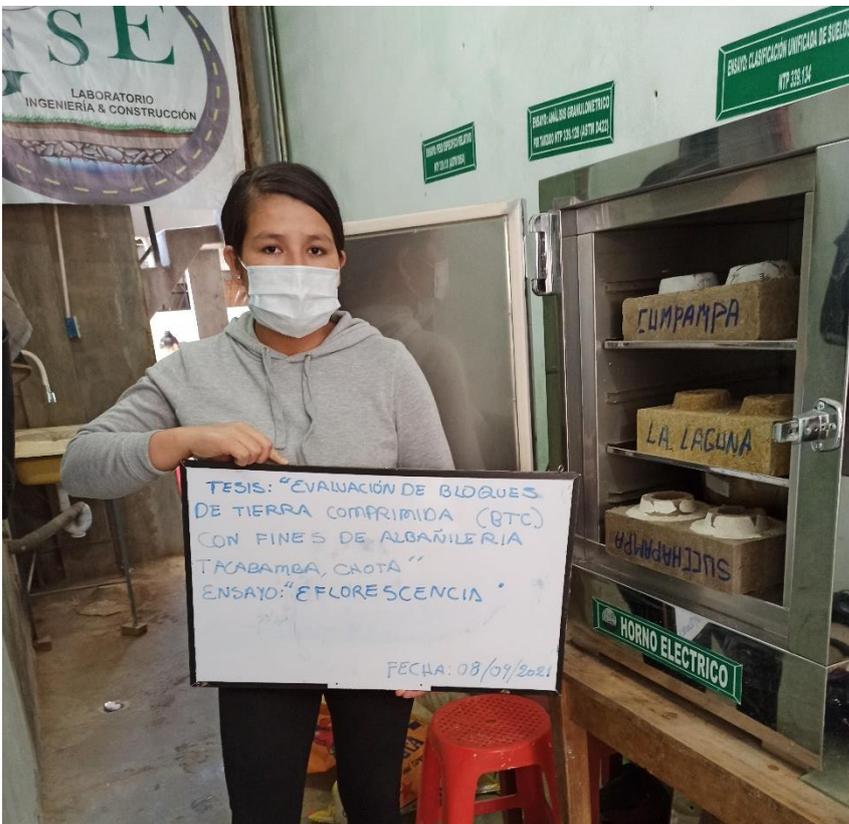
Fotografía 43. Peso específico de los BTC, cantera La Laguna



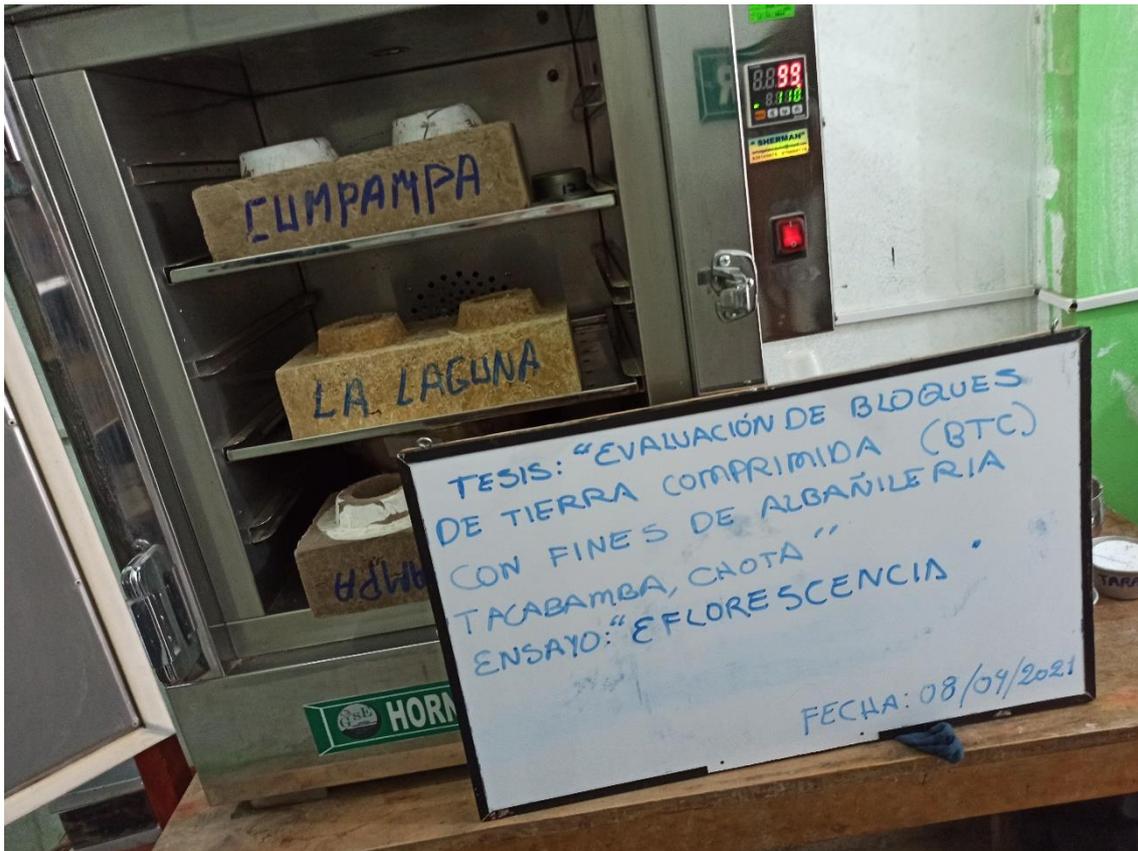
Fotografía 44. Eflorescencia de los BTC, cantera Succhapampa



Fotografía 45. Eflorescencia de los BTC, cantera Cumpampa



Fotografía 46. Eflorescencia de los BTC, cantera La Laguna



Fotografía 47. Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Succhapampa



Fotografía 48. Resistencia a la compresión de los BTC, cantera Cumpampa



Fotografía 49. Resistencia a la compresión de los BTC La Laguna



### Anexo N° 3. Documentación



Tesis: "Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y la Laguna, Tacabamba, Chota".  
Autor(a): Elizabeth Gaitán Paredes.

Chota, 01 de julio del 2019

ING. LUIS ALBERTO BALLENA RENTERÍA  
Coordinador de la facultad de ciencias de la ingeniería  
Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Presente. –

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de hacer de su conocimiento que la Srta. Elizabeth Gaitán Paredes, identificada con código universitario 2015051041, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. Ha comunicado el interés de evaluar el material de la cantera ubicada en Succhapampa – Tacabamba, como parte del desarrollo de su tesis profesional denominado "Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y la Laguna, Tacabamba, Chota".

En tal sentido, yo ROSARIO SOTO GALVEZ  
identificado con DNI 24936505, en calidad de propietario de dicha cantera, admito y acepto que se le dará las facilidades necesarias para la exploración, muestreo y toma de muestras del material del banco de préstamo antes mencionado.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal.

Atentamente.

Rosario Soto Galvez



Tesis: "Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y la Laguna, Tacabamba, Chota".  
Autor(a): Elizabeth Gaitán Paredes.

Chota, 01 de julio del 2019

ING. LUIS ALBERTO BALLENA RENTERÍA  
Coordinador de la facultad de ciencias de la ingeniería  
Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Presente. –

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de hacer de su conocimiento que la Srta. Elizabeth Gaitán Paredes, identificada con código universitario 2015051041, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. Ha comunicado el interés de evaluar el material de la cantera ubicada en la Laguna – Tacabamba, como parte del desarrollo de su tesis profesional denominado "Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y la Laguna, Tacabamba, Chota".

En tal sentido, yo CLEMENCIA GARCIA COTO identificado con DNI 80627417, en calidad de propietario de dicha cantera, admito y acepto que se le dará las facilidades necesarias para la exploración, muestreo y toma de muestras del material del banco de préstamo antes mencionado.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal.

Atentamente,

Clemencia G. Coto

pChota, 01 de julio del 2019

ING. LUIS ALBERTO BALLENA RENTERÍA  
Coordinador de la facultad de ciencias de la ingeniería  
Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Presente. –

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, con la finalidad de hacer de su conocimiento que la Srta. Elizabeth Gaitán Paredes, identificada con código universitario 2015051041, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota. Ha comunicado el interés de evaluar el material de la cantera ubicada en Cumpampa – Tacabamba, como parte del desarrollo de su tesis profesional denominado "Evaluación de bloques de tierra comprimida (BTC) elaborados con suelo de las canteras Succhapampa, Cumpampa y la Laguna, Tacabamba, Chota".

En tal sentido, yo MELIDA VASQUEZ VASQUEZ  
identificado con DNI 20215432, en calidad de propietario de dicha cantera, admito y acepto que se le dará las facilidades necesarias para la exploración, muestreo y toma de muestras del material del banco de préstamo antes mencionado.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal.

Atentamente.



.....



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 341 - 2021**

Expediente : 093-2021  
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : PERUTEST  
Modelo de Prensa : STYE-2000  
Serie de Prensa : 200910  
Capacidad de Prensa : 2000 kN  
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de indicador : MC  
Modelo de Indicador : LM-02  
Serie de Indicador : NO INDICA  
Código de Identificación : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA  
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración

La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 106-2021	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	17,1	17,3
Humedad %	68	67

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	100,165	100,189	-0,17	-0,19	100,2	-0,18	-0,02
200	200,045	200,146	-0,02	-0,07	200,1	-0,05	-0,05
300	299,926	300,023	0,02	-0,01	300,0	0,01	-0,03
400	397,512	398,339	0,62	0,42	397,9	0,52	-0,21
500	499,776	500,597	0,04	-0,12	500,2	-0,04	-0,16
600	600,980	600,781	-0,16	-0,13	600,9	-0,15	0,03
700	701,040	701,442	-0,15	-0,21	701,2	-0,18	-0,06

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,9982x + 0,649$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-1002-2021**

Punto de Precisión SAC

Expediente : 093-2021  
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. **Solicitante** : GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN  
Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. **Instrumento** : PIE DE REY

Tipo de Indicación : Digital

Alcance de Indicación : 200 mm

División mínima : 0,01 mm

Marca : INSIZE  
Modelo : 1180-200W  
Serie : 2310171293  
Procedencia : NO INDICA  
Código de Identificación : 1108

3. **Lugar y fecha de Calibración**

JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

Fecha de calibración: 2021-07-08

4. **Método de Calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012 " Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNM" Edición 5 , 2012.

5. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
JUEGO DE BLOQUES PATRON	INSIZE	LLA - 011 - 2020	INACAL - DA
TERMÓMETRO DE CONTACTO	NO INDICA	CCP-0585-004-2020	INACAL - DA

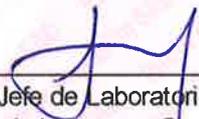
6. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,0	20,4
Humedad %	65,4	64,4

7. **Observaciones**

- Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza aproximado del 95 %.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



8. Resultados

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
200,00	200,01	4

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

Valor Nominal (mm)	Valor Patrón (mm)	Indicación del Pie de Rey			Promedio (mm)	Error ( $\mu\text{m}$ )
		Superior (mm)	Central (mm)	Inferior (mm)		
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0
20,00	20,000	20,00	20,01	20,02	20,010	10
40,00	40,000	40,01	40,02	40,01	40,013	13
60,00	60,000	60,02	60,01	60,02	60,017	17
80,00	80,000	80,01	80,02	80,03	80,020	20
100,00	100,000	100,02	100,01	100,02	100,017	17
150,00	150,000	150,01	150,02	150,02	150,017	17
200,00	200,000	200,03	200,02	200,01	200,020	21

ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

Valor Nominal (mm)	Error (E) ( $\mu\text{m}$ )
200,00	20

ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (R) ( $\mu\text{m}$ )
200,00	20

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error ( $S_{E-I}$ ) ( $\mu\text{m}$ )
10,00	-3

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

Valor Nominal (mm)	Error ( $S_{E-P}$ ) ( $\mu\text{m}$ )
10,00	3



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**ERROR DE CONTACTO LINEAL**

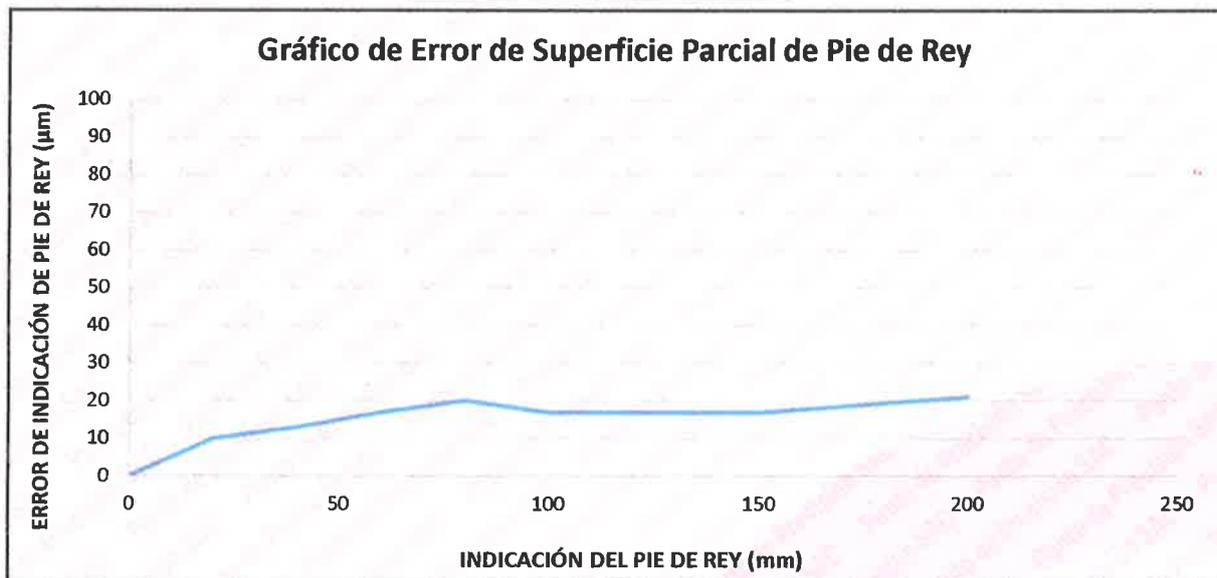
Valor Nominal (mm)	Error (L) ( $\mu\text{m}$ )
10,00	10

**ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA**

Valor Nominal (mm)	Error (J) ( $\mu\text{m}$ )
10,00	10

**ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN DE INTERIORES**

Valor Nominal (mm)	Error (K) ( $\mu\text{m}$ )
5,00	0



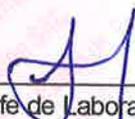
**INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY**

$$U (k=2) = ( 1\,154,81^2 + 0,03^2 \times L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$$

Incertidumbre para L = 200 mm	1 155 $\mu\text{m}$
-------------------------------	---------------------

Fin del documento



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-378-2021**

Página: 1 de 3

**Expediente** : 093-2021  
**Fecha de Emisión** : 2021-07-12

**1. Solicitante** : **GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**  
**Dirección** : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : **OHAUS**

**Modelo** : **CL501T**

**Número de Serie** : **7131121053**

**Alcance de Indicación** : **500 g**

**División de Escala de Verificación ( e )** : **0,1 g**

**División de Escala Real (d)** : **0,1 g**

**Procedencia** : **NO INDICA**

**Identificación** : **NO INDICA**

**Tipo** : **ELECTRÓNICA**

**Ubicación** : **LABORATORIO**

**Fecha de Calibración** : **2021-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.  
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,9
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,0 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 499,6 g para una carga de 500,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

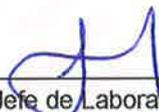
8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	18,9			18,9		
Carga L1=	250,0 g					
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Carga L2=	500,0 g	
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01
2	250,1	0,07	0,08	500,1	0,07	0,08
3	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,06	0,09
4	250,0	0,09	-0,04	500,1	0,09	0,06
5	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,08	-0,03
6	250,1	0,06	0,09	500,0	0,07	-0,02
7	250,1	0,08	0,07	500,0	0,06	-0,01
8	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,08	-0,03
9	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,09	-0,04
10	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,07	0,08
Diferencia Máxima			0,13	0,13		
Error máximo permitido ±			0,1 g	± 0,2 g		



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



## **Anexo N° 4. Ensayos de mecánica de suelos**



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ESTUDIOS DE CANTERA SUCCHAPAMPA

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Henry David Clavel Rimarachin*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 11667

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI: N°824970-2019/OSD- S00122366  
EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## CALICATA N° 01

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
HENRY DAVID CHERO RIMARACHIN  
INGENIERO  
Reg. CIP N° 1167

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI: N°824970-2019/OSD- S00122366  
EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)





LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

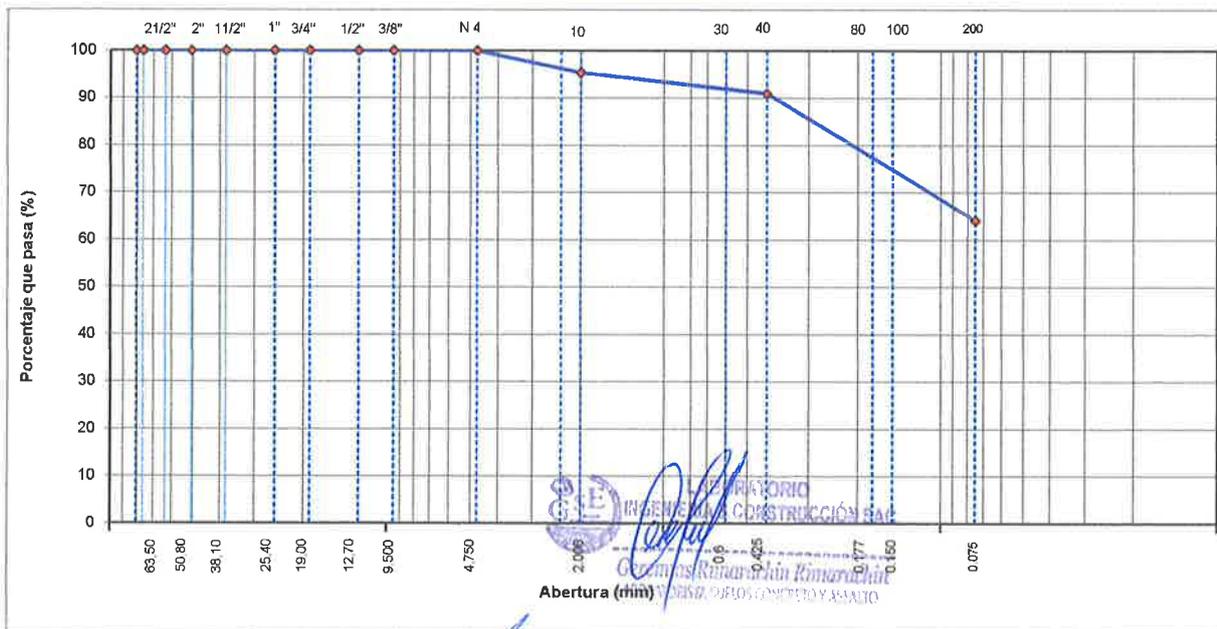
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

CANTERA	: SUCCHAPAMPA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 13/01/2021

MATERIAL	: EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO	:
CALICATA	: 1	PESO INICIAL	: 800.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCIÓN SECA	: 800.0 g
COORDENADAS	: -	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 56.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 29.7
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 26.8
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): CH
3/8"	9.500						Clasific. (AASHTO): A-7-6 ( 15 )
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	37.0	4.6	4.6	95.4		Contenido de Humedad (%): 22.50
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	35.00	4.4	9.0	91.0		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	139.00	17.4	26.4	73.6		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	76.00	9.5	35.9	64.1		
< Nº 200	FONDO	513.00	64.1	100.0			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 No. 1 138 202227

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Gerencias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

## CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

<b>CANtera</b> :	SUCCHAPAMPA	<b>HECHO POR</b> :	G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> :	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> :	H.C.R
<b>ESTRATO</b>	(0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> :	13-ene.-21

<b>MATERIAL</b> :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> :	1/01/1900
<b>CALICATA</b> :	1/01/1900	<b>MUESTRA</b> :	M-1
<b>COORDENADAS</b> :	-	<b>PROF. (M.)</b> :	(0,00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	980.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	800.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	180.0			
PESO DE SUELO SECO	800.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.50			

**PROMEDIO % DE HUMEDAD :** 22.5

**Observaciones:** -

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

<b>CANTERA</b> :	SUCCHAPAMPA	<b>HECHO POR</b> :	G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> :	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> :	H.C.R
<b>ESTRATO</b>	(0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> :	14-ene.-21

<b>MATERIAL</b> :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> :	1
<b>CALICATA</b> :	1	<b>MUESTRA</b> :	M-1
<b>COORDENADAS</b> :	-	<b>PROFUNDIDAD</b> :	(0.00 - 1.50 m)

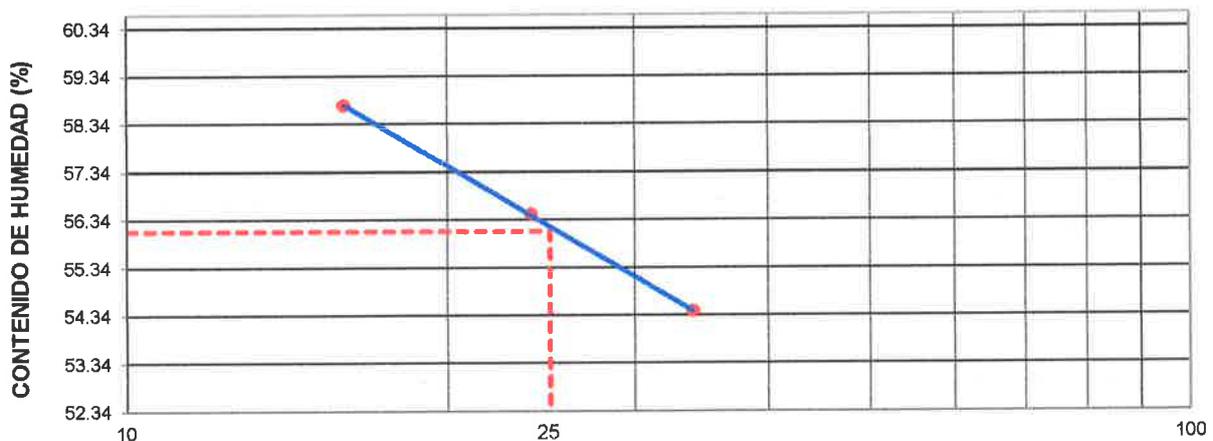
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.86	61.38	63.62	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	45.20	46.52	47.48	
PESO DE AGUA	(g)	13.66	14.86	16.14	
PESO DEL TARRO	(g)	20.10	20.20	20.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.10	26.32	27.48	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	54.42	56.46	58.73	56.54
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.55	21.23	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.63	20.30	
PESO DE AGUA	(g)	0.92	0.93	
PESO DEL TARRO	(g)	16.50	17.20	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.13	3.10	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.39	30.00	

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	56.5
LIMITE PLASTICO	29.7
INDICE DE PLASTICIDAD	26.8

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 HENRY DAVID CHAVO KIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Geremas Rimacachi Kimarachin  
 LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Geremas Rimacachi Kimarachin  
 INGENIERO GENERAL



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## CALICATA N° 02

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*HENRY DAVIS C. D. RIMARACHIN*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI: N°824970-2019/OSD- S00122366  
EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)

# REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

NORMA : ASTM - D 2488



PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

UBICACIÓN: TACABAMBA - CHOTA

CALICATA N° 02 CANTERA SUCCHAPAMPA

## PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO

FECHA: 13/01/2021

PROFUNDIDAD	MUESTRA	CONT.HUM. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			SIMBOLOGIA/ CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
			LL	LP	IP		
0.00 - 0.20							Material organico de cultivo, color marron material semi compacto
0.20 - 1.50		16.52%	55.5%	28.7%	26.8%	<b>CH</b>	Profundidad de 0.20 - 1.50 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS"(CH), como Arcillas Orgánicas de alta plasticidad, Identificado en el sistema AASTHO, como A-7-6 (14), de color Negro claro, con alto contenido de humedad y plasticidad.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
HENRY DAVID CLAVES RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 117267



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

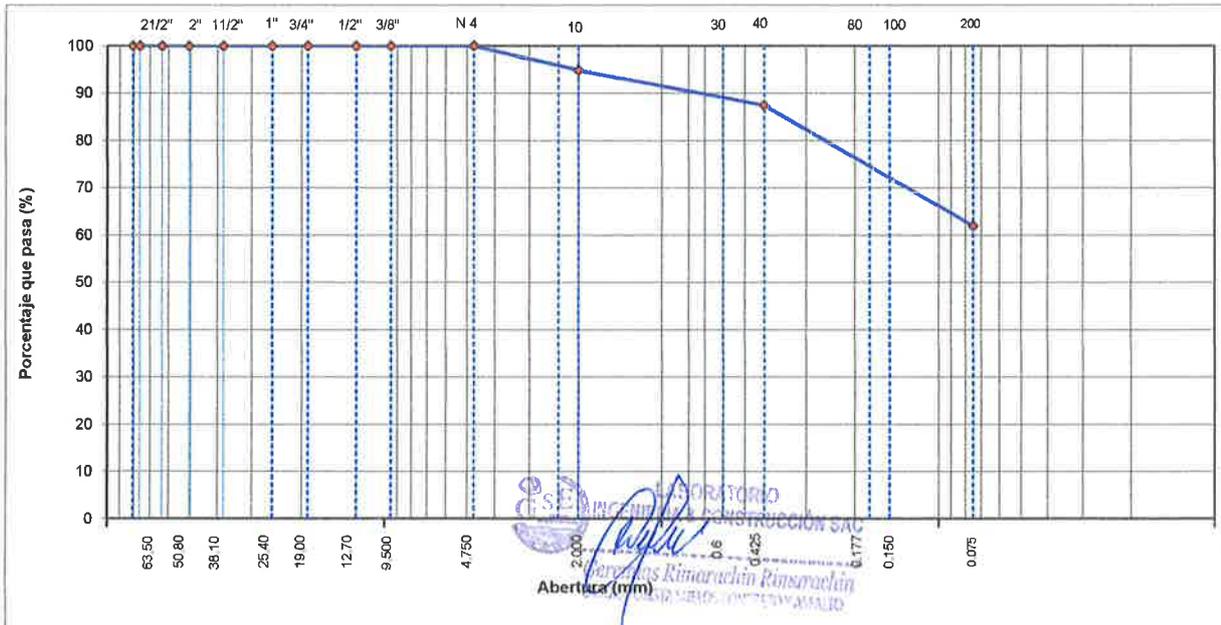
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

CANTERA : SUCCHAPAMPA HECHO POR : G.R.R  
 SOLICITANTE : ELIZABETH GAITÁN PAREDES ING. RESP. : H.C.R  
 ESTRATO : (0.00 - 1.50 m) FECHA : 13/01/2021

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA TAMAÑO MAXIMO :  
 CALICATA : 2 PESO INICIAL : 700.0 g  
 MUESTRA : M - 1 FRACCION SECA : 700.0 g  
 COORDENADAS : - PROFUND. (M.) : (0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4: 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 55.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 28.7
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 26.8
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): CH
3/8"	9.500						Clasific.(AASHTO): A-7-6 (14)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	36.0	5.1	5.1	94.9		Contenido de Humedad (%): 16.52
Nº 16	1.190						Materia Orgánica:
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez:
Nº 40	0.425	52.00	7.4	12.6	87.4		Descripción del (IC):
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	136.00	19.4	32.0	68.0		OBSERVACIONES:
Nº 200	0.075	42.00	6.0	38.0	62.0		
< Nº 200	FONDO	434.00	62.0	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 GERENTE GENERAL CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP Nº 77267

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**  
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

<b>CANTERA</b> :	SUCCHAPAMPA	<b>HECHO POR</b> :	G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> :	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> :	H.C.R
<b>ESTRATO</b>	(0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> :	13-ene.-21

<b>MATERIAL</b> :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> :	2/01/1900
<b>CALICATA</b> :	2/01/1900	<b>MUESTRA</b> :	M-1
<b>COORDENADAS</b> :	-	<b>PROF. (M.)</b> :	(0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	932.2			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	800.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	132.2			
PESO DE SUELO SECO	800.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.52			

**PROMEDIO % DE HUMEDAD :** 16.5

**Observaciones:-**

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. N° 177267

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Geremias Kimarachin Kimarachin  
 GERENTE GENERAL

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Geremias Kimarachin Kimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

<b>CANTERA</b> :	SUCCHAPAMPA	<b>HECHO POR</b> :	G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> :	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> :	H.C.R
<b>ESTRATO</b>	(0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> :	14-ene-21

<b>MATERIAL</b> :	EXTRAIDO Y MUESTREO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> :	2
<b>CALICATA</b> :	2	<b>MUESTRA</b> :	M-1
<b>COORDENADAS</b> :	-	<b>PROFUNDIDAD</b> :	(0.00 - 1.50 m)

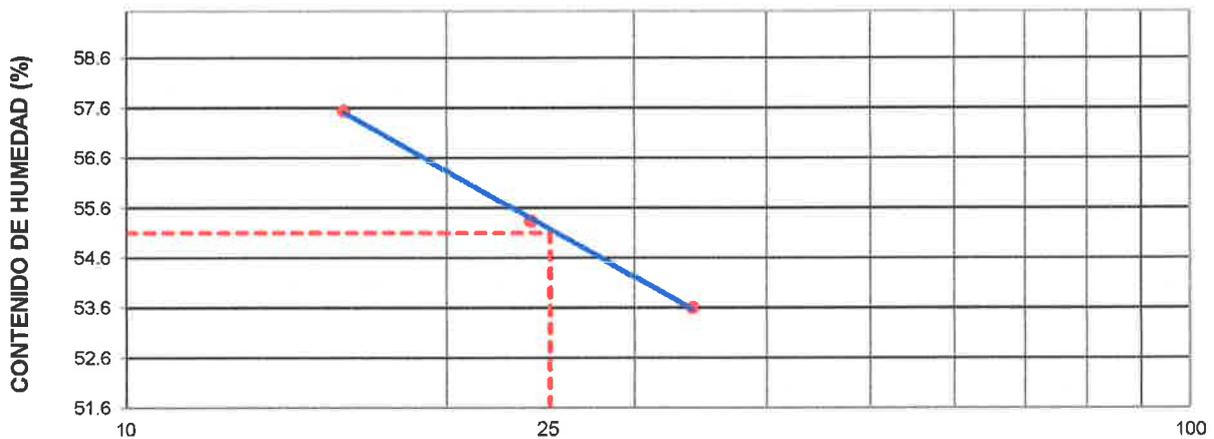
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO	6	7	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	58.60	60.80	62.71	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	45.20	46.30	47.11	
PESO DE AGUA (g)	13.40	14.50	15.60	
PESO DEL TARRO (g)	20.20	20.10	20.00	
PESO DEL SUELO SECO (g)	25.00	26.20	27.11	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	53.60	55.34	57.54	55.49
NUMERO DE GOLPES	34	24	16	24.67

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO	9	10		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	20.54	21.20		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	19.63	20.30		
PESO DE AGUA (g)	0.91	0.90		
PESO DEL TARRO (g)	16.52	17.10		
PESO DEL SUELO SECO (g)	3.11	3.20		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	29.26	28.13		

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	55.5
LIMITE PLASTICO	28.7
INDICE DE PLASTICIDAD	26.8

Observaciones:

**Geremias Rinao Achin Kimarachin**  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

**Geremias Rinao Achin Kimarachin**  
 INGENIERO EN CIVIL  
 REPRESENTANTE GENERAL

**Geremias Rinao Achin Kimarachin**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 2267



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ESTUDIOS DE CANTERA CUMPAMPA

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*HENRY DAVID RIMARACHIN*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. N° 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI: N°824970-2019/OSD- S00122366  
EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## CALICATA N° 01

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*HENRY DAVID RIMARACHIN*  
INGENIERO EN  
Reg. CIP N° 12267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI: N°824970-2019/OSD- S00122366  
EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)

# REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

NORMA : ASTM - D 2488



PROYECTO: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

UBICACIÓN: TACABAMBA - CHOTA

**CALICATA N° 01 CANTERA CUMPAMPA**

## PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO

FECHA: 13/01/2021

PROFUNDIDAD	MUESTRA	CONT.HUM. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			SIMBOLOGIA/ CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
			LL	LP	IP		
<div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: small;">PROFUNDIDAD (m)</div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> </div>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;">MH</div>						<p>Material organico de cultivo, color Negro oscuro semi compacto</p>
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="width: 20px; border-right: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> </div>	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 40px; margin: 0 auto;">MH</div>	25.30%	52.3%	32.5%	19.8%	<b>MH</b>	<p>Profundidad de 0.20 - 1.50 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS" (MH), como Limos Inorganicas, suelos limosos o arenosos finos micaceos o diatomaceos, suelos elasticos, Identificado en el sistema AASTHO, como A-7-5 (12), de color Negro oscuro con alto contenido de humedad y plasticidad.</p>


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
 HENRY DAVID CLAVE RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 72667


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 LABORATORIO DE SUELOS (CONCRETO Y ASFALTO)



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

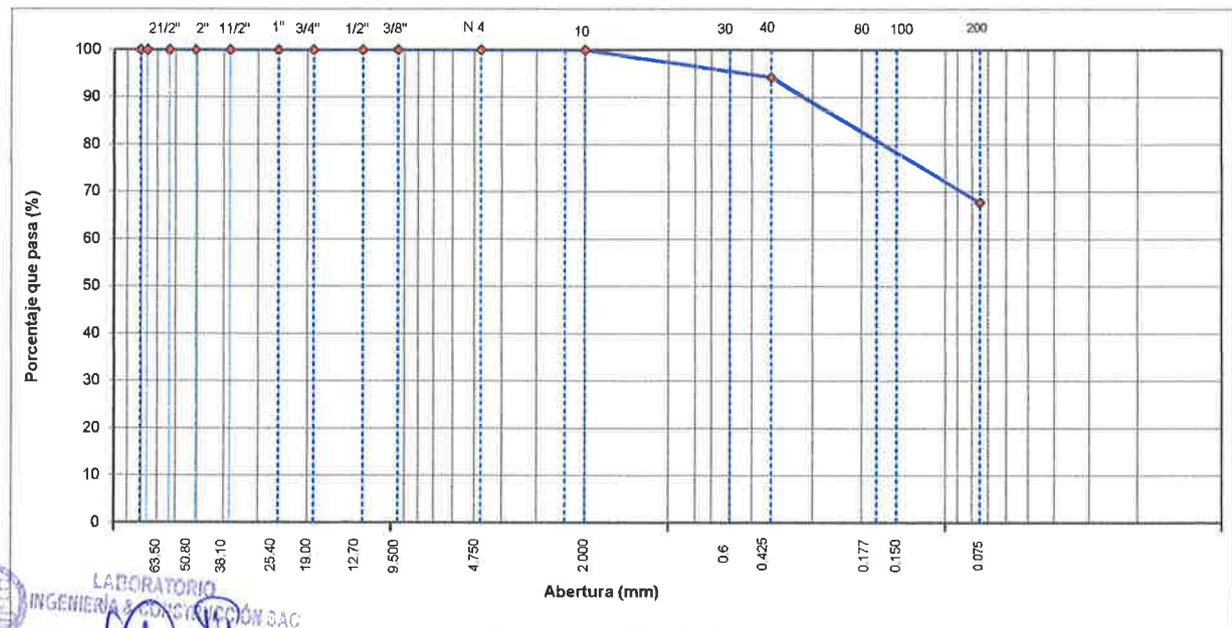
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

CANtera	:	CUMPAMPA	HECHO POR	:	G.R.R
SOLICITANTE	:	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	ING. RESP.	:	H.C.R
ESTRATO	:	(0.00 - 1.50 m)	FECHA	:	13/01/2021

MATERIAL	:	EXTRAÍDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO	:	
CALICATA	:	1	PESO INICIAL	:	800.0 g
MUESTRA	:	M - 1	FRACCIÓN SECA	:	800.0 g
COORDENADAS	:	-	PROFUND. (M.)	:	(0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 0.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 100.0%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL): 52.3
1"	25.400						Límite Plástico (LP): 32.5
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP): 19.8
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS): MH
3/8"	9.500						Clasific. (AASHTO): A-7-5 (12)
Nº 4	4.750				100.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	0.0	0.0	0.0	100.0		Contenido de Humedad (%): 25.26
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	46.00	5.8	5.8	94.3		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	95.00	11.9	17.6	82.4		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	117.00	14.6	32.3	67.8		
< Nº 200	FONDO	542.00	67.8	100.0			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CLAYO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O.P. Nº 77267

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

### CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

<b>CANTERA</b> :	CUMPAMPA	<b>HECHO POR</b> :	G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> :	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> :	H.C.R
<b>ESTRATO</b> :	(0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> :	13-ene.-21

<b>MATERIAL</b> :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> :	1/01/1900
<b>CALICATA</b> :	1/01/1900	<b>MUESTRA</b> :	M-1
<b>COORDENADAS</b> :	-	<b>PROF. (M.)</b> :	(0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	1200.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	958.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	242.0			
PESO DE SUELO SECO	958.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	25.26			

**PROMEDIO % DE HUMEDAD :** 25.3

**Observaciones:** -

  
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 RUC 2011077267

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Gerardo Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL

  
 LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC  
 Gerardo Rimarachin Rimarachin  
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERÍA TACABAMBA - CHOTA"

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

<b>CANTERA</b> : CUMPAMPA	<b>HECHO POR</b> : G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> : ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> : H.C.R
<b>ESTRATO</b> (0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> : 14-ene.-21

<b>MATERIAL</b> : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> : 1
<b>CALICATA</b> : 1	<b>MUESTRA</b> : M-1
<b>COORDENADAS</b> : -	<b>PROFUNDIDAD</b> : (0.00 - 1.50 m)

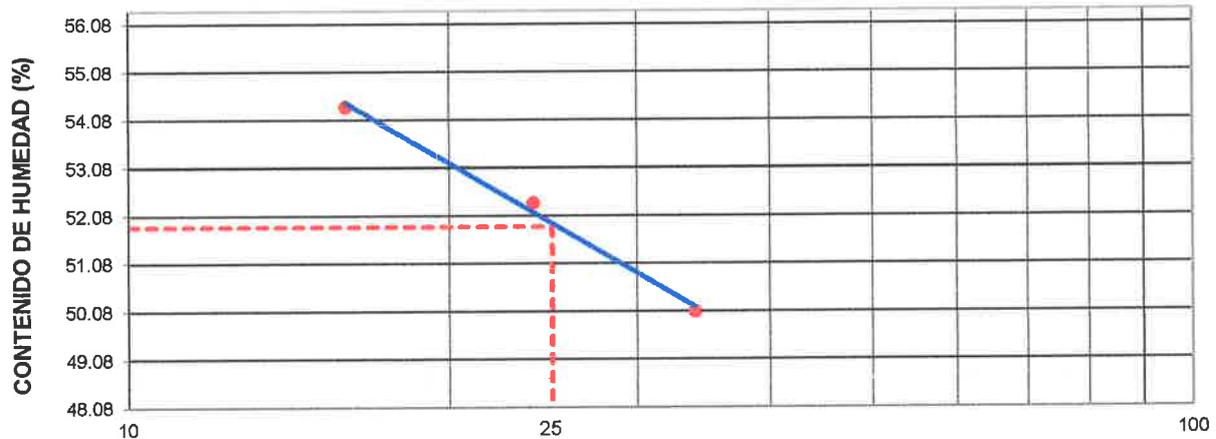
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.35	59.76	61.45	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	45.62	46.10	46.96	
PESO DE AGUA	(g)	12.73	13.66	14.49	
PESO DEL TARRO	(g)	20.20	20.00	20.30	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.42	26.10	26.66	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.08	52.34	54.35	52.26
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.60	21.32	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.60	20.10	
PESO DE AGUA	(g)	1.00	1.22	
PESO DEL TARRO	(g)	16.52	16.36	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.08	3.74	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	32.47	32.62	

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	52.3
LIMITE PLASTICO	32.5
INDICE DE PLASTICIDAD	19.8



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID COKO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

Observaciones:



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremas Rimarachin Kimarachi  
 LABORATORISTA



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremas Rimarachin Kimarachi  
 ENTE GENERAL



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## CALICATA N° 02

LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
*[Signature]*  
Geremas Rimarachin Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
*[Signature]*  
Geremas Rimarachin Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
*[Signature]*  
HENRY DAVID RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. 119 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI: N°824970-2019/OSD- S00122366  
EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)

# REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

NORMA : ASTM - D 2488



PROYECTO: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

UBICACIÓN: TACABAMBA - CHOTA

**CALICATA N° 02 CANTERA CUMPAMPA**

## PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO

FECHA: 13/01/2021

PROFUNDIDAD	MUESTRA	CONT.HUM. W(%)	LIMITES DE CONSISTENCIA			SIMBOLOGIA / CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
			LL	LP	IP		
0.20	MH						Material organico de cultivo, color marron material semi compacto
0.30	MH						Profundidad de 0.20 - 1.50 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como Limos Inorganicas, suelos limosos o arenosos finos micaceos o diatomaceos, suelos elasticos, Identificado en el sistema AASTHO, como A-7-5 (10), de color Negro oscuro con manchas de color beige, con alto contenido de humedad y plasticidad.
0.40	MH						
0.50	MH						
0.60	MH						
0.70	MH						
0.80	MH	18.00%	53.3%	33.1%	20.2%	<b>MH</b>	
0.90	MH						
1.00	MH						
1.10	MH						
1.20	MH						
1.30	MH						
1.40	MH						
1.50	MH						

**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
 HENRY DAVID CLAVE RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77337

**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL

**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC**  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

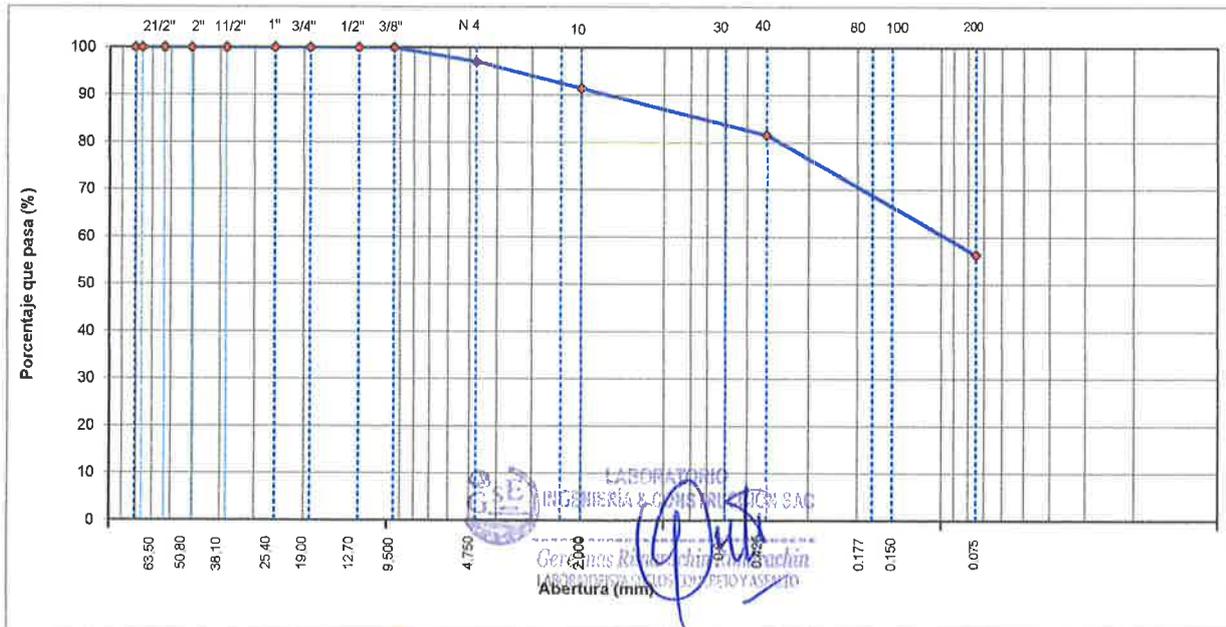
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

CANTERA	: CUMPAMPA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	: (0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 13/01/2021

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MAXIMO	:
CALICATA	: 2	PESO INICIAL	: 700.0 g
MUESTRA	: M - 1	FRACCION SECA	: 700.0 g
COORDENADAS	: -	PROFUND. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 3.0%
2"	50.800						% Peso Material <4 97.0%
1 1/2"	38.100						Limite Líquido (LL) : 53.3
1"	25.400						Limite Plástico (LP) : 33.1
3/4"	19.000						Indice Plástico (IP) : 20.2
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : MH
3/8"	9.500				100.0		Clasific. (AASHTO) : A-7-5 ( 10 )
Nº 4	4.750	21.0	3.0	3.0	97.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	40.0	5.5	8.5	91.5		Contenido de Humedad (%) : 18.00
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Indice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Indice de Líquidez :
Nº 40	0.425	71.00	9.8	18.4	81.6		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	141.00	19.5	37.9	62.1		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	42.00	5.8	43.7	56.3		
< Nº 200	FONDO	406.00	56.3	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 172367

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO**  
(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

<b>CANTERA</b> :	CUMPAMPA	<b>HECHO POR</b> :	G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> :	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> :	H.C.R
<b>ESTRATO</b>	(0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> :	13-ene.-21

<b>MATERIAL</b> :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> :	2/01/1900
<b>CALICATA</b> :	2/01/1900	<b>MUESTRA</b> :	M-1
<b>COORDENADAS</b> :	-	<b>PROF. (M.)</b> :	(0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	826.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	700.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	126.0			
PESO DE SUELO SECO	700.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.00			

**PROMEDIO % DE HUMEDAD :** 18.0

**Observaciones:** -

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIR N° 17267

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL

  
 LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

<b>CANTERA</b> :	CUMPAMPA	<b>HECHO POR</b> :	G.R.R
<b>SOLICITANTE</b> :	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	<b>ING. RESP.</b> :	H.C.R
<b>ESTRATO</b>	(0.00 - 1.50 m)	<b>FECHA</b> :	14-ene.-21

<b>MATERIAL</b> :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	<b>CALICATA</b> :	2
<b>CALICATA</b> :	2	<b>MUESTRA</b> :	M-1
<b>COORDENADAS</b> :	-	<b>PROFUNDIDAD</b> :	(0.00 - 1.50 m)

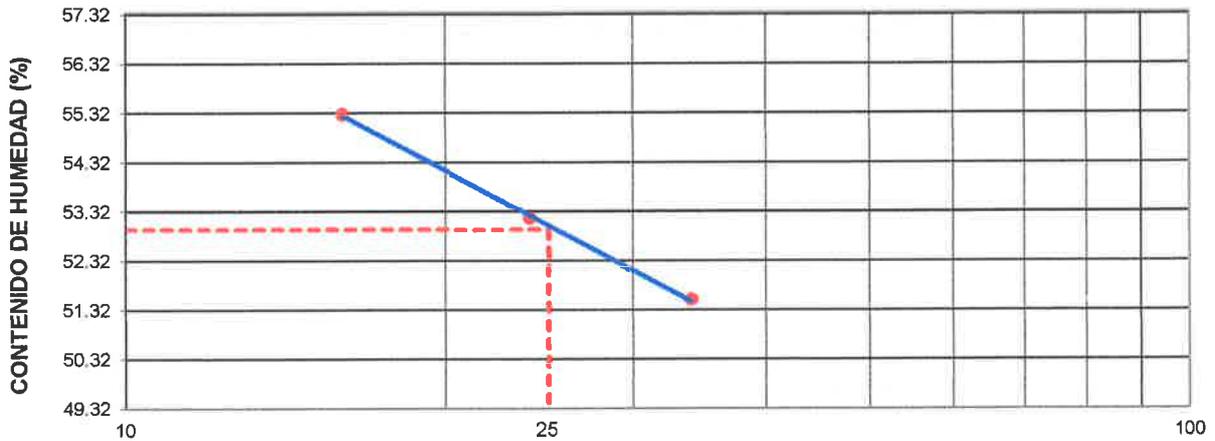
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		6	7	8	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	58.03	59.98	60.26	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	45.20	46.10	45.96	
PESO DE AGUA	(g)	12.83	13.88	14.30	
PESO DEL TARRO	(g)	20.30	20.00	20.10	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	24.90	26.10	25.86	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	51.53	53.18	55.30	53.34
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		9	10	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.19	21.26	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.20	20.20	
PESO DE AGUA	(g)	0.99	1.06	
PESO DEL TARRO	(g)	16.20	17.00	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.00	3.20	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	33.00	33.13	

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	53.3
LIMITE PLASTICO	33.1
INDICE DE PLASTICIDAD	20.2



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CARRERA RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 17267

#### Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremas Rimarachin Rimarachin  
 LABORANTISTA SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

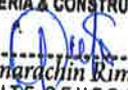


LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremas Rimarachin Rimarachin  
 DIRECTOR GENERAL



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ESTUDIOS DE CANTERA LA LAGUNA

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
  
HENRY DAVID  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C. N.º 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N<sup>o</sup> 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI: N<sup>o</sup>824970-2019/OSD- S00122366  
EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## CALICATA N° 01

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
GERENTE GENERAL

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Henry David Cruz Rimarachin*  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 1257

---

**DIRECCIÓN:** Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
**TELF.:** 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
**RUC:** 20605442235 INDECOPI: N°824970-2019/OSD- S00122366  
**EMAIL:** [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)

# REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA

NORMA : ASTM - D 2488



PROYECTO: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

UBICACIÓN: TACABAMBA - CHOTA

CALICATA N° 01 CANTERA LA LAGUNA

## PERFORACION AL TIPO CIELO ABIERTO

FECHA: 13/01/2021

PROFUNDIDAD	MUESTRA	CONT.HUM. W(%)	LÍMITES DE CONSISTENCIA			SIMBOLOGIA / CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
			LL	LP	IP		
0.20							Material organico de cultivo, color Beige oscuro semi compacto
0.30		21.00%	57.5%	30.0%	27.5%	<b>CH</b>	<p>Profundidad de 0.20 - 1.50 m. Estrato clasificado en el Sistema "SUCS", como Arcillas organicas de alta plasticidad, Arcillas grasas, Identificado en el sistema AASTHO, como A-7-5 (12), de color Beige oscuro con manchas amarillentas, con alto contenido de humedad y plasticidad.</p>
0.40							
0.50							
0.60							
0.70							
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
   
 Geremias CLAVO RIMARACHIN
   
 INGENIERO CIVIL
   
 Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
   
 Geremias Rimarachin Rimarachin
   
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
   
 Geremias Rimarachin Rimarachin
   
 LABORADORISTA TIPO 1



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA "

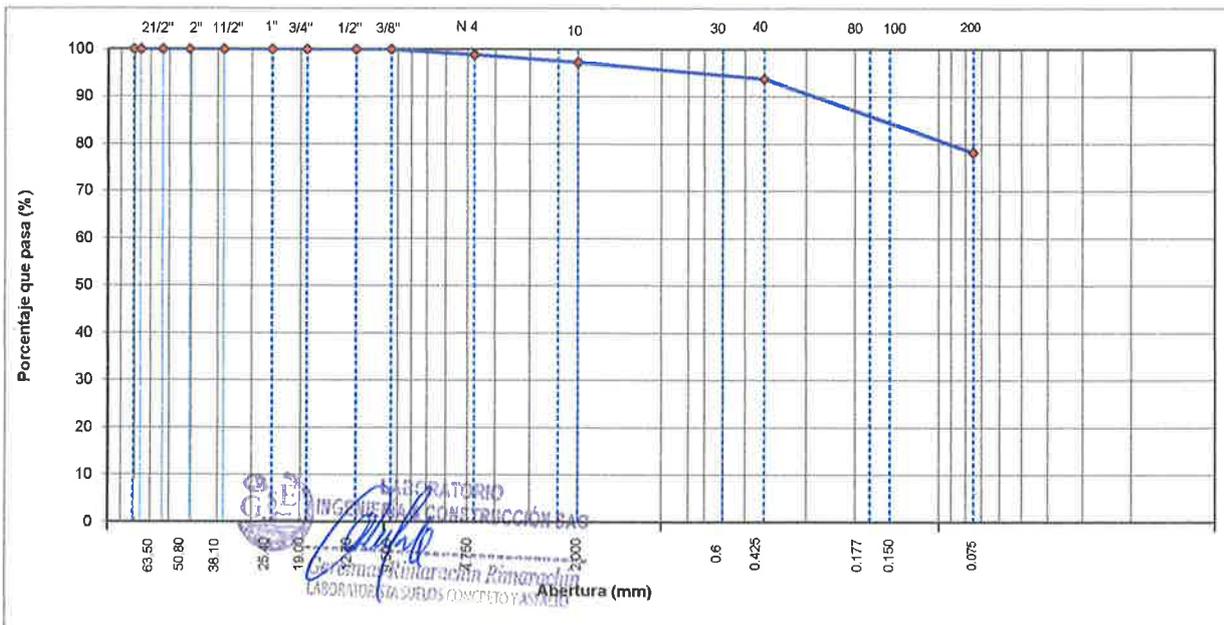
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

CANTERA	:	LA LAGUNA	HECHO POR	:	G.R.R
SOLICITANTE	:	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	ING. RESP.	:	H.C.R
ESTRATO	:	(0.00 - 1.50 m)	FECHA	:	13/01/2021

MATERIAL :	EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	TAMAÑO MÁXIMO :	
CALICATA :	1	PESO INICIAL :	800.0 g
MUESTRA :	M - 1	FRACCIÓN SECA :	800.0 g
COORDENADAS :	-	PROFUND. (M.) :	(0.00 - 1.50 m)

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3 1/2"	80.89						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						%Peso Material >4: 1.1%
2"	50.800						% Peso Material <4 98.9%
1 1/2"	38.100						Límite Líquido (LL) : 57.5
1"	25.400						Límite Plástico (LP) : 30.0
3/4"	19.000						Índice Plástico (IP) : 27.5
1/2"	12.700						Clasificación(SUCS) : CH
3/8"	9.500				100.0		Clasific.(AASHTO) : A-7-5 ( 18 )
Nº 4	4.750	9.0	1.1	1.1	98.9		
Nº 8	2.380						
Nº 10	2.000	13.0	1.6	2.7	97.3		Contenido de Humedad (%) : 21.00
Nº 16	1.190						Materia Orgánica :
Nº 20	0.840						Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600						Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	28.00	3.5	6.2	93.8		Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	35.00	4.3	10.5	89.5		OBSERVACIONES :
Nº 200	0.075	91.00	11.2	21.8	78.2		
< Nº 200	FONDO	633.00	78.2	100.0			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 77267

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

## CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

CANTERA	: LA LAGUNA	HECHO POR	: G.R.R
SOLICITANTE	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	ING. RESP.	: H.C.R
ESTRATO	(0.00 - 1.50 m)	FECHA	: 13-ene.-21

MATERIAL	: EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA	CALICATA	: 1
CALICATA	: 1	MUESTRA	: M-1
COORDENADAS	: -	PROF. (M.)	: (0.00 - 1.50 m)

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	968.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	800.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	168.0			
PESO DE SUELO SECO	800.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21.00			

**PROMEDIO % DE HUMEDAD : 21.0**

Observaciones: -


 LABORATORIO  
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HELENY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 77267


 LABORATORIO  
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL


 LABORATORIO  
 INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremias Rimarachin Rimarachin  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

CANTERA : LA LAGUNA  
 SOLICITANTE : ELIZABETH GAITÁN PAREDES  
 ESTRATO (0.00 - 1.50 m)

HECHO POR : G.R.R  
 ING. RESP. : H.C.R  
 FECHA : 14-ene.-21

MATERIAL : EXTRAIDO Y MUESTREADO DE CALICATA  
 CALICATA : 1  
 COORDENADAS : -

CALICATA : 1  
 MUESTRA : M-1  
 PROFUNDIDAD : (0.00 - 1.50 m)

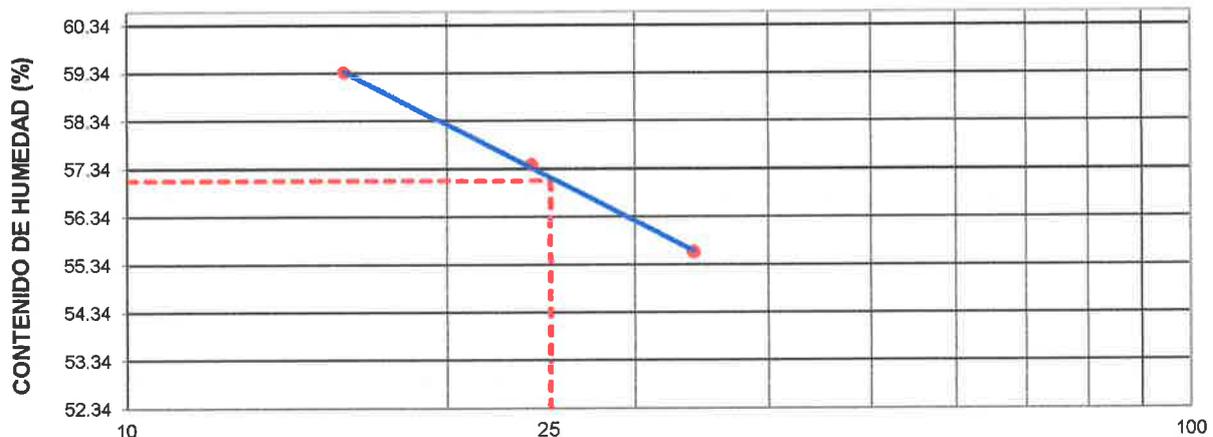
#### LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	60.50	59.67	60.14	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	46.10	45.20	45.30	
PESO DE AGUA	(g)	14.40	14.47	14.84	
PESO DEL TARRO	(g)	20.20	20.00	20.30	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	25.90	25.20	25.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	55.60	57.42	59.36	57.46
NUMERO DE GOLPES		34	24	16	24.67

#### LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		4	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.56	21.24	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.63	20.30	
PESO DE AGUA	(g)	0.93	0.94	
PESO DEL TARRO	(g)	16.50	17.20	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	3.13	3.10	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	29.71	30.32	

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	57.5
LIMITE PLASTICO	30.0
INDICE DE PLASTICIDAD	27.5

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CLAY RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremas Rimarachin Rimarachin  
 LABORATORISTA SUPLENTE COMPETENTE Y ASALADO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Geremas Rimarachin Rimarachin  
 INGENIERO GENERAL

**Anexo N° 5. Ensayos de mecánica de materiales BTC**



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# VARIACIÓN DIMENCIONAL

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
LABORANTISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)

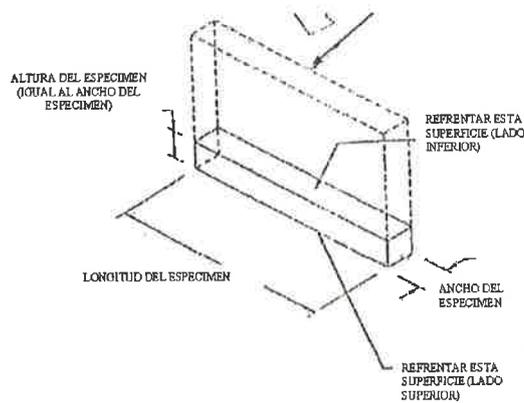
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERÍA TACABAMBA - CHOTA"	REALIZADO POR:	G.R.R
SOLICITANTE	ELIZABETH GAITÁN PAREDES	REVISADO POR:	H.C.R
CÓDIGO DE PROYECTO		FECHA DE ENSAYO:	1/04/2021
UBICACIÓN DE PROYECTO	TACABAMBA	TURNO:	Diurno
FECHA DE EMISIÓN	01/04/21		

Tipo de muestra	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA
Presentación	BLOQUE

**VARIACION DIMENSIONAL  
NTP 331.017.**

CANTERA	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
SUCCHAPAMPA	N° 01	280.00	0.05	0.00	140.10	0.00	0.05	70.20	0.05	0.04
SUCCHAPAMPA	N° 02	279.90	0.10	0.05	140.05	0.05	0.10	70.30	0.10	0.09
SUCCHAPAMPA	N° 03	280.05	0.05	0.01	140.02	0.01	0.05	70.28	0.06	0.08
SUCCHAPAMPA	N° 04	279.95	0.10	0.05	140.30	0.06	0.10	70.29	0.10	0.10
SUCCHAPAMPA	N° 05	280.07	0.10	0.00	139.98	0.01	0.03	70.25	0.02	0.07



- OBSERVACIONES:**
- \* Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
  - \* Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
  - \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 HENRY DAVID CLAVO RAMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

JEFE LEM

Nombre y firma:


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 Geremias Rimarachi Kimarachi  
 INGENIERO CIVIL

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-182
	<b>MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	Versión	01
		Fecha	13-11-2018
		Página	1 de 1

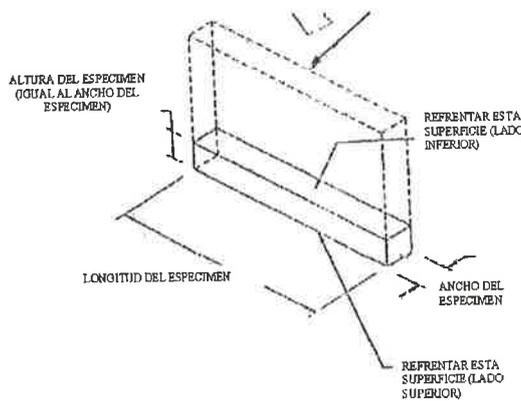
PROYECTO : "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERÍA TACABAMBA - CHOTA"  
 SOLICITANTE : ELIZABETH GAITÁN PAREDES  
 CÓDIGO DE PROYECTO :  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : TACABAMBA  
 FECHA DE EMISIÓN : 01/04/21

REALIZADO POR: G.R.R  
 REVISADO POR: H.C.R  
 FECHA DE ENSAYO: 1/04/2021  
 TURNO: Diurno

Tipo de muestra : BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA  
 Presentación : BLOQUE

**VARIACION DIMENSIONAL  
NTP 331.017.**

CANTERA	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
CUMPAMPA	N° 01	280.05	0.05	0.07	140.02	0.02	0.08	70.20	0.09	0.07
CUMPAMPA	N° 02	280.06	0.10	0.09	140.05	0.06	0.09	70.30	0.02	0.04
CUMPAMPA	N° 03	279.98	0.08	0.06	140.09	0.04	0.04	70.40	0.03	0.06
CUMPAMPA	N° 04	280.04	0.02	0.07	140.03	0.06	0.06	70.25	0.05	0.07
CUMPAMPA	N° 05	279.96	0.09	0.03	140.05	0.02	0.05	70.32	0.08	0.08



**OBSERVACIONES:**

- Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM
Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC HENRY DAVID CLAY KIMARACHIN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 17267	Nombre y firma:  LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Kimarachin DIRECTOR GENERAL

	<b>INFORME</b>	Código	AE-FO-182
	<b>MÉTODO DE PRUEBA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	Versión	01
		Fecha	13-11-2019
		Página	1 de 1

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERÍA TACABAMBA - CHOTA"

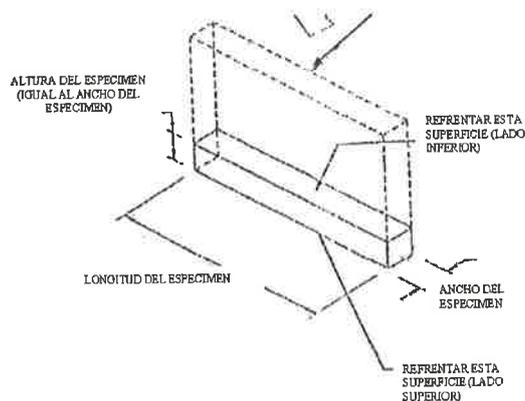
SOLICITANTE : ELIZABETH GAITÁN PAREDES  
 CÓDIGO DE PROYECTO :  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : TACAB :  
 FECHA DE EMISIÓN : 01/04/21

REALIZADO POR: G.R.R  
 REVISADO POR: H.C.R  
 FECHA DE ENSAYO: 1/04/2021  
 TURNO: Diurno

Tipo de muestra : BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA  
 Presentación : BLOQUE

**VARIACION DIMENSIONAL  
NTP 331.017.**

CANTERA	ESP.	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)		
		Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)	Prom	Var. (mm)	Var (%)
LA LAGUNA	N° 01	280.20	0.10	0.12	140.10	0.10	0.10	70.20	0.10	0.20
LA LAGUNA	N° 02	280.10	0.10	0.05	140.20	0.10	0.10	70.40	0.10	0.12
LA LAGUNA	N° 03	280.20	0.10	0.16	140.00	0.10	0.00	70.20	0.05	0.11
LA LAGUNA	N° 04	280.15	0.05	0.06	140.15	0.05	0.05	70.30	0.06	0.02
LA LAGUNA	N° 05	280.16	0.09	0.09	140.12	0.09	0.03	70.25	0.08	0.04



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras realizadas en el laboratorio de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
- \* Los insumos fueron provistos por el solicitante y ensayados en el laboratorio de GSE
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de GSE

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM

Nombre y firma:




**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 HENRY DAVID CLATO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 17267

JEFE LEM

Nombre y firma:




**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 Gerentes Rimarachin  
 GERENTES



GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
"LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS"

# ENSAYO DE ALABEO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremas Rimarachin Rimarachin  
LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 1267

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremas Rimarachin Rimarachin  
INGENIERO EN PAVIMENTOS

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 INDECOPI N° 824970 – 2019/OSD

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-84</b>
	<b>DETERMINACIÓN DEL ALABEO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b> <b>NTP 399.613</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Proyecto : "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERÍA TACABAMBA - CHOTA"  
 Solicitante : ELIZABETH GAITÁN PAREDES  
 Atención : ELIZABETH GAITÁN PAREDES  
 Ubicación de Proyecto : TACABAMBA  
 Tipo de Muestra : BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA

Muestreado por : Solicitante  
 Ensayado por : G.R.R  
 Fecha de Ensayo: 1/04/2021  
 Turno: Diurno

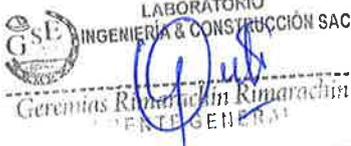
Tipo de muestra : En Base a mezcla de Arcilla y 15% de Cemento  
 Presentación : Bloque  
 N° de Muestra : ---  
 Progresiva : ---

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MÁXIMO OBTENIDO O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO										
CANTERA: LA LAGUNA	SUPERFICIE	0.96	1.23	1.03	1.15	0.87	0.85	0.39	0.97	0.24	1.25	1.25	Máximo 4 mm
	BORDE	0.23	0.89	1.00	0.87	0.59	0.72	0.85	0.82	0.86	1.05	1.05	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MÁXIMO OBTENIDO O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO										
CANTERA: SUCCHAPAMPA	SUPERFICIE	0.87	1.05	0.93	0.87	0.67	0.97	0.92	0.76	0.80	0.80	1.05	Máximo 4 mm
	BORDE	0.96	0.90	0.42	0.50	0.64	0.54	0.80	0.60	0.45	0.40	0.96	Máximo 4 mm

DENOMINACIÓN	DATOS	MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4		MUESTRA 5		MÁXIMO OBTENIDO O mm	TOLERANCIA
		CONCAVO	CONVEXO										
CANTERA: CUMPAMPA	SUPERFICIE	1.20	0.87	1.30	1.45	0.97	0.80	1.20	0.85	1.10	1.20	1.45	Máximo 4 mm
	BORDE	0.96	0.87	0.90	1.10	1.10	0.97	1.10	0.80	0.90	1.10	1.10	Máximo 4 mm

GSE LABORATORIO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC

<b>TECNICO LEM</b>  Nombre y firma:    <b>HENRY DAVID CLAUDIO RIMARACHIN</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP. 177267	<b>JEFE LEM</b>  Nombre y firma:    <b>Geremias Rimarachin Rimarachin</b> DIRECTOR GENERAL
---	---



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC”  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ABSORCIÓN

  
LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

  
LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
HENRY PANTOJA CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 77267

  
LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Proyecto	: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Ensayado por :	G.R.R
Atención	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Fecha de Ensayo:	2/04/2021
Ubicación de Proyecto	: CANTERA SUCCHAPAMPA	Turno:	Diurno
Material	: BLOQUES DE TIERRA CONFINADA		
Tipo de muestra	: En Base a mezcla de Arcilla y 15% de Cemento		
Procedencia	: Elaboración propia		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

DATOS		1	2	3	4	5	
1	Peso de la muestra sss	5652	5656	5652	5660	5632	
2	Peso de la muestra sss sumergida	2909	2895	2889	2902	2896	
3	Peso de la muestra secada al horno	5379	5362	5362	5362	5350	

RESULTADOS		1	1	1	1	1		PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA		1.961	1.942	1.941	1.944	1.955		1.949
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S		2.061	2.049	2.046	2.052	2.058		2.053
PESO ESPECIFICO APARENTE		2.178	2.173	2.168	2.180	2.180		2.176
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)		5.1	5.5	5.4	5.6	5.3		5.4

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC**

TECNICO LEM

Nombre y firma:


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 HENRY DAVID C. RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

JEFE LEM

Nombre y firma:


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 Gerencias Rimarachin Rimarachin  
 "FENTE GENERAL"

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Proyecto	: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"	Muestreado por :	Solicitante
Solicitante	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Ensayado por :	G. R. R
Atención	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Fecha de Ensayo:	2/04/2021
Ubicación de Proyecto	: CANTERA CUMPAMPA - TACABAMBA	Turno:	Diurno
Material	: BLOQUES DE TIERRA CONFINADA		
Tipo de muestra	: En Base a mezcla de Arcilla y 15% de Cemento		
Procedencia	: Elaboración propia		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

DATOS		1	2	3	4	5	
1	Peso de la muestra sss	5183	5202	5198	5220	5198	
2	Peso de la muestra sss sumergida	2449	2452	2462	2489	2463	
3	Peso de la muestra secada al horno	4747	4749	4750	4750	4740	

RESULTADOS	1	1	1	1	1		PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	1.736	1.727	1.736	1.739	1.733		<b>1.734</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	1.896	1.892	1.900	1.911	1.901		<b>1.900</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.066	2.067	2.076	2.101	2.082		<b>2.078</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	9.2	9.5	9.4	9.9	9.7		<b>9.5</b>

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC**

TECNICO LEM

Nombre y firma:


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 HENRY DAVID CLAY RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267

JEFE LEM

Nombre y firma:


**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 Gerentes Rimarachin Rimarachin  
 S.A. S. GENERAL

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Proyecto	: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"		
Solicitante	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Ensayado por :	G.R.R
Ubicación de Proyecto	: CANTERA LA LAGUNA - TACABAMBA	Fecha de Ensayo:	2/04/2021
Material	: BLOQUES DE TIERRA CONFINADA	Turno:	Diurno
Tipo de muestra	: En Base a mezcla de Arcilla y 15% de Cemento		
Procedencia	: Elaboración propia		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

DATOS		1	2	3	4	5	
1	Peso de la muestra sss	5261	5262	5262	5245	5300	
2	Peso de la muestra sss sumergida	2517	2509	2505	2519	2518	
3	Peso de la muestra secada al horno	4879	4886	4890	4886	4952	

RESULTADOS	1	1	1	1	1		PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	1.778	1.775	1.774	1.792	1.780		1.780
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	1.917	1.911	1.909	1.924	1.905		1.913
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.066	2.056	2.050	2.064	2.035		2.054
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	7.8	7.7	7.6	7.3	7.0		7.5

<b>GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC</b>	
<p>TECNICO LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>            HENRY DAVID LIMARACHIN            INGENIERO CIVIL            Reg. CIP 17267         </p>	<p>JEFE LEM</p> <p>Nombre y firma:</p>  <p>  <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b>            Gerardo Limarachin            INGENIERO GENERAL         </p>



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# PESO ESPECÍFICO

LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
Gerente General  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
*Henry Daniel Clavo Rimarachin*  
Henry Daniel Clavo Rimarachin  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO  
INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC  
*Geremias Rimarachin Rimarachin*  
Gerente General

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Proyecto	: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"		
Solicitante	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Ensayado por :	G.R.R
Ubicación de Proyecto	: CANTERA SUCCHAPAMPA	Fecha de Ensayo:	2/04/2021
Material	: BLOQUES DE TIERRA CONFINADA	Turno:	Diurno
Tipo de muestra	: En Base a mezcla de Arcilla y 15% de Cemento		
Procedencia	: Elaboración propia		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

DATOS		1	2	3	4	5
1	Peso de la muestra sss	5652	5656	5652	5680	5632
2	Peso de la muestra sss sumergida	2909	2895	2889	2902	2896
3	Peso de la muestra secada al horno	5379	5362	5362	5362	5350

RESULTADOS	1	1	1	1	1	PROMEDIO
PESO ESPECIFICO DE MASA	1.961	1.942	1.941	1.944	1.955	<b>1.949</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.061	2.049	2.046	2.052	2.058	<b>2.053</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.178	2.173	2.168	2.180	2.180	<b>2.176</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	5.1	5.5	5.4	5.6	5.3	<b>5.4</b>

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC**

TECNICO LEM

Nombre y firma:




**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 HENRY DAVID CLAUDIO INMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 1267

JEFE LEM

Nombre y firma:




**LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC**  
 Geremías Rimarachin Rimarachin  
 INGENIERO CIVIL

	<b>INFORME</b>	<b>Código</b>	<b>AE-FO-78</b>
	<b>DETERMINACIÓN DE PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO - ADOQUINES MÉTODO EXPERIMENTAL (REF ASTM C127)</b>	<b>Versión</b>	<b>01</b>
		<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
		<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>

Proyecto	: " EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"		
Solicitante	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: ELIZABETH GAITÁN PAREDES	Ensayado por :	G.R.R
Ubicación de Proyecto	: CANTERA CUMPAMPA - TACABAMBA	Fecha de Ensayo:	2/04/2021
Material	: BLOQUES DE TIERRA CONFINADA	Turno:	Diurno
Tipo de muestra	: En Base a mezcla de Arcilla y 15% de Cemento		
Procedencia	: Elaboración propia		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

DATOS		1	2	3	4	5	
1	Peso de la muestra sss	5183	5202	5198	5220	5198	
2	Peso de la muestra sss sumergida	2449	2452	2462	2489	2463	
3	Peso de la muestra secada al horno	4747	4749	4750	4750	4740	

RESULTADOS	1	1	1	1	1		<b>PROMEDIO</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA	1.736	1.727	1.736	1.739	1.733		<b>1.734</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	1.896	1.892	1.900	1.911	1.901		<b>1.900</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.066	2.067	2.076	2.101	2.082		<b>2.078</b>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	9.2	9.5	9.4	9.9	9.7		<b>9.5</b>

**GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC**

<b>TECNICO LEM</b> Nombre y firma:   <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b> HENRY DAVID CLAUDIO RIMBACHIN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77117	<b>JEFE LEM</b> Nombre y firma:   <b>LABORATORIO INGENIERIA &amp; CONSTRUCCIÓN SAC</b> Geremías Rimbachin Rimbachin INGENIERO CIVIL
--	---





"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# EFLORESCENCIA

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION

  
LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremías Rimarachin Rimarachin  
LABORANTE EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

  
LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremías Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

  
LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)









"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

# ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 77267

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO  
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
Geremias Rimarachin Rimarachin  
GERENTE GENERAL

---

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA N° 792 – 1ER. PISO.  
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA  
RUC: 20605442235 EMAIL: [gselaboratorio2019@gmail.com](mailto:gselaboratorio2019@gmail.com)



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ELIZABETH GAITÁN PAREDES

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

Fecha: 2-04-2021

ELEMENTO (s)

BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	CANTERA: LAGUNA			ADITIVO 1			CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	ÁREA (cm)	CARGA (KG/CM <sup>2</sup> )
					ANCHO (mm)	LARGO (mm)	PESO (gr)	TIPO DE ROTURA (*)							
1	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.10	280.03	4812	5	66.32	6762.65	39232.2	392.3	17.2		
2	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.05	280.09	4857	3	67.52	6885.01	39226.6	392.3	17.6		
3	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.02	280.04	4832	6	66.10	6740.22	39211.2	392.1	17.2		
4	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.09	280.05	4856	2	65.96	6725.94	39232.2	392.3	17.1		
5	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.10	280.02	4863	5	66.52	6783.04	39230.8	392.3	17.3		
<b>PROMEDIO:</b>													<b>17.3</b>		

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES FUE MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Claver Marachín*  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Gerardo Rimacón R. Marachín*  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Claver Marachín*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ELIZABETH GAITÁN PAREDES

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERÍA TACABAMBA - CHOTA"

Fecha: 2-04-2021

ELEMENTO (s)

BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	CANTERA: LAGUNA			ADITIVO 1			CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	ÁREA (cm)	CARGA (KG/CM <sup>2</sup> )
					ANCHO (mm)	LARGO (mm)	PESO (gr)	TIPO DE ROTURA (*)							
6	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.03	280.07	4815	3	66.56	6787.12	39218.2	392.2	17.3		
7	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.05	280.05	4860	5	67.95	6928.86	39221.0	392.2	17.7		
8	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.08	280.07	4835	4	66.56	6787.12	39232.2	392.3	17.3		
9	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.06	280.09	4859	3	65.65	6694.33	39228.3	392.3	17.1		
10	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.09	280.01	4866	4	66.23	6753.47	39226.6	392.3	17.2		
<b>PROMEDIO:</b>													<b>17.3</b>		

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES FUE MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

(\*) TIPO DE ROTURA

ASTM C39

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Henry David Clavio Rimarachin  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Gerónimo Rimarachin Rimarachin  
 GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 HENRY DAVID CLAVIO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ELIZABETH GAITÁN PAREDES

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

Fecha: 2-04-2021

ELEMENTO (s)

BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO

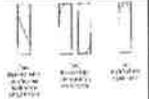
F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )		CANTERA: CUMPAMPA											
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	ANCHO (mm)	LARGO (mm)	PESO (gr)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	ÁREA (cm)	CARGA (KG/CM <sup>2</sup> )
	1	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.02	280.05	4706	3	68.20	6954.35	39212.6	392.1
2	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.05	280.06	4941	4	67.52	6885.01	39222.4	392.2	17.6
3	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.06	280.06	4825	3	66.32	6762.65	39225.6	392.3	17.2
4	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.05	280.05	4703	5	65.20	6648.44	39221.4	392.2	17.0
5	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.09	280.07	4892	4	66.20	6750.41	39234.3	392.3	17.2
<b>PROMEDIO:</b>												<b>17.3</b>	

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES FUE MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Henry David Limarachin*  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Henry David Limarachin*  
 LABORANTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC  
*Henry David Limarachin*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIPRO 77267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC.E704

SOLICITANTE: ELIZABETH GAITÁN PAREDES

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

Fecha: 2-04-2021

ELEMENTO (s)

BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO

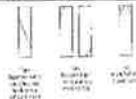
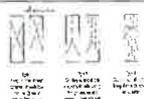
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	CANTERA: CUMPAMPA			ADITIVO 1		CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	ÁREA (cm)	CARGA (KG/CM <sup>2</sup> )
					ANCHO (mm)	LARGO (mm)	PESO (gr)	TIPO DE ROTURA (*)						
6	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.03	280.06	4709	5	68.05	6939.06	39216.8	392.2	17.7	
7	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.06	280.07	4945	3	67.32	6864.62	39226.6	392.3	17.5	
8	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.07	280.09	4829	2	66.03	6733.08	39232.2	392.3	17.2	
9	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.06	280.06	4706	5	65.50	6679.04	39225.2	392.3	17.0	
10	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar.-21	28	29-mar.-21	140.08	280.08	4898	3	66.90	6821.79	39233.6	392.3	17.4	
<b>PROMEDIO:</b>													<b>17.4</b>	

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES FUE MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clay*  
 Gerente General

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Gerencia Rimac*  
 Gerente General

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clay*  
 Gerente General



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ELIZABETH GAITÁN PAREDES

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

Fecha: 2-04-2021

ELEMENTO (s)

BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO

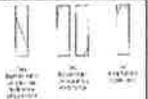
F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )		CANTERA: SUCCHAPAMPA											
ITEM	ELEMENTO	FECHA DE	EDAD	FECHA DE ROTURA	ANCHO	LARGO	PESO	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA	CARGA	ÁREA	ÁREA	CARGA
	ESTRUCTURA	MUESTREO	(días)		(mm)	(mm)	(gr)		(KN)	(KG)	(mm <sup>2</sup> )	(cm)	KG/CM <sup>2</sup>
1	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.02	280.06	5370	6	65.62	6691.27	39214.0	392.1	17.1
2	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.03	280.05	5446	3	67.72	6905.41	39215.4	392.2	17.6
3	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.05	280.05	5426	3	66.32	6762.65	39220.3	392.2	17.2
4	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.09	280.03	5502	6	67.20	6852.38	39229.4	392.3	17.5
5	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.08	280.05	5390	4	66.32	6762.65	39228.8	392.3	17.2
<b>PROMEDIO:</b>													<b>17.3</b>

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES FUE MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavero Jimarachi*  
 REPRESENTANTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Gerónimo Rimarachin*  
 REPRESENTANTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC  
*Henry David Clavero Jimarachi*  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 7267



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS

NORMA ASTM C39 MTC E704

SOLICITANTE: ELIZABETH GAITÁN PAREDES

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERIA TACABAMBA - CHOTA"

Fecha: 2-04-2021

ELEMENTO (s)

BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO

ITEM	ELEMENTO	FECHA DE MUESTREO	EDAD (días)	FECHA DE ROTURA	CANTERA: SUCCHAPAMPA				ADITIVO 1				
					ANCHO (mm)	LARGO (mm)	PESO (gr)	TIPO DE ROTURA (*)	CARGA (KN)	CARGA (KG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (KG/CM <sup>2</sup> )
6	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.05	280.08	5375	5	65.65	6694.33	39225.2	392.3	17.1
7	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.07	280.07	5440	4	67.75	6908.47	39229.4	392.3	17.6
8	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.08	280.02	5435	3	66.05	6735.12	39225.2	392.3	17.2
9	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.09	280.03	5509	5	67.06	6838.11	39229.4	392.3	17.4
10	BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONANDO 15% DE CEMENTO	1-mar-21	28	29-mar-21	140.10	280.09	5395	2	66.04	6734.10	39240.6	392.4	17.2
<b>PROMEDIO:</b>												<b>17.3</b>	

OBSERVACIONES: LOS MATERIALES FUE MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

(\*)

TIPO DE ROTURA

ASTM C39



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Ing. Henry David Rimarachin  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Ing. Gerardo Rimarachin Rimarachin  
 REPRESENTANTE GENERAL



LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC  
 Ing. HENRY DAVID GERARDO RIMARACHIN  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP 77267

## **Anexo N° 6. Comparación económica**

## COSTO DE PRODUCCIÓN DE ADOBES Y BTC

### Costo de producción de los adobes

#### Dimensiones del adobe

En los centros poblados de Tacabamba, usualmente se usan adobes de 40x40x10 cm, elaborados con suelo y paja.



Largo	0.40 m
Ancho	0.40 m
Alto	0.10 m

Entonces ingresa (m3) de suelo:	0.016 m3
Paja (10% del volumen):	0.0016 m3

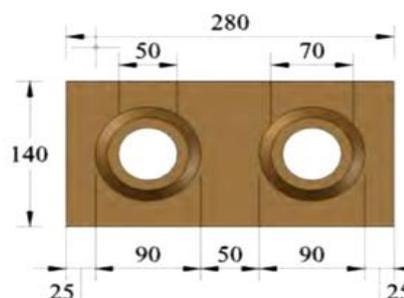
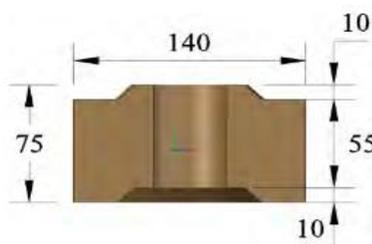
La jornada laboral diaria de un peón tiene un costo de 40 soles, mientras que un operario gana 60 soles.

#### Costo unitario de 1 adobe

Rendimiento	und/día	250	EQ	250		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<i>Mano de obra</i>						
Operario	hh	1	0.032	7.50	0.240	
Peón	hh	1	0.032	5.00	0.160	
						<b>0.400</b>
<i>Materiales</i>						
Suelo	m3		0.01600	20.00	0.320	
Paja	m3		0.00160	12.50	0.020	
Agua	m3		0.00160	5.00	0.008	
						<b>0.348</b>
<i>Equipos</i>						
Herramientas manuales	%mo		3.00	0.40	0.012	
Moldes para adobes	hm	0.01	0.000	10	0.003	
						<b>0.015</b>
<b>Costo unitario directo</b>						<b>0.76</b>

### Costo de producción de los BTC

#### Dimensiones del BTC



Largo	0.28 m
Ancho	0.14 m
Alto	0.08 m

Entonces ingresa (m3) de suelo, con 10% de desperdicio:	0.003 m3
Volumen de cemento (15% del peso):	0.00023 m3

La jornada laboral diaria de un peón tiene un costo de 40 soles, mientras que un operario gana 60 soles.

**Costo unitario de 1 BTC**

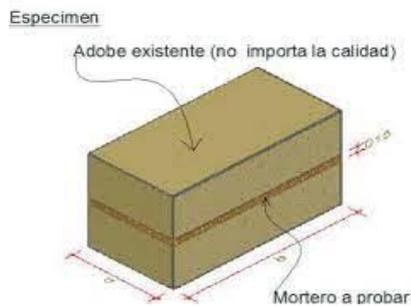
<b>Rendimiento</b>	und/día	500	EQ	500	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Operario	hh	1	0.016	7.50	0.120
Peón	hh	1	0.016	5.00	0.080
					<b>0.200</b>
<i>Materiales</i>					
Suelo	m3		0.00323	20.00	0.065
Cemento Portland Tipo I	bol		0.00023	24.5	0.006
Agua	m3		0.00160	5.00	0.008
					<b>0.078</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		5.00	0.200	0.010
Máquina compactadora	hm	0.1	0.002	50	0.080
					<b>0.090</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>0.37</b>

**CÁLCULO DE MATERIALES PARA 1m2 de MURO**

*Adobes para 1m2 de muro*

**Dimensiones de la unidad**

L=	40 cm
a=	40 cm
h=	10 cm



Junta : e	1.50 cm
-----------	---------

Tipo de aparejo : **soga**

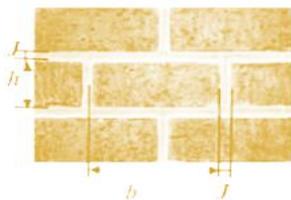
**Dimensiones de muro**

Largo:	1 m
alto :	1 m

**Área de muro**

1 m2

**Calculos :**



$$Cu = \frac{1m2}{(b+j)*(h+j)}$$

- Cu: cantidad de unidades x m2
- b : base de la unidad
- a: ancho de la unidad
- h: altura de la unidad
- j: espesor de la junta

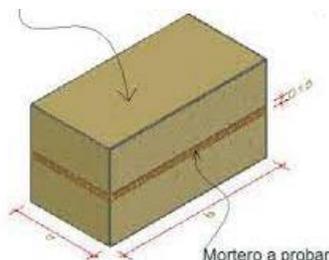
**Cantidad de adobes:**

CL= 20.95 adobes

*BTC para 1m2 de muro*

**Dimensiones de la unidad**

L=	28 cm
a=	14 cm
h=	7.5 cm



Junta : e	1.50 cm
-----------	---------

Tipo de aparejo : **soga**

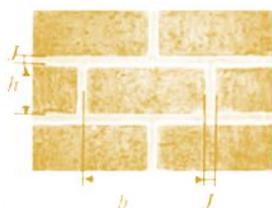
### Dimensiones de muro

Largo:	1 m
alto :	1 m

### Área de muro

1 m<sup>2</sup>

### Calculos :



$$Cu = \frac{1m^2}{(b+j)*(h+j)}$$

Cu: cantidad de unidades x m<sup>2</sup>  
 b : base de la unidad  
 a: ancho de la unidad  
 h: altura de la unidad  
 j: espesor de la junta

### Cantidad de adobes:

CL= 37.66 BTC

### COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE 1 m<sup>2</sup> DE MURO DE ADOBE Y BTC

#### Costo de construcción de 1 m<sup>2</sup> de muro de adobe

Rendimiento	m <sup>2</sup> /día	7	EQ	7		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<i>Mano de obra</i>						
Operario	hh	1	1.14	7.50	8.571	
Peón	hh	2	2.29	5.00	11.429	
					<b>20.000</b>	
<i>Materiales</i>						
Madera tornillo para andamio	p2		0.400	4.00	1.600	
Adobe 40x40x10 cm	Unid		20.953	0.76	15.992	
Tierra seleccionada	m <sup>3</sup>		0.070	20.00	1.400	
Paja cortada	m <sup>3</sup>		0.020	12.50	0.255	
Agua	m <sup>3</sup>		0.075	5.00	0.375	
					<b>19.622</b>	
<i>Equipos</i>						
Herramientas manuales	%mo		3.00	20.00	0.600	
					<b>0.600</b>	
<b>Costo unitario directo</b>						<b>40.22</b>

#### Costo de construcción de 1 m<sup>2</sup> de muro de BTC

Rendimiento	m <sup>2</sup> /día	7	EQ	7		
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<i>Mano de obra</i>						
Operario	hh	1	1.14	7.50	8.571	
Peón	hh	2	2.29	5.00	11.429	
					<b>20.000</b>	
<i>Materiales</i>						
Madera tornillo para andamio	p2		0.400	4.00	1.600	
BTC 28x14x7.5	Unid		37.665	0.37	13.874	
Tierra seleccionada	m <sup>3</sup>		0.070	20.00	1.400	
Agua	m <sup>3</sup>		0.075	5.00	0.375	
					<b>17.249</b>	
<i>Equipos</i>						
Herramientas manuales	%mo		3	20.000	0.600	
					<b>0.600</b>	
<b>Costo unitario directo</b>						<b>37.85</b>

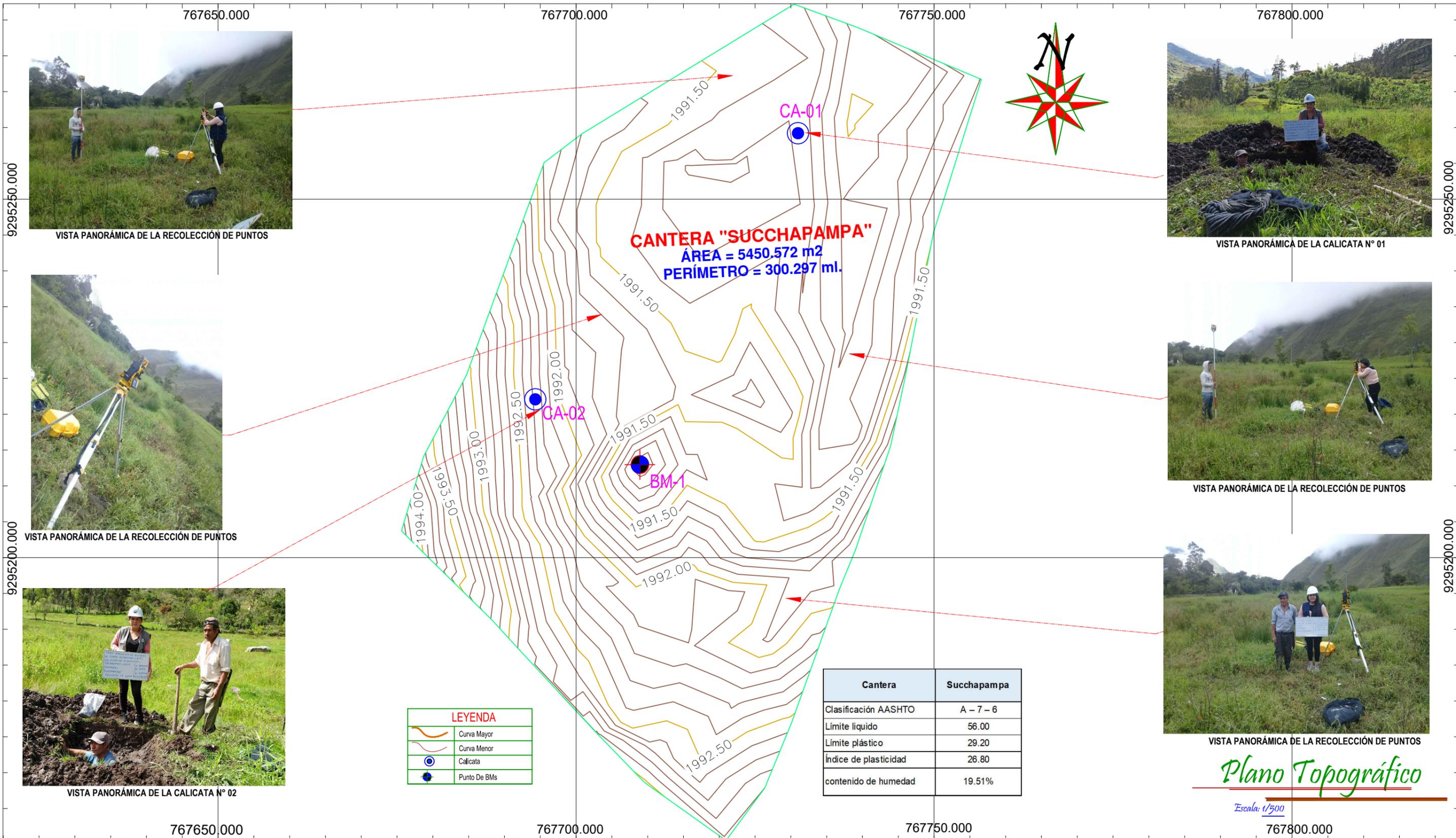
*Costo de construcción de 1 m2 de muro de ladrillo k.k. de arcilla de sogá según CAPECO*

<b>Rendimiento</b>	m2/día	9.46	EQ	9.46	
Descripción del recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Mano de obra</i>					
Capataz	hh	0.1	0.08	10.00	0.846
Operario	hh	1	0.85	7.50	6.342
Peón	hh	0.5	0.42	5.00	2.114
					<b>9.302</b>
<i>Materiales</i>					
Clavos de 3"	kg		0.022	6.50	0.143
Alambre negro recocido N° 8	kg		0.020	4.31	0.086
Cemento Portland tipo 1	bls		0.218	24.50	5.341
Arena gruesa (puesta en obra)	m3		0.031	80.00	2.480
Ladrillo 24x14x9cm	pz.		39.000	1.04	40.560
Agua	m3		0.075	5.00	0.375
					<b>48.985</b>
<i>Equipos</i>					
Herramientas manuales	%mo		3	9.302	0.279
Andamio metálico	día	0.5	0.42	10.170	0.043
					<b>0.279</b>
<b>Costo unitario directo</b>					<b>58.57</b>

COMPARACIÓN ECONÓMICA ENTRE ADOBES Y BTC

<i>Costo unitario de 1 adobe</i>	0.76
<i>Costo unitario de 1 BTC</i>	0.37
<i>Costo unitario de 1 ladrillo KK 18 huecos comercial</i>	1.04
<i>Costo de construcción de 1 m2 de muro de adobe</i>	40.22
<i>Costo de construcción de 1 m2 de muro de BTC</i>	37.85
<i>Costo de construcción de 1 m2 de muro de ladrillo</i>	58.57

**Anexo N° 7. Planos de las canteras**



**CANTERA "SUCCHAPAMPA"**  
 ÁREA = 5450.572 m<sup>2</sup>  
 PERÍMETRO = 300.297 ml.

**LEYENDA**

	Curva Mayor
	Curva Menor
	Calicata
	Punto De BMs

Cantera	Succhapampa
Clasificación AASHTO	A - 7 - 6
Límite líquido	56.00
Límite plástico	29.20
Índice de plasticidad	26.80
contenido de humedad	19.51%



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA N° 01



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



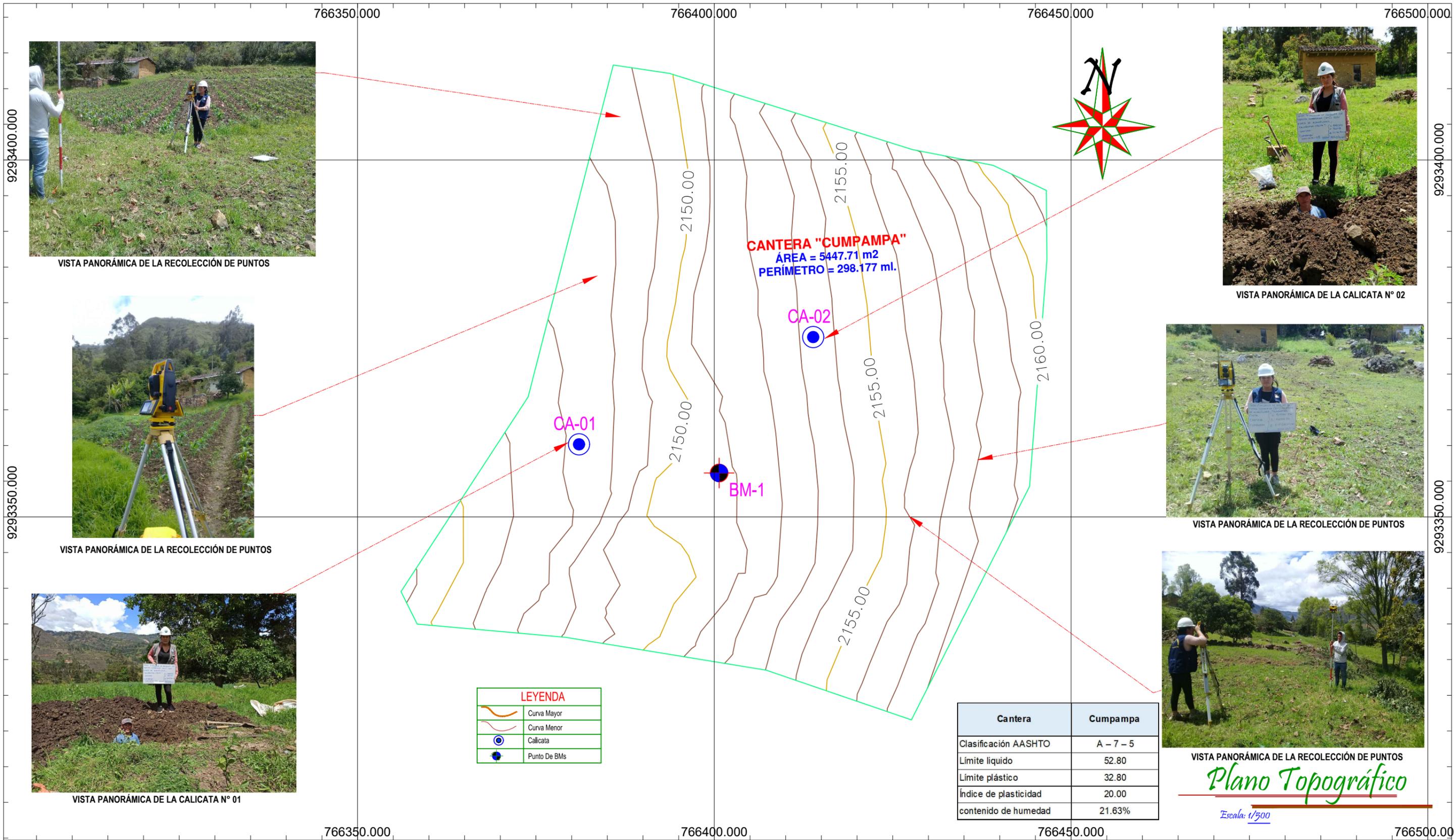
VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA N° 02



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS

*Plano Topográfico*

Escala: 1/500



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA N° 02



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA N° 01



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS

LEYENDA	
	Curva Mayor
	Curva Menor
	Calicata
	Punto De BMs

Cantera	Cumpampa
Clasificación AASHTO	A - 7 - 5
Límite líquido	52.80
Límite plástico	32.80
Índice de plasticidad	20.00
contenido de humedad	21.63%

Plano Topográfico

Escala: 1/500



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) CON FINES DE ALBAÑILERÍA, TACABAMBA, CHOTA"

REGIÓN: CAJAMARCA

PROVINCIA: CHOTA

DISTRITO: TACABAMBA

PLANO TOPOGRÁFICO

CANTERA "CUMPAMPA"

TACABAMBA-CHOTA-CAJAMARCA

REVISADO POR:

ING. JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO

DISEÑO:

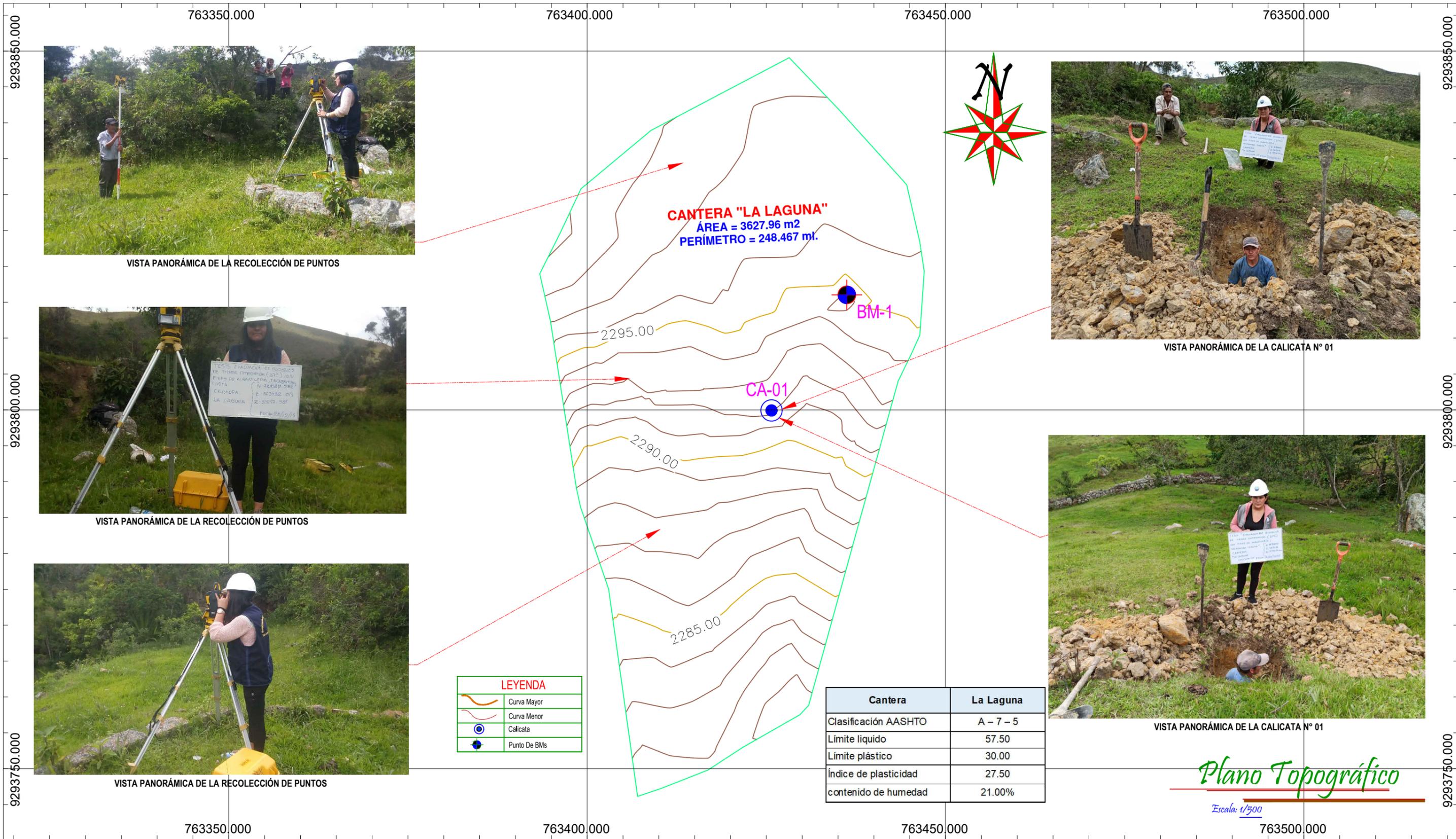
BACH.ING. GAITÁN PAREDES ELIZABETH

ESCALA: 1/500

CÓDIGO:

PT - 02

FECHA: SEPTIEMBRE 2021



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA RECOLECCIÓN DE PUNTOS



VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA N° 01



VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA N° 01