

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efecto de la adición de Consolid en las propiedades
mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos
comprimidos de suelo cemento Puno 2022**

Denny John Ramos Churata

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Puno, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : FELIPE GUTARRA MEZA
Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Augusto Elías García Corzo
Asesor de tesis
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis
FECHA : 05 de FEBRERO de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO 2022", perteneciente al estudiante **BACH. Denny John Ramos Churata**, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 12 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

• Filtro de exclusión de bibliografía

SI NO

• Filtro de exclusión de grupos de palabras menores

SI NO

(Nº de palabras excluidas: 20)

• Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante

SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



MSc. AUGUSTO GARCIA
CIP: 85267

Asesor de tesis

Cc.
Facultad
Interesado(a)

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, DENNY JOHN RAMOS CHURATA, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 45510851, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO 2022", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

06 de Febrero de 2024.



BACH. DENNY JOHN RAMOS CHURATA

DNI. No. 45510851

Cc.
Facultad
Oficina de Grados y Títulos
Interesado(a)

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	2%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
2	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	oa.upm.es Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	JOAQUIN HUMBERTO AQUINO ROCHA, MARIALAURA HERRERA-ROSAS, NATALY ZAPATA-AMPUERO, WILLAM MURILLO-	<1%

BORDA. "EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO", >Congresso Brasileiro de Patologia das Construções, 2020

Publicación

9	kipdf.com Fuente de Internet	<1 %
10	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	rtyc.utn.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
15	arquitecturayempresa.es Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	593dp.com Fuente de Internet	<1 %
18	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %

19	informatica.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	1library.co Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 20 words

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme en cada etapa de mi vida.

A mi madre, por su amor, comprensión y ayuda incondicional a lo largo de toda mi carrera.

A mi asesor y los señores jurados, quienes estuvieron siempre dispuestos a contribuir en el proceso de la investigación hasta la culminación, gracias por sus aportes, experiencias y conocimientos.

DEDICATORIA

A mi querida madre Juliana, por todo su amor y apoyo, gracias a ella es posible este logro que desde pequeño me inculcó a luchar y alcanzar mis metas. ¡Muchas gracias!

A mis hermanos, por su apoyo durante toda esta etapa.

A los que depositaron su confianza en mí para poder realizar este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	vii
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	xviii
CAPÍTULO I.....	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	20
1.1.1. Problema general.....	21
1.1.2. Problemas específicos	21
1.2. Objetivos.....	22
1.2.1. Objetivo general	22
1.2.2. Objetivos específicos.....	22
1.3. Justificación e importancia	22
1.4. Hipótesis	23
1.4.1. Hipótesis general.....	23
1.4.2. Hipótesis específicas	23
1.5. Descripción de variables.....	23
1.5.3. Operacionalización de variables:	25
CAPÍTULO II	26
MARCO TEÓRICO	26

2.1.	Antecedentes del problema	26
2.1.1.	Antecedentes internacionales	26
2.1.2.	Antecedentes nacionales	26
2.2.	Bases teóricas	29
2.2.1.	Aditivo Consolid	29
2.2.2.	Resistencia a la erosión.....	32
2.2.3.	Suelos.....	33
2.2.4.	Ladrillos de tierra comprimida.....	44
2.3.	Definición de términos básicos	52
CAPÍTULO III.....		55
METODOLOGÍA		55
3.1.	Método y alcance de la investigación.....	55
3.1.1.	Método.....	55
3.2.	Diseño de investigación.....	55
3.3.	Descripción de la zona de estudio	56
3.4.	Población y muestra	56
3.4.1.	Población	56
3.4.2.	Muestra	56
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
CAPÍTULO IV.....		58
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		58
4.1.	Dosificación de ladrillo comprimido de Suelo – Cemento – Consolid.....	58
4.2.	Ensayo de contenido de humedad	60
4.3.	Ensayo de análisis granulométrico	60
4.4.	Ensayo de límite de consistencia.....	62

4.5.	Ensayo de la resistencia a la compresión.....	64
4.6.	Ensayo de absorción	65
4.7.	Ensayo de succión	66
4.8.	Ensayo de alabeo.....	67
4.9.	Ensayo de dimensionamiento	68
4.10.	Ensayo de peso por unidad de área	68
4.11.	Ensayo de compresión diagonal de muretes	69
4.12.	Ensayo de erosión por caída de agua.....	70
4.13.	Establecimiento del efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022	74
4.14.	Determinar el efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento Puno 2022	75
4.15.	Precisar el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022.....	76
4.16.	Prueba de hipótesis.....	78
4.17.	Discusión de resultados	85
CAPÍTULO V		87
CONCLUSIONES.....		87
CAPÍTULO VI.....		89
RECOMENDACIONES.....		89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		90
ANEXOS		98
	Anexo 1: Matriz de consistencia.....	99
	Anexo 2: Panel fotográfico.....	100
	Anexo 3: Fichas de observación del laboratorio.....	128

Anexo 4: Propuesta y diseño del muro portante con ladrillos ecológicos suelo cemento - Consolid.....	164
Anexo 5: Análisis de la discusión por ítems, resultados y autores.....	203
Anexo 6: Análisis de Costos Unitarios – Albañilería estabilizados con sistema CONSOLID	204

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de aditivos del sistema	31
Tabla 2 Estados de consistencia de los suelos	38
Tabla 3 Porcentajes de los agregados de las mezclas de suelo cemento.....	43
Tabla 4 Distribución granulométrica para suelo-cemento apto	43
Tabla 5 Dosificación de Suelo – Cemento – Consolid.....	58
Tabla 6 Ensayo de la determinación del contenido de humedad natural del suelo.....	60
Tabla 7 Análisis granulométrico.....	60
Tabla 8 Resumen de análisis granulométrico	61
Tabla 9 Resultados del ensayo de límite líquido	62
Tabla 10 Resultados del ensayo de límite plástico	63
Tabla 11 Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión	64
Tabla 12 Resultados del ensayo de absorción	65
Tabla 13 Resultados del ensayo de succión.....	66
Tabla 14 Resultados del ensayo de alabeo	67
Tabla 15 Resultados del ensayo de dimensionamiento	68
Tabla 16 Resultados del ensayo de peso por unidad de área.....	69
Tabla 17 Resultados del ensayo de compresión diagonal de murete.....	69
Tabla 18 Resultados del ensayo de erosión por caída de agua por el Método Geelong	71
Tabla 19 Resultados del ensayo de erosión por caída de agua por el Método SAET.....	73
Tabla 20 Estadísticas descriptivas de la resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.....	80
Tabla 21 Estadísticas descriptivas de la resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.....	82
Tabla 22 Estadísticas descriptivas de la resistencia promedio a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.....	84
Tabla 23 Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete.....	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Presentación de producto C-444	30
Figura 2: Producto solidry	31
Figura 3 Tipos y clasificación de los suelos finos.....	35
Figura 4 Tipos y clasificación de los suelos gruesos o granulares.....	36
Figura 5 Estructuras de materiales de cohesión de suelos	37
Figura 6 Diversidad de ladrillos en base a suelo cemento.....	42
Figura 7 Clasificación se suelos según HRB	44
Figura 8 Modelo del ladrillo de tierra comprimida y sus características principales.....	45
Figura 9 Modelos de ladrillos de tierra comprimida	46
Figura 10 Maquinaria CINVA RAM utilizada en Colombia}	47
Figura 11 Diseño de la máquina CINVA RAM.....	47
Figura 12 Máquina manual para la elaboración de ladrillos de tierra comprimida	48
Figura 13 Máquina prensadora para pruebas de resistencia a la compresión	49
Figura 14 Etapas requeridas de fabricación de ladrillos de bloque cemento.....	50
Figura 15 Ensayo de granulometría.....	53
Figura 16 Límites de Attenberg	54
Figura 17 Zona de experimentación Jallihuaya	56
<i>Figura 18</i> Curva de distribución (diámetro de partículas) del análisis granulométrico.	61
<i>Figura 19</i> Diagrama de fluidez para límite líquido.	63
Figura 20 Diagrama del ensayo Geelong erosión caída del agua	70
Figura 21 Resultados de un ensayo de erosión de agua	71
Figura 22 Diagrama del método SAET	72
Figura 23 Ensayo de erosión acelerada por caída de agua o método SAET	73
<i>Figura 24</i> Resistencia a la compresión simple de Suelo – Cemento – Consolid.	75
<i>Figura 25</i> Resistencia de la compresión diagonal de murete de Suelo – Cemento – Consolid.	76
<i>Figura 26</i> Resistencia a la erosión con ensayo de erosión por caída de agua por el Método Geelong de Suelo – Cemento – Consolid.....	77

Figura 27 Resistencia a la erosión con ensayo de erosión por caída de agua por el Método SAET de Suelo – Cemento – Consolid.	78
Figura 28 Prueba de normalidad para la resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.	79
Figura 29 Prueba de normalidad para la resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.	82

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022; se utilizó el método deductivo con un enfoque cuantitativo de diseño experimental; la muestra se basó en los ladrillos de Suelo – Cemento con adición de Consolid; los resultados obtenidos determinaron que la resistencia es mayor al mínimo establecido por la Norma E 080; el efecto de la adición de Consolid es el de código C presentando mayor compresión diagonal de murete 5.24 kg-f/cm^2 , la resistencia a compresión simple es de Código C siendo la de mejor resistencia promedio con 76.5 kg/cm^2 ; demostrando una resistencia mayor al valor mínimo de (12 kg/cm^2) exigido por la norma de adobe E 080, la compresión diagonal de murete (v'm) con código C presenta el mejor espécimen con una dispersión de 10.05%, por el cual el efecto de la adición de Consolid presenta mayor resistencia a la compresión diagonal de murete (v'm) con código C (5.24 kg-f/cm^2); con respecto a la resistencia a la erosión los ensayos de erosión por caída de agua por los dos métodos realizados se observó que los ladrillos puestos en los ensayos no presentan deterioro mayor a los 10 mm lo que indica que sí son aptos y resistentes a los factores climatológicos de la ciudad. Se concluye que las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de suelo cemento comprimido mejora según la adición correcta de porcentajes de estabilizantes químico y físico del aditivo Consolid, teniendo cuidados como curado post prensado en estos.

Palabras clave: Aditivo Consolid, resistencia a la erosión, resistencia de murete, erosión

ABSTRACT

The present research had as objective to determine the effect of the addition of Consolid in the mechanical properties and resistance to erosion of compressed bricks of soil-cement Puno 2022; the deductive method was used with a quantitative approach of experimental design, the sample was based on the bricks of Soil - Cement with addition of Consolid; the results obtained determined that the resistance is greater than the minimum established by the Norm E 080; the effect of the addition of consolid is of code C presenting greater diagonal compression of wall 5. 24 kg-f/cm², the resistance to simple compression is of Code C being the best average resistance with 76.5 kg/cm²; demonstrating a resistance greater than the minimum value of (12 kg/cm²) required by the adobe standard E 080, the diagonal wall compression (v'm) and it is observed that the one of code C is the best specimen with a dispersion of 10.05%, by which the effect of the addition of Consolid presents greater resistance to the diagonal wall compression (v'm) with code C (5. 24 kg-f/cm²). In regard to the resistance to erosion, the erosion tests by falling water by the two methods carried out showed that the bricks tested did not show deterioration greater than 10 mm, which indicates that they are suitable and resistant to the climatic factors of the city. It is concluded that the mechanical and physical properties of the compressed soil-cement brick improve according to the correct addition of percentages of chemical and physical stabilizers of the Consolid additive, taking care as post-pressing curing in these.

Keywords: Consolid admixture, erosion resistance, wall strength, erosion

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los nuevos intereses para desarrollar una construcción sostenible mediante el uso de la tierra y en especial el uso del suelo cemento como material indispensable utilizado para la solución a diferentes problemas como los ambientales, económicos y sociales en materia de construcción (Cid, 2012; Ganati, 2000; Ramirez, 2018); con el tiempo la práctica y el uso del suelo-cemento requirió el uso de materias primas y con el tiempo se agregó componentes que promueven el desarrollo extensivo de nuevas tecnologías de construcción, donde la erosión del suelo depende del clima, sus propiedades, pendiente, longitud, y las practicas del manejo del suelo (Bestraten et al., 2011; Campos, Nascimento Junior, et al., 2019; Ccopa & Fernández, 2018; Warf, 2010).

En Latinoamérica, el ladrillo de tierra comprimida se conoce como bloque de suelo cemento, que gracias a las constantes investigaciones ha venido desarrollándose como un sistema efectivo y eficiente en los últimos años logrando demostrar ser de valor indispensable y tradicional en la construcción además de ser un material industrializable y de construcción (Badillo & Rodríguez, 2005; Cid, 2012; Máttar & Cuervo, 2017; Monrroy, 2020; Zachar, 1982). Las mezclas que resultan del suelo cemento son fundamentales para determinar los elementos estructurales dentro de las edificaciones variadas, resultan también ser económicas de suficiente durabilidad y laborabilidad, aportando una masa trabajable con características adecuadas (Ganati, 2000; Peña, 2001; Toirac, 2008; Valdivia, 2016; Zhang et al., 2016).

El auge de la construcción se desarrolló mundialmente mejorando el aspecto social y económico de los países, desarrollándose año a año a través de métodos constructivos tradicionales y modernos, donde se utilizaban materiales artesanales, morter, etc., pero donde el desarrollo de la base del material ha venido siendo deficiente, sin embargo ahora la tecnología sirve para generar una producción industrial de materiales y componentes prefabricados, así como tecnología adicional de transporte, ensamble y acabado, hacen de la industria de la construcción significativamente desarrollada, por todas partes, hermosos y diversos proyectos urbanos han modernizado nuestras ciudades más importantes, pero sus altos costos han impedido el acceso a la mayoría de los sectores, creando una importante polaridad entre un hábitat y otro, sin embargo la capacidad adquisitiva de los residentes en la actualidad está relacionada con las condiciones y

plazos de entrega en general y otros factores determinantes (Campos, Nascimento, et al., 2019; Monrroy, 2020; Pitt et al., 2006; Toirac, 2008), a pesar que el rubro de la construcción de viviendas presenta un auge relativo la población con poca adquisición económica busca su racionalización de los recursos disponibles, donde se plantea la necesidad de brindar solución y desarrollar la investigación denominado efecto de la adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento, para en un futuro determinar tecnologías apropiadas, y ofrecer soluciones constructivas para la región donde su uso sea asequible.

La tesis está conformada por los siguientes capítulos:

El Capítulo I comprende el planteamiento y la formulación del problema, objetivos de la investigación, así mismo la justificación, hipótesis y descripción de las variables.

En el Capítulo II, se desarrolló el marco teórico de la investigación, lo que conlleva a el estudio y descripción de los antecedentes, internacionales como nacionales, se desarrolla también en este capítulo las bases teóricas y la definición de términos básicos de la investigación.

En el Capítulo III, se desarrolla la metodología de la investigación que comprende el método, el tipo, nivel y diseño de la investigación, así mismo, explica el procedimiento y método de análisis de datos de la investigación.

En el Capítulo IV, se presenta el análisis de los resultados de investigación y las discusiones de los resultados obtenidos que fueron contrastados con los resultados que se encontraron en nuestros antecedentes nacionales e internacionales propuestos.

En el Capítulo V, se desarrolló las conclusiones en base a los resultados que se demostró en la investigación.

En el Capítulo VI, se desarrolló las recomendaciones planteadas a fin de dar alternativas de solución en base a los resultados de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento y formulación del problema

A lo largo de la evolución y la globalización, en el mundo han existido varias formas de construcción a base de tierra (métodos y técnicas), ahora los ladrillos en base suelo cemento que es considerado una parte básica en el área de la construcción aportando diversos fines y formas (Deboucha y Hashim, 2011; Ganati, 2000); los ladrillos suelo-cementos surgen como la mezcla de suelo, cemento y agua que son dosificados, mezclados y compactados, siendo su producción de ladrillos de tierra comprimida (Campos, Nascimento Junior, et al., 2019; Monrroy, 2020) (Campos, Nascimento, et al., 2019; Monrroy, 2020).

El sistema Consolid representa diferentes ventajas como siendo las más principales las económicas ya que trabaja con los suelos del lugar lo que permite reducir costos de traslado y construcción, de fácil aplicación ya que el uso del Consolid es rápida y sencilla y no requiere maquinaria especial; de mínimo mantenimiento ya que no es un ligante por lo que maximiza las propiedades y características del suelo; y es no contaminante ya que el Consolid es 100% ecológico, ya que las pruebas de laboratorio por más de 48 años demostraron no se contamina las capas de agua ni de tierra, las aplicaciones del sistema Consolid varia desde las bases estabilizadas, relleno de redes soterradas, terraplén ferroviario, impermeabilización y fabricación de bloques con tierra de lugar, el sistema cuenta con más de 10620 pruebas de laboratorio exitosas (CONSOLID, 2015).

En el Perú y en la región de Puno, según el Instituto Nacional de Estadística – INEI, en el Censo de Viviendas 2018 el 46% de las personas reside en viviendas de que no son las adecuadas (INEI, 2018), además le entidad menciona que el 55,8% reside en viviendas de ladrillo o bloque

cemento(INEI, 2017), y el resto vive en viviendas construidas con materiales económicos, en la Región de Puno el porcentaje de viviendas de adobe o tapia corresponde a un 58.6% (AE, 2019).

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD (United Nations Development Programme), las alternativas viables y sostenibles que conlleva a un alto porcentaje de aceptación en las investigaciones tecnológicas aplicadas son las construcciones rurales en base del ladrillo comprimido o también llamado suelo-cemento (PNUD, 2020), ya que esta propuesta a través del uso del sistema Consolid tiene un bajo impacto en la tierra y en general en el medio ambiente además que no se busca modificar el entorno en un determinado lugar, además de ser perdurables en el tiempo; además que los antecedentes de la investigación conciben como una alternativa sostenible (Ávalos & Velásquez, 2018; Ccopa & Fernández, 2018; Gligo et al., 2020), a medida que se ha desarrollado la tecnología se ha buscado que las personas tengan acceso y facilidad de hacer el uso de las mismas ya que aún se demostrado que el área de la construcción sigue presentando limitaciones (Máttar y Cuervo, 2017), además que la población rural en la Región de Puno está representada por el 50.3% , de población en situación de pobreza (INEI, 2018), es por lo que en las zonas rurales de la región no les resulta económicamente viable adquirir los ladrillos tradicionales ya que sus costos cada día son más elevados ya sea por el coste de importación o por el incremento del precio del dólar, donde se dificulta su adquisición y dinamización, restringiéndoles a la población rural mejorar su calidad de vida (Chacon, 2021).

El sistema CONSOLID mediante el aditivo y su mezcla con el suelo brinda una estabilización de suelos que permite mejorar las propiedades del suelo portante, de manera tal, que el problema está ligado al efecto de la adición de CONSOLID en las propiedades mecánicas y de resistencia en la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento en Puno, por el cual se plantea y formula las siguientes preguntas:

1.1.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022?

1.1.2. Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022?

¿Cuál es el efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022?

¿Cuál es el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar cuál es el efecto de la adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022.

1.2.2. Objetivos específicos

Establecer el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022.

Determinar el efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022.

Precisar el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022.

1.3. Justificación e importancia

En nuestro país y generalmente en la Región de Puno, los ladrillos de barro cocido están presentes constantemente en diversas construcciones y edificaciones de vivienda, por ser un poco de bajo costo, pero tienen muchas limitaciones como la contaminación que crean cuando las unidades son llevadas al horno para su cocción y todos los procesos relacionados.

El uso de estos ladrillos comprimidos de suelo cemento con adición de CONSOLID representa una alternativa económica, de aplicación fácil, no contaminante que permitiría reducir el costo de la construcción en las viviendas rurales hasta un 20%, entendiendo que el SISTEMA CONSOLID cuenta con más de 10.620 pruebas positivas de campo en laboratorio en 46 países a nivel mundial (CONSOLID, 2015); debido a que su estructura modular permite un fácil uso, lo que reduce el uso de técnicas especialmente en la Norma E.70 utilizado en ciertas aplicaciones, su buen acabado los clasifica como adoquines

cuando se prensan, además de reducir significativamente la infiltración de agua en las paredes, dado que las lluvias y heladas en la ciudad y en toda la región de Puno son constantes en ciertas épocas del año, este tipo de ladrillo ofrece una importante ventaja ya que reduce costes en 75%, además de ser una alternativa sostenible y sustentable, el proceso de construcción mejoraría la calidad de vida que quien adquiriría el producto, además que los resultados de la investigación nos permitirían demostrar el efecto de la adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento sería la más óptima.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de suelo cemento comprimido mejora según la adición correcta de porcentajes de estabilizantes químico y físico del aditivo Consolid, teniendo cuidados como curado post prensado en estos.

1.4.2. Hipótesis específicas

La resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento según la norma adobe E080 es mayor a 12 kg/cm^2 .

La resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma adobe E070 es mayor a $\sigma_m = 5.1 \text{ kg-f/cm}^2$.

1.5. Descripción de variables

1.5.1. V1: Aditivo Consolid

Definición conceptual

Es considerado un sistema de estabilización química de suelos donde el proceso es natural y mejora las propiedades mecánicas, además que evita la variación de sus propiedades manteniendo sus condiciones necesarias, el aditivo trata cualquier suelo, es económico; de fácil aplicación, no requiere maquinaria especial ni tiempos exagerados de fraguado; requiere de un mínimo de mantenimiento ya que al no ser un ligante hace que fluyan las características propias del suelo, lo que genera un proceso permanente e irreversible, además de no contaminar ya que el producto es 100% ecológico (Ávalos & Velásquez, 2018; Chacon, 2021; CONSOLID, 2015).

Definición operacional

La variable Aditivo Consolid se operacionaliza mediante sus dimensiones: Diseño de mezcla y dosificación.

1.5.2. V2: Resistencia a la erosión

Definición conceptual

La resistencia de un material y específicamente a la erosión es cuando se utiliza la tensión máxima para la deformación de un material, proyecta que las propiedades de la misma se aplica para diferenciar la tensión y la deformación que causa la misma (Deboucha & Hashim, 2011; Zhang et al., 2016), por lo que se puede resaltar la resistencia es una propiedad principal que se da en base esfuerzos el material u objeto se deforma y puede presentar rajaduras y grietas (Campos, Nascimento Junior, et al., 2019; Chavez, 2018).

Definición operacional

La variable resistencia a la erosión se operacionaliza mediante sus dimensiones: propiedades mecánicas que comprende resistencia de compresión simple, fuerza axial de pilas y compresión diagonal de muretes; y físicas que comprende los indicadores: viabilidad dimensional, alabeos y absorción de agua.

1.5.3. Operacionalización de variables:

Matriz operacional

EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO 2022

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Aditivo Consolid	Es un sistema de estabilización química de suelos donde el proceso es natural y mejora las propiedades mecánicas, además que evita la variación de sus propiedades manteniendo sus condiciones necesarias, el aditivo trata cualquier suelo, es económico; de fácil aplicación, no requiere maquinaria especial ni tiempos exagerados de fraguado; requiere de un mínimo de mantenimiento ya que al no ser un ligante hace que las fluyan las características propias del suelo, lo que genera un proceso permanente e irreversible, además de no contaminar ya que el producto es 100% ecológico (Ávalos & Velásquez, 2018; Chacón, 2021; CONSOLID, 2015)	La V1 se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: Diseño de mezcla, D2: Dosificación que vienen a ser sus características.	D1: Diseño de mezcla D2: Dosificación			
V2: Resistencia a la erosión	Es cuando se utiliza la tensión máxima para la deformación de un material, proyecta que las propiedades de la misma se aplican para diferenciar la tensión y la deformación que causa la misma (Deboucha & Hashim, 2011; Zhang et al., 2016), por lo que se puede resaltar la resistencia es una propiedad principal que se da en base esfuerzos el material u objeto se deforma y puede presentar rajaduras y grietas (Campos et al., 2019; Chávez, 2018)	La V2 se operacionaliza mediante sus dimensiones: D1: propiedades mecánicas y D2 Propiedades Físicas	D1: Mecánicas D2: Físicas	I1: Resistencia de compresión simple I2: compresión diagonal de muretes I3: resistencia a la erosión I1: viabilidad dimensional I2: Alabeos I3: Absorción H2O		

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Campos *et al.* (2019) realizó su trabajo en base al diseño y generación de una propuesta en base a la producción de ladrillos de suelo-cemento, donde lo fundamental fue el origen de las opciones de agua (red de abastecimiento y fuentes alternativas), para validación de productos se presentó ensayos diferentes como de tipo y tiempo y curación (natural, húmedo y aguado), los resultados estuvieron acordes a los estándares vigentes de la normativa en construcción y se analizó a su vez la resistencia a la compresión del producto final, de acuerdo a la norma ABNT¹ de Brasil, la cual establece que el valor individual mínimo de los ladrillos debe ser de 1,7 MPa y un valor medio igual o superior a 2 MPa a los 07 días.

Cid (2012), en su investigación como objetivo implementar el suelo cemento como componente valioso para la construcción, valorando sus componentes y determinar la durabilidad de la misma, la investigación fue causal y cuasiexperimental; en los resultados el autor demostró que el nivel de resistencia y compresión representan calidad según las normativas de edificación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Monrroy (2020), buscó evaluar las propiedades físico mecánicas de los ladrillos suelo cemento para el uso estructural, con el 10, 15 y 20% de cemento; los resultados

¹ Associação Brasileira de Normas Técnicas

demonstraron que la presencia del aditivo de 15 % y 20 % cumple la resistencia de la Norma E.070 y pueden ser empleados en muros portantes, y con el 10 % de cemento pueden ser utilizados para cercos tabiques y parapetos o muros no portantes.

Ramirez (2018), en su investigación buscó determinar las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos suelo cemento con adición de aserrín de madera, con el fin de aplicarlos en muros, y presentarlo como una nueva opción para reemplazar los productos utilizados actualmente, el investigador elaboro un prototipo mediante pruebas experimentales, usando la Norma E-070 de RNE – Albañilería; el resultado de la investigación después de los ensayos de laboratorio confirmaron que las características físicas y mecánicas del ladrillo I a II se acerca relativamente, lo que confirma que estos ladrillos ecológicos se pueden emplear en construcción.

Durand y Benites (2017), en su investigación buscó diseñar un nuevo material de construcción donde se proporcione procedimientos que ayuden a cumplir las normas y conservación del medio ambiente; los resultados se basaron en los ensayos físicos-mecánicos, donde las dimensiones estudiadas en laboratorio siguieron lo que especifica la Norma E – 070, E – 080, la resistencia a la compresión fue de 74,78 kg/cm²; concluyendo que los ladrillos suelo cemento conservan elementos parecidos a los ladrillos industriales con la diferencia que estos son ecológicos, sostenibles y más económicas.

Vilcapaza (2017), en su investigación buscó determinar y comparar las propiedades de los ladrillos comprimidos suelo-cemento con los ladrillos de arcilla calcinada artesanal, los ensayos aplicados fueron de granulometría y los límites de Attenberg, los resultados permitieron diseñar las especificaciones de ladrillos ecológicos suelo-cemento; clasificándose en Ladrillo SC 10% clase III, Ladrillo SC 15 % clase IV y Ladrillo SC 20 % clase IV, concluyendo que el producto en base a suelo cemento son menos contaminantes y su producción fue de tres minutos por unidad.

Ramirez (2016), en su investigación buscó determinar las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos suelo-cemento con adición de cal para muros portantes, ladrillos ecológicos que puedan ser utilizados en diferentes sistemas de construcción, se utilizó la Norma de albañilería E-070; los resultados aplicados a los ladrillos suelo cemento según

las propiedades físicas y mecánicas del mismo presentaron resistencia de compresión calificado y óptimo según las normas.

Abanto y Akarley (2014), buscaron determinar las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos contruidos en base suelo-cemento; los resultados demostraron mediante el ensayo de granulometría que el suelo contuvo óptimas propiedades para ser producto de ladrillos, donde no se registró problemas de fabricación es decir no se presentaron fisuras, la compresión fue 74.78 kg/cm², resistencia aprobada por la Norma E0.70, el ladrillo ecológico presento un peso de 4.80kg. con variación de alabeo mínimo.

Ávalos y Velásquez (2018), en su investigación buscaron evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería estabilizadas con el sistema CONSOLID, los resultados se basaron en los ensayos de suelo fueron los análisis granulométricos, Proctor, y límites de Atterberg, se evaluó también la humedad de los ladrillos con aditivo CONSOLID ; los resultados demostraron que todas las dimensiones estudiadas se encontraban dentro las especificaciones de las Normas E.070, concluyendo que los ladrillos suelo cemento comprimidos representaron características aceptables donde se presentaron resistencia de compresión desde hasta 20 kg/cm².

Chacon (2021), en su investigación buscó determinar el efecto estabilizador de emulsión invertida en la capacidad portante de un suelo y aplicar dichos resultados al diseño de la cimentación de un edificio de 5 pisos; la investigación fue aplicada, cuantitativo de nivel explicativa causal, experimental; los resultados demostraron la consecuencia de la aplicación de un estabilizante al sistema CONSOLID, la resistencia de la compresión fue representada por 13.07 kg/cm² , concluyendo que el efecto estabilizante del CONSOLID tuvo un ahorro de 12% del costo total en la construcción de la estructura.

Ccopa y Fernández (2018), en su investigación buscó determinar las especificaciones del suelo con el aditivo del sistema Consolid, y el análisis de sus propiedades, los resultados que se obtuvieron mediante ensayos de granulometría realizando un análisis comparativo de las propiedades físico matemáticas demostraron que el uso del Consolid optimiza la dosificación .y las propiedades del suelo, se adiciono Solidry en un 1.5%; concluyendo que

la mejor dosificación del sistema Consolid fue 0.10% respecto al peso, como la adición del Solidry mostrando mayor resistencia.

Valdivia (2016), en su investigación buscó determinar la viabilidad de la implementación del ladrillo suelo cemento como material de construcción en viviendas a bajo costo, los resultados demostraron mediante la ejecución del proyecto en base al suelo-cemento una baja la adición, donde no necesitan mano de obra calificada para la mampostería confinada, además se demostró que una vivienda de suelo-cemento es más factible y más económica.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Aditivo Consolid

Considerado también un sistema de estabilización química de carácter irreversible de suelos donde el proceso es natural y mejora las propiedades mecánicas, permitiendo desarrollar el material nativo, evitando la variación de sus propiedades, manteniendo sus condiciones necesarias, el sistema trata cualquier suelo, es económico; de fácil aplicación, no requiere maquinaria especial ni tiempos exagerados de fraguado; requiere de un mínimo de mantenimiento, ya que al no ser un ligante hace que las fluyan las características propias del suelo, lo que genera un proceso permanente e irreversible, además de no contaminar, ya que el producto es 100% ecológico (Chacon, 2021; CONSOLID, 2015).

El aditivo Consolid es un estabilizador de suelos cohesivos y semi-cohesivos, su principal característica es que el sistema permite acelerar los procedimientos y procesos prolongados realizados por los procesos determinados activando el suelo, el sistema Consolid se caracteriza fundamentalmente por la aplicación y mezcla con el suelo más dos componentes como es el C-444 que es un componente líquido y el SOLIDRY componente en polvo (CONSOLID, 2015; Sanca, 2020).

Por lo tanto, se puede afirmar que Consolid es un sistema de estabilización de suelos que mediante la elevada calidad de la tecnología que hace que la compactación del suelo sea irreversible y promueve la compactación del suelo, regula la humedad y optimiza el suelo, y tiene impacto en la sensibilidad del suelo y el agua, ya que como se mencionó controla el asenso de la humedad ya sea por la capilaridad o la disolución de las precipitaciones fluviales reduciéndola a una cantidad aceptable, entiendo que el sistema es básicamente el

mezclado de los productos o aditivos de los componentes del suelo a tratar (Ccopa y Fernández, 2018; Chavez, 2018; CONSOLID, 2015).

Componentes de Consolid

Uno de los componentes más valorados en el sistema de Consolid es Consolid C-444 y Solidry por lo tanto:

- El C-444 es la presentación de un producto en estado líquido lechoso, es soluble al agua, no tóxico y lo más importante no contamina el medio ambiente, este componente lubrica las partículas de una materia determinada actuando sobre el agua, percutiendo la atracción electromagnética para luego lograr una mejor compensación del suelo, el producto se presente en tambores de 200 litros (CONSOLID, 2015).



Figura 1: Presentación de producto C-444

Fuente: CONSOLID (2015)

Lo que corresponde a su aplicación del C444 y al tener este producto una presentación líquida que cabe resaltar que no tiene inconvenientes para su mezcla con el agua y su medición correcta en cuanto a proporción a utilizar en la mezcla, para que se obtenga la humedad óptima para la compactación del suelo luego de la aplicación de C444 se aplica el Solidry lo que es parte también de otro proceso (Chacon, 2021).

- El Solidry o SD es un producto complementario a el CD444 refuerza la protección de agua, bloqueando los capilares evitando que el agua de la superficie no penetre en la

capa tratada, se puede aplicar a casi todo tipo de suelos, la aplicación de este en zonas anegadizas que pueden ser temporales o permanentemente hace que estas puedan llegar a la impermeabilización total, lo que se considera realmente importante, además que el producto se presenta en estado sólido en bolsas de 25 kg, no es tóxico ni contaminante (CONSOLID, 2015).

Lo que corresponde a la aplicación del Solidry como menciona Chacon (2021), se realiza una distribución dosificada del producto en la superficie del suelo a tratar esparciéndolo, seguidamente de mezcla el material y el Solidry hasta que todo este igual y no presenten grumos o manchas, compactando según el tipo del suelo que con el que se haya trabajado.



Figura 2: Producto solidry
Fuente: CONSOLID (2015)

- El CONSERVEX es otro producto que se presenta de manera líquida generalmente utilizada para suelos granulares, arenosos y menos arcillosos (Chavez, 2018).

Tabla 1. Tipos de aditivos del sistema

	Consolid	Conservex	Solidry
Presentación	líquido de color blanco	líquido semiviscoso de color marrón oscuro	polvo muy fino de color blanco
Envase	tambores de 200 litros	tambores de 200 litros	bolsas de 25 a 30 kg.
Aplicación	con regador de agua común	con regador de asfalto	en forma manual

Preparación	listo para usar, solo se debe agregar al agua del regador	debe diluirse en 1:1 con agua dentro del regador	listo para usar
Conservación	en tambores bien cerrados	en tambores bien cerrados	en un lugar seco

Fuente: CONSOLID (2015)

2.2.2. Resistencia a la erosión

Comprende el estudio del comportamiento de las unidades de trabajo y la erosión de la superficie, determinando las consecuencias y métodos de mejora del procedimiento (Quintana & Vera, 2017), entendiendo que el proceso de desgaste y/o erosión que genera una drástica deformación en un objeto debido al impacto de las partículas que dependen de la velocidad del impacto generando fractura desprendimiento de pequeñas partes del material (Peña & Machuca, 2010).

La erosión, para Peña (2001), es considerada una forma de desgaste de un determinado material que se produce exactamente cuando un flujo de partículas golpea una superficie provocando daño local permanente, retirando material mediante diferentes mecanismos, lo que muchas veces es conocido como deformación micromecánica dada por fractura o combinación de ambas, el proceso de la erosión esta influenciado por varios factores, las cuales son:

- Propiedades y microestructuras del material
- Condiciones de exposición
- Características físicas y químicas del abrasivo

Estos factores dan como resultado las velocidades de erosión y determinarían un conjunto de condiciones.

Para Warf (2010), la erosión del suelo se refiere a la remoción de materiales del suelo de su ubicación original y su posterior transporte a otra ubicación a través de la acción de los principales elementos como viento, el agua, el hielo, y así mismo también las actividades humanas. En la mayoría de las condiciones naturales, el desarrollo de formación del suelo y la erosión del suelo están en equilibrio, además que cuando el equilibrio entre estas dos fuerzas se altera debido a la eliminación de la cubierta natural, la erosión del suelo puede

acelerarse y desacelerar, y a la vez presentar la eliminación completa del suelo (Morgan, 2005).

Zachar (1982), menciona que la erosión forma parte del sistema de fuerzas exógenas y endógenas que influyen en el cambio del relieve de la superficie terrestre, junto con otros fenómenos, la erosión ocupa su lugar en los ciclos generales de desarrollo que son típicos de cualquier región natural y que, en general, no pueden modificarse a lo largo del tiempo, así mismo no pueden modificarse por ningún medio de intervención artificial. Sin embargo, una correcta comprensión de su naturaleza puede ayudar a moderar sus efectos nocivos y a reducir los daños causados. Los daños causados, con las recientes investigaciones se entiende que la evolución de los fenómenos de erosión evoluciona de acuerdo a las medidas de control de las mismas (Blaikie, 1985).

Al considerar el desarrollo de los fenómenos de erosión hay que recordar en primer lugar que su carácter depende principalmente del momento en que se producen y de la magnitud del factor activo. Cuando los factores actúan de forma continua, la erosión sigue un curso regular. En la naturaleza hay pocos fenómenos de erosión constante e incesante, a menudo el factor de erosión se limita a ciertos periodos, apareciendo en estaciones que se repiten cada año según un patrón particular, es necesario mencionar que la erosión puede producirse de forma esporádica, con largos intervalos de tiempo entre las excrecencias. Intervalos de tiempo entre eventos de erosión ocasional o episódica que conllevan efectos extremadamente destructivos (Campos, Nascimento, et al., 2019; Zachar, 1982)

La intensidad de la erosión se expresa por la intensidad de la remoción o depósito en una superficie terrestre, la atenuación de la cubierta del suelo, el tamaño, la densidad y la representación real de las formas de erosión durante el tiempo, entendiéndose que la erosión puede evaluarse midiendo la cantidad (peso, volumen, profundidad) de suelo arrastrado o desplazado, o de sedimentos creados por la erosión, donde suelen expresarse como la erosión sobre el suelo, es decir cambios y pérdidas en términos de cantidad (Boardman & Poesen, 2006; Zachar, 1982; Zhang et al., 2016).

2.2.3. Suelos

Pérez (1998), menciona que los suelos se definen como el material no consolidado conformado por partículas, minerales con gases o líquidos incluidos, y estos se pueden

clasificar en suelos orgánicos y suelos inorgánicos que son parte del resultado de la descomposición física o química, además un suelo residual comprende la descomposición de la roca en un mismo lugar de origen que puede ser producida por fuerzas físicas, químicas y biológicas, así también los suelos transportados de origen orgánico, por ser blando presenta dificultades técnicas al momento de edificar sobre ellos, los dos tipos de suelos dependen del clima en el que se encuentran expuestos (Bartolomé, 1994).

Para Juárez & Rico (2005), mencionan que el suelo representa material terroso, donde los depósitos sedimentarios no lleguen a ablandarse o desintegren rápidamente, además que los agentes generadores de los suelos como medio de acción están representados por el aire y el agua donde estas pueden desarrollarse por desintegración mecánica y descomposición química (Sandoval, 2021).

Para Toirac (2008), el material trifásico representado por el suelo ya se encuentre está en diversos estados de la materia (sólido, líquido o gaseoso), mientras que su estructura se encuentran llenos de ese material trifásico.

La división de los suelos se da por dos grupos los cuales son:

Suelos finos

- Este tipo de suelos es representado por la combinación de dos elementos como el cemento y agua y al mezclarse esta produce hidratación, donde la mezcla además de estas partículas de minerales forma una especie de panal de abejas considerado como una micro estructura.

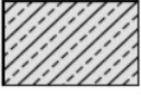
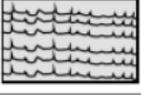
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

Figura 3 Tipos y clasificación de los suelos finos

Fuente: Espinoza & Torres (2019).

- En este tipo de suelos lo común también es el diámetro varía entre partículas que miden aproximadamente los 0.05mm y 0.005mm ; siendo de color gris claro a oscuro, es necesario tener en cuenta que los suelos llamados limos sueltos y saturados son inadecuados para recibir cargas , además son densos y de poca calidad para cimentar como lo establece la Norma de suelo y cimentaciones del 2018 (Espinoza & Torres, 2019).

Suelos gruesos

- Este tipo consiste en arena y grava, que se forma por sí mismo, donde los gránulos son duraderos, prácticamente insolubles en agua, por lo que al añadir mortero no se puede conseguir una estrecha integración estructural y dicho suelo no se puede transformar en suelo fino. En suelos gruesos, el mortero forma puentes conectados

entre las partículas y deja vacíos irregulares entre ellas. Si la masa de suelo grueso contiene fracciones finas, la microestructura será una combinación entre cuadrada y aleatoria. Si predomina la parte del suelo de grano grueso, su consumo de cemento es siempre menor que el del suelo puro de grano fino (Toirac, 2008).

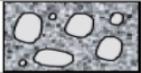
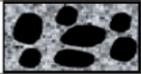
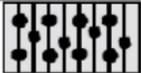
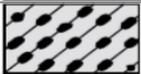
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA

Figura 4 Tipos y clasificación de los suelos gruesos o granulares

Fuente: Espinoza & Torres (2019).

Laurence (2009), menciona que el comportamiento del suelo siempre depende en cierta medida del tamaño de las partículas y es lógico utilizarlo como punto de partida para agrupar o clasificar los suelos. Los límites granulométricos con los materiales de grano grueso, se observa que las propiedades de ingeniería están estrechamente relacionadas con el tamaño de las partículas y, por lo tanto, el tamaño de las partículas es el criterio dominante utilizado para evaluar y clasificar estos suelos; sin embargo, con los suelos de grano fino, sin embargo, se comprueba que ya no existe una relación directa entre las propiedades y el tamaño de las partículas. Esto se debe a que sus propiedades están influidas tanto por el tamaño como por la composición de sus partículas. Por este motivo, se han ideado otros métodos para evaluarlos y clasificarlos, en particular las pruebas conocidas como límites de Atterberg (Bestraten et al., 2011; Quintana & Vera, 2017).

Verrujit (2012), menciona que la densidad de los suelos granulares puede ser de gran importancia para el comportamiento mecánico, especialmente cuando están saturados de agua, y sobre todo para los efectos a corto plazo, ya que la arena densamente compactada tenderá a expandirse (dilatación) y la arena poco compactada tenderá a contraerse (contracción), donde las deformaciones continuas son constantes, tanto la arena densa como la suelta tienden a un estado de densidad media, a veces denominada densidad crítica. Sin embargo, no se trata de un valor de densidad definido unívocamente, ya que también depende de la tensión isotropa. A tensiones elevadas, la densidad crítica es algo menor que a tensiones pequeñas, además que durante las cargas cíclicas los suelos tienden normalmente a contraerse después de cada ciclo, sea cual sea la densidad original, así también probablemente en un ciclo completo de carga unas pocas partículas pueden encontrar un empaquetamiento más denso que antes, resultando en una continua disminución de volumen, en efecto es cada vez menor si aumenta el número de ciclos, pero parece continuar prácticamente para siempre (Boardman & Poesen, 2006; Zachar, 1982).

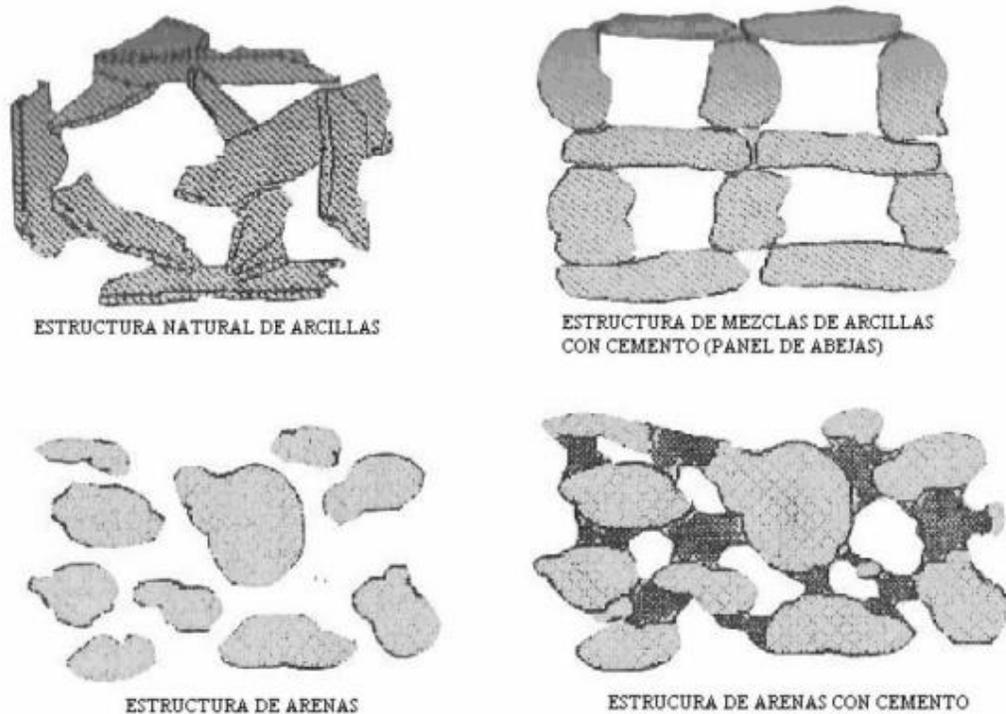


Figura 5 Estructuras de materiales de cohesión de suelos

Fuente: Toirac (2008).

En la Figura 3, las mezclas que se realizan en el suelo-cemento como un indicador de material de construcción en general debe ser económica presentar durabilidad y un buen trabajo donde tiene que cumplir las fracciones gruesas y finas.

Los estados de consistencia de los suelos se ven reflejados en diferentes limites donde interviene el índice de plasticidad, y los estados del suelo como así también el límite del plástico y del líquido, según Attenberg los estados de consistencia se dividen en (ver tabla).

Tabla 2 Estados de consistencia de los suelos

Estados de Suelo	Líquido	Tiene propiedades y apariencia de una suspensión
	Semilíquido	Tiene propiedades de un fluido viscoso
	Plástico	Permanece permanente e irreversible
	Semisólido	La materia se contrae y expande
	Sólido	No hay variación de volumen así se incremente o disminuya el agua

Fuente: Juárez & Rico (2005)

Propiedades de los suelos

Las propiedades de los suelos están vinculadas a la resistencia, a las deformaciones, agua en la masa del suelo, por lo que tenemos:

Las vinculadas a la resistencia son dos, fricción interna que es el deslizamiento de los granos cuando realizan una acción externa entre las partículas y cohesión que varía de las particularidades mineralógicas y fisicoquímicas de las partículas del suelo.

Las vinculadas a las deformaciones son la plasticidad, donde el estado de consistencia puede presentarse como fluido viscoso o de plástico; elasticidad dado a su reacción y grado de compacticidad y comprensibilidad dado a que el suelo suele perder su volumen.

Las vinculadas con el agua en la masa del suelo son la permeabilidad donde se puede observar que el suelo presenta un aumento o descenso de resistencia, evaluado por la permeabilidad de K (Gallegos & Casabonne, 2005).

En la actualidad, una de sus propiedades fundamentales del suelo es que es semirenovable ya que es parte de la interacción de los factores ambientales, ya que consta de sustancias

orgánicas e inorgánicas y esta forma una capa superficial natural en la corteza terrestre en mayor y menor proporción, los aspectos científicos o geográficos incluyen el estudio del origen, formación, propiedades, descripción y clasificación del suelo (Crespo, 2004).

Suelo cemento

El suelo óptimo para las mezclas de este material es donde el desarrollo predomina las partículas de grano grueso o más conocidas como arena lo que aportando estabilidad a la estructura, dándole fracción de partículas finas o limos o arcillas lo que adhieren cohesión y trabajabilidad (Meza, 2018).

Reuben (2003), menciona que los métodos utilizados para la estabilización del suelo nunca llegaron a cuestionarse por dos razones; primero muchos de los métodos sólo eran necesarios durante la fase de construcción, y segundo los materiales utilizados (como el cemento y la cal) se consideraban permanentes, se puede decir entonces que el primer uso del cemento como material de rejuntado se produjo hace unos 160 años, y nunca suscitó dudas sobre su permanencia debido a la historia pasada donde era necesario el uso del hormigón, aunque en la actualidad se está comprobando que el uso de suelo cemento tiene muchos más beneficios.

A través de los años, ha existido investigaciones experimentales como indica Acchar & Marques (2016), además que se cree que el ingeniero británico H.E. Brook-Bradley, a finales del siglo XIX, fue el pionero en utilizar esta mezcla, inicialmente para el tratamiento de lechos de carreteras y pistas para vehículos tirados por caballos en el sur de Inglaterra, el suelo-cemento es una mezcla de tierra cemento y agua que, al comprimirse, adquiere la resistencia mecánica y la durabilidad necesarias para la construcción, entendiendo que el suelo-cemento es un material de construcción material de construcción muy antiguo y hunde sus raíces en los cambios de un material aún más antiguo, la tierra-ceniza. En la adición de cemento al suelo da como resultado un material que no sufre grandes variaciones de volumen por la absorción y pérdida de agua. Variación de volumen por la absorción y pérdida de humedad, no se deteriora completamente cuando se sumerge en agua y presenta una gran resistencia a la compresión y durabilidad debido a su menor permeabilidad.

En los años 80, interesada en difundir la tecnología suelo-cemento, la empresa SUPERTOR fabricante de máquinas y para la tecnología suelo-cemento publicó un manual sobre el

funcionamiento y uso de dicha tecnología. Este manual presenta algunos factores que influyen en las propiedades resistentes de los ladrillos de suelo-cemento (Acchar & Marques, 2016), tales como:

- Características del suelo
- Contenido de cemento en la mezcla
- Grado de finura del cemento utilizado
- Grado de homogeneización de la mezcla
- Densificación de la mezcla en la fase de prensado (o factor de empaquetamiento de la mezcla);
- Tiempo de fraguado y estado de la mezcla después del prensado;
- Aditivos utilizados.

El contenido de cemento utilizado para estabilizar el suelo mejora y aumenta la resistencia y durabilidad del material. La combinación adecuada de estos factores optimiza la resistencia, es bien sabido que los suelos con mayor proporción de arena en su composición, en la mayoría de los casos, darán lugar a una mayor resistencia suelo-cemento. La influencia de otros factores como los límites de consistencia, la distribución granulométrica y los tipos de minerales arcillosos. minerales de arcilla, donde es fundamental una buena homogeneización de la mezcla (Acchar & Marques, 2016; Blaikie, 1985; Sanca, 2020).

El cemento debe añadirse al suelo seco y mezclarse hasta conseguir un color uniforme, ya que sólo después de la homogeneización, se añade agua en cantidades adecuadas. La resistencia aumenta proporcionalmente al contenido de cemento utilizado; sin embargo, debe limitarse a un contenido ideal que proporcione al ladrillo o a los bloques la resistencia requerida sin un aumento innecesario del coste. sin aumentar innecesariamente el coste del producto final (Bestraten et al., 2011; Chacon, 2021; Laurence, 2009; Sandoval, 2021).

Ensayos realizados en probetas de suelo-cemento mostraron ganancias de resistencia en función del del tiempo de fraguado. Este comportamiento está asociado a las interacciones de los componentes minerales de la arcilla y del cemento que, según varios autores, son reacciones poco conocidas. Parece existir cierto consenso en que el endurecimiento y la

ganancia de resistencia de la de la mezcla a lo largo del tiempo se asocian en gran medida a las reacciones entre los componentes minerales de la arcilla y la cal liberada en la hidratación del cemento (Bartolomé, 1994; Pérez, 1998).

El suelo-cemento es considerado como menciona Toirac (2008), el suelo triturado al que se le agregan proporciones de cemento y agua y posteriormente se compacta, se intenta determinar alta densidad, y se endurece para lograr una compactación efectiva, resultando en un nuevo material resistente , además de lograr una mezcla cohesiva y homogénea, compresión, impermeabilidad, aislamiento térmico y permanente estabilidad(Monrroy, 2020).

El suelo-cemento es un material alternativo de bajo coste obtenido mediante la mezcla de tierra, cemento y un poco de agua en proporciones adecuada, al comienzo esta mezcla parece una mezcla húmeda y, tras la compresión y el fraguado, se endurece y adquiere suficiente consistencia y durabilidad con el tiempo para muchas aplicaciones en zonas rurales y urbanas. El suelo-cemento es una evolución de los materiales de construcción del pasado, como la arcilla y el barro. Adhesivos naturales de diversas características han sido sustituidos por un producto industrial de calidad controlada: el cemento (Acchar & Marques, 2016; Boardman & Poesen, 2006).

El contenido de cemento utilizado para estabilizar el suelo mejora y aumenta la resistencia y durabilidad del material. La combinación adecuada de estos factores optimiza la resistencia es bien sabido que los suelos con mayor proporción de arena en su composición, en de arena en su composición, en la mayoría de los casos, darán lugar a una mayor resistencia suelo-cemento, por lo tanto, la influencia de otros factores como los límites de consistencia, la distribución granulométrica y los tipos de minerales arcillosos. minerales de arcilla es fundamental una buena homogeneización de la mezcla, donde el cemento debe añadirse a la tierra seca y mezclarse hasta conseguir un color uniforme (F. P. J. Abanto & Akarley, 2014a; Acchar & Marques, 2016; Durand & Benites, 2017).



Figura 6 Diversidad de ladrillos en base a suelo cemento

Fuente: Acchar & Marques (2016)

Según Ceratti y Casanova (1988), para estudiar la ganancia de resistencia de un suelo estabilizado con cemento, se deben estudiar cuidadosamente los siguientes aspectos

- Génesis, composición y propiedades del suelo
- Características físicas y químicas de los suelos
- Conocimiento del cemento utilizado como ligante

Con respecto a las mezclas Toirac (2008), menciona que las mezclas que requieren menos consumo de cemento y tengan buena resistencia debe pasar por la malla número 4 o de 4.75 mm y los demás contenidos que se adicionan deben ser contemplados de acuerdo a la Tabla 3.

Tabla 3 Porcentajes de los agregados de las mezclas de suelo cemento

	Máximo	Recomendado	Óptimo
Agregados	Arenas	<80%	55% al 75%
	Limos	<30%	0% al 28%
	Arcillas	<50%	15% al 18%
	Material orgánico	<3%	

Fuente: Toirac (2008)

Los suelos aptos para mezclas de suelo-cemento son casi todos los suelos que se pueden preparar, además son materiales de suelo adecuados con un consumo de masa de suelo-cemento del 5-12%.

Además, la maquinabilidad es tal que se pueden producir los elementos, en el caso de materiales de suelo adecuados, el cemento del suelo debe contraerse continuamente, tener suficiente absorción de agua y alcanzar la resistencia requerida en el menor tiempo posible. En general, los suelos adecuados contienen suficiente suelo grueso y fino para formar un grano suelto sin una sobrecarga excesiva de cierto tamaño (Kalinski, 2011).

Según Toirac (2008), el rango granulométrico que se consiga o se asigne determinara las propiedades optimas del suelo-cemento, los rangos varían según la siguiente tabla.

Tabla 4 Distribución granulométrica para suelo-cemento apto

	Tamiz	% pasado
Distribución granulométrica	3 pulgadas	100
	No. 4	100 - 50
	No. 40	100 - 15
	No. 200	50 - 10

Fuente: Toirac (2008)

Clasificación de suelos para mezclas de suelo-cemento

Existen dos métodos de clasificación y mezclas de los suelos, los cuales son:

- Método de clasificación en base de los ensayos de laboratorio, este tipo de método se basa en determinar los suelos según las normas, es un método más preciso, se basan en los ensayos de granulometría y límites de consistencia
- Método de campo este tipo de clasificación tiene poca precisión.

Clasificación General	Suelos Granulares (35% o menos pasando el tamiz No. 200)							Suelos Finos (Más del 35% pasa tamiz No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
SUB-GRUPOS	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5 A-7-6
Porcentaje que pasa el tamiz No.											
10 (2.0 mm)	50 máx.										
40 (0.42 mm)	30 máx.	50 máx.	51 min.								
200 (0.074 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Característica del material que pasa el tamiz No.40											
Límite Líquido				40 máx.	41 máx.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.	40 máx.	41 min.
Índice Plástico	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.	10 máx.	10 máx.	11 min.	11 min.
INDICE DE GRUPO	0		0	0		4 máx.		8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
TIPO DE MATERIAL	Frag. de piedra, grava y arena		arena fina	Grava y arenas limosas o arcillosas				suelos limosos		suelos arcillosos	
VALORACION	Bueno requiere adición de suelo fino para hacerlo laborable		requiere añadir suelos finos	Excelente	Buenos			Regular		No es recomendable su uso por requerir elevados consumos de cementos	

Figura 7 Clasificación se suelos según HRB

Fuente: Toirac (2008)

2.2.4. Ladrillos de tierra comprimida

Los llamados bloques de tierra comprimida o ladrillos de tierra comprimida como menciona Medina (2020), están fabricadas con tierra cruda donde se aplicó una comprensión que permite cohesionar o juntar todas las partículas y sus componentes de una mejor manera, se evidenciado como menciona Bedoya (2018), que el porcentaje de emisión de dióxido de carbono es menor que el de un ladrillo de cerámica (ladrillo común 0.320 a BSC 0,00134 huella de carbono kg CO₂-eq), estas presentan diversas ventajas como:

- No consume mucha energía para su desarrollo y/o elaboración
- No genera contaminación
- Se realiza del propio uso del suelo
- Se obtiene de una comprensión estática o dinámica del suelo húmedo
- El proceso del desmolde es inmediato
- Es resistente
- Es térmico
- Es económico y estético

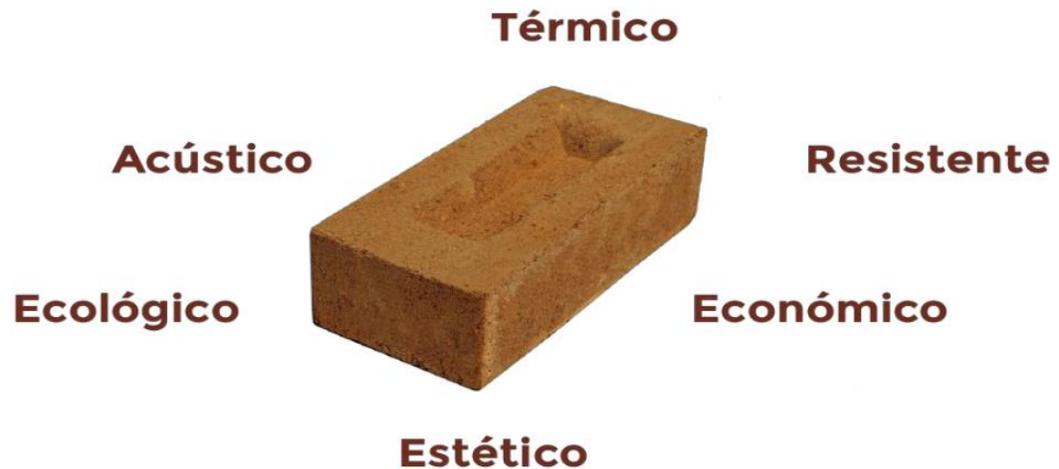


Figura 8 Modelo del ladrillo de tierra comprimida y sus características principales

Fuente: Medina (2020).

El suelo con una cierta cantidad de humedad se utiliza en la producción de ladrillos de tierra comprimida o más conocidos como BTC, se da cuando este suelo se encierra en un molde de las dimensiones de la pieza final, se compacta bajo fuerzas de compresión para crear un bloque sólido, además la adherencia y resistencia deben ser adecuadas, y cómodo de operar. La aplicación de una fuerza de compresión mejora la resistencia mecánica del suelo al mismo tiempo que cambia la estructura porosa del material, reduciendo el volumen de los poros y aumentando la densidad aparente. Para determinar de manera confiable la compresibilidad máxima en función del nivel de humedad del suelo, existe una prueba de supervisor que determina la densidad máxima alcanzable bajo ciertas condiciones de humedad. BTC se puede fabricar utilizando una prensa manual o una variedad de sistemas mecanizados más versátiles y eficientes (Narváez, 2020).

Los bloques de tierra comprimida (BTC) son bloques de construcción hechos de una mezcla de tierra, arena y arcilla y también pueden contener aire o cal hidráulica como estabilizador. Una vez que haya preparado la mezcla adecuada, formas y prensas en una prensa mecánica. La ventaja de las paredes de barro es que regulan de forma natural el entorno de la casa. Los bloques de tierra prensada no se queman, por lo que mantienen las propiedades de las paredes de arcilla, regulan la humedad y recogen el calor. Una vez que haya preparado la mezcla adecuada, formas y prensas en una prensa mecánica. La

ventaja de las paredes de barro es que regulan de forma natural el entorno de la casa (Cid, 2012; Medina, 2020).



Figura 9 Modelos de ladrillos de tierra comprimida

Fuente: Cid (2012).

Proceso de compactación y tipos de máquinas más utilizadas

Desde la elaboración de este tipo de material los procesos varían de acuerdo a los diferentes tipos de compactación, de máquinas y también teniendo en cuenta si el proceso de elaboración va ser industrial, semi-industrial o íntegramente industrial.

En Colombia, como menciona Medina (2020) y Zachar (1982), al evidenciar una necesidad de autoconstrucción en sectores donde se tenía mucha energía independiente, se trabajó la compactación de los ladrillos mediante unas palancas, las cuales se desarrollaron por 2 modelos de fabricación que fueron de un bloque y de dos bloques seguidamente, además con el desarrollo de la tecnología han aparecido maquinas que fabrican diferentes modelos de bloques y en la actualidad son maquinarias económicas y viables, como la máquina CINVA RAM que contiene un molde macizo de doble entrada como un lego.



Figura 10 Maquinaria CINVA RAM utilizada en Colombia}

Fuente: Medina (2020).

Es importante mencionar la máquina CINVA RAM, ya que es la más utilizada como máquina prensadora, ya que esta produce de 70 a 150 bloques/hora; la máquina consta de un molde metálico en el que la mezcla de tierra y cemento es compactada por un pistón accionado por un mecanismo de palanca. Si la palanca se empuja en la dirección opuesta, el mismo pistón empuja el bloque hacia afuera. La compactación resultante es suficiente para diseñar un bloque que, después de endurecido y curtido, esté listo para su uso en la construcción cualquiera fuera el fin (UNESCO, 2014).

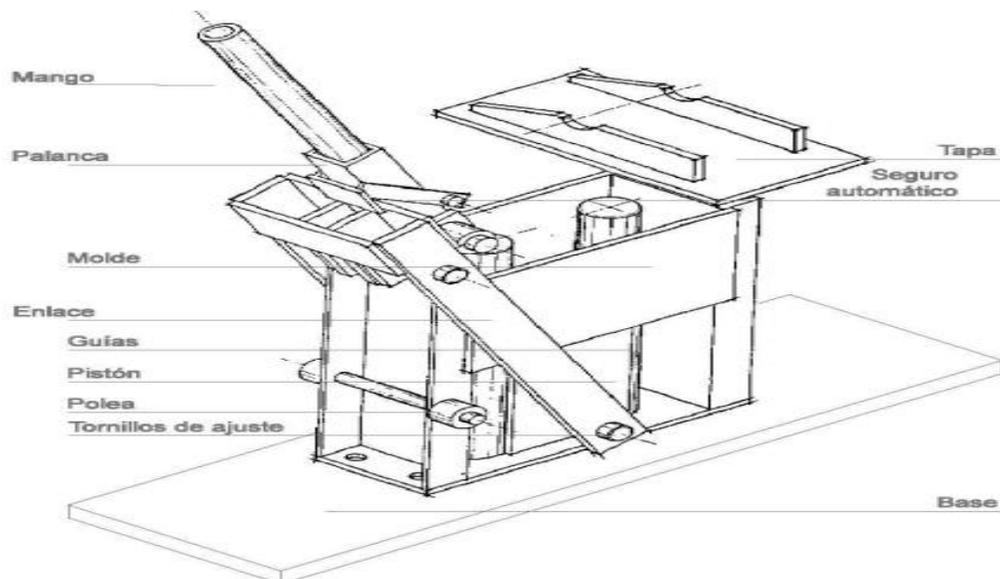


Figura 11 Diseño de la máquina CINVA RAM

Fuente: Cid (2012).

En lo que refiere a las máquinas industriales o semi, existen diversos tipos, que brindan diversos tamaños, formas, moldes, y también varían sus procesos de compactación, en cuanto a la fabricación de estas máquinas varía según los países como Estados Unidos, China, Brasil, y otros, que están diseñadas para elaborar proyectos y generar empresa ya sea esta pequeña o mediana.



Figura 12 Máquina manual para la elaboración de ladrillos de tierra comprimida

Fuente: Kalinski (2011).

Como se ha mencionado depende a la maquinaria utilizada se puede elaborar diferentes moldes de ladrillo de tierra comprimida, variando así sus dimensiones, tamaños, formas, colores, esquinas del mismo, las conducciones de las instalaciones, para alcanzar un producto final adecuado y deseado, evidenciándose un certero potencial en la fabricación de las mismas, conservando todas sus propiedades.

Por otro lado, se tiene diferentes máquinas para los diferentes procesos que se siguen para la elaboración de los ladrillos de bloque cemento, de los diferentes procesos y según las pruebas de laboratorio que se realizan estas máquinas pueden cambiar, de acuerdo al proceso requerido o a la cantidad de producción y también a base de los resultados que se pretenden obtener.



Figura 13 Máquina prensadora para pruebas de resistencia a la compresión

Fuente: Jaramillo et al. (2021).

En el procesamiento de ladrillos de tierra cemento grande se utiliza maquinas como se observa en la figura 13, el material estabilizado se introduce en su molde superior con una prensa hidráulica y, al deslizar la parte inferior de la caja, el material se introduce en el molde, se cierra en la parte superior por una placa y luego se carga en la parte inferior por un pistón, luego se activa una palanca para quitar la parte presionada (Arista & Aguillón, 2018).

Proceso de producción más utilizada

Para el proceso de producción de BTC o de ladrillos de tierra comprimida es necesario que el suelo tenga una humedad del 20-25% y una composición granulométrica fina con un diámetro de partícula de hasta 5 mm, en muchos casos es necesario realizar una estabilización del suelo. suelo, agregando cal 3-15% o cemento 5-15%, lo que aumenta la durabilidad y la resistencia al agua del dispositivo fabricado. Para el proceso de producción de BTC es necesario que el suelo tenga una humedad del 20-25% y una composición granulométrica fina con un diámetro de partícula de hasta 5 mm, en muchos casos es necesario realizar una estabilización del suelo. suelo, agregando cal 3-15% o cemento 5-15%, lo que aumenta la durabilidad y la resistencia al agua del dispositivo fabricado

(Medina, 2020). Sin embargo, al desarrollar otras investigaciones se ha evidenciado que el proceso y tratamiento químico que se realiza mediante algunos aditivos como cemento y en otros casos cal, mejora la resistencia a la compresión y alcanza valores de 75 Kg/cm².

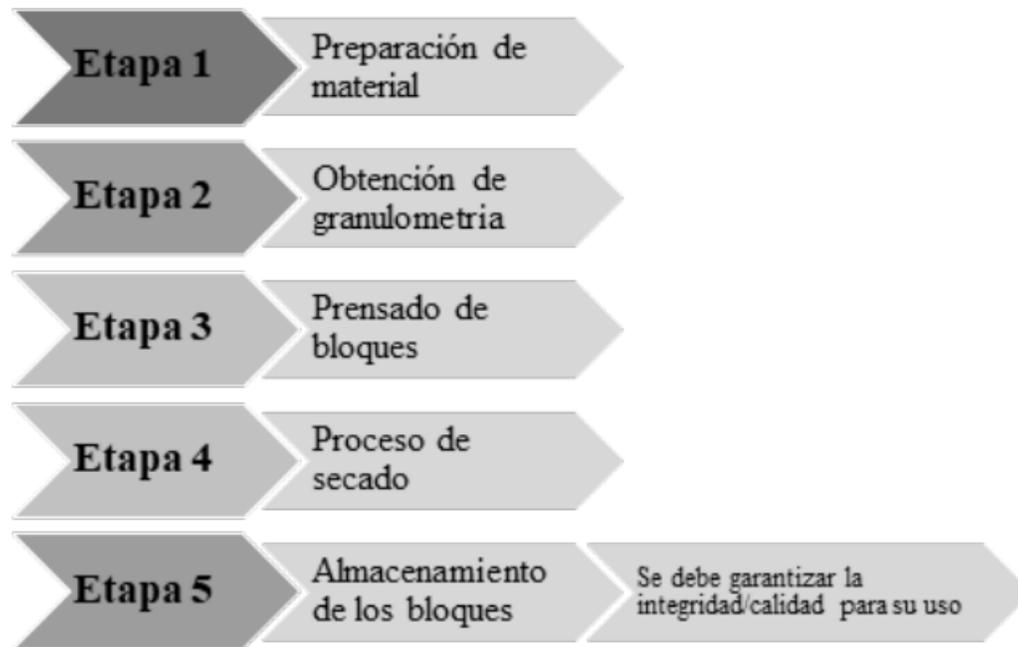


Figura 14 Etapas requeridas de fabricación de ladrillos de bloque cemento

Fuente: Jaramillo et al. (2021).

Para Peña & Machuca (2010), se recomienda el uso de cemento o cal como estabilizador, las latericias son suelos típicos de regiones templadas con bajo contenido de sílice y alto contenido de óxido de hierro y aluminio. Los estabilizadores también se recomiendan para suelos con alto contenido de sílice o dióxido de silicio SiO₂ (comúnmente conocido como sílice), que está naturalmente presente en la arena, también conocida como cuarzo. La alúmina, junto con la sílice, es el componente más importante de la arcilla y contribuye a la resistencia de la arcilla y eleva la temperatura de envejecimiento para mejorar el rendimiento y el comportamiento del BTC (Bloque tierra cemento) ante los requisitos reglamentarios vigentes como material de construcción.

Las adiciones de paja y fibras naturales aumentan la resistencia a la tracción hasta en un 35%, mejoran las propiedades del suelo frente a la acción del salitre, mejoran la resistencia

a la abrasión y el uso de emulsión asfáltica aumenta hasta en 10 por ciento la resistencia a la compresión en peso, 5 a 15% en peso de cemento (Medina, 2020).

El concepto utilizado para crear BTC es muy simple, este consiste en proporcionar una base, un molde de la forma y tamaño requerido para BTC, y una tapa para el molde que es accionada por palanca para comprimir el material en el molde. Al mismo tiempo, el bloque comprimido es expulsado del interior del molde. Hay muchas variaciones de este proceso, pero una común es la CINVA RAM, una máquina manual utilizada en todo el mundo que opera palancas en la máquina como una fuerza del operador y múltiplos de esa fuerza para lograr la compresión. La presión BTC llega hasta alrededor de 7 MPa (Cid, 2012; Medina, 2020). Para las máquinas manuales que dependen de la fuerza del operador, es práctico contar con múltiples operadores para evitar que la fatiga afecte directamente la calidad del bloque. BTC es directamente proporcional a la compresión del bloque, es decir, su resistencia a la compresión (Quintana & Vera, 2017)

Para determinar la cantidad de agua y con respecto a la compactación y densidad, el agua ayuda a mezclar, activa los estabilizadores químicos como el cemento y, cuando se usa en las proporciones adecuadas, aumenta la densidad y la durabilidad del bloque (Cid, 2012). Se debe lograr un contenido de humedad óptimo, es decir, la humedad requerida para lograr el peso máximo de la pieza durante la compactación (Medina, 2020). La compactación acerca las partículas del suelo, lo que aumenta la fricción interna y aumenta la resistencia a la compresión (Cabrera et al., 2020).

La prueba Proctor modificada y la prueba Proctor estándar se utilizan para determinar la relación entre el contenido de humedad y el peso unitario seco. Están estandarizados por ASTM D-1557 y ASTM D-698 respectivamente. Para realizar esta prueba, es necesario utilizar un troquel con la forma y dimensiones que se muestran en la figura y un pistón o martillo, según los pesos unitarios y los porcentajes de humedad de la muestra se determinan y trazan en los ejes del plano de abscisas y ordenadas, respectivamente, formando una llamada curva compacta (Espinoza & Torres, 2019). Esta curva se utiliza para determinar la densidad máxima y la humedad óptima (Medina, 2020). El mantenimiento debe realizarse en una muestra de suelo que haya sido premezclada con un estabilizador, ya que esto cambiará sus propiedades de compresión (Cid, 2012). La energía

compacta de estas pruebas debe ser considerada y comparada con la energía de las máquinas utilizadas dependen si las energías de Proctor modificado y estándar no coinciden, se pueden realizar diferentes pruebas de compactación cambiando la masa ficticia o la altura de caída para obtener una energía similar a los dispositivos de compactación existentes (Bedoya, 2018). Además, las densidades obtenidas en el ensayo se pueden comparar con las densidades obtenidas por la prensa y así comprobar si se ha alcanzado el máximo o un gran porcentaje del mismo, el peso de los bloques depende tanto del suelo como del estabilizador (Zachar, 1982).

Al crear varios bloques con diferentes niveles de humedad, se puede determinar la densidad y la humedad correctas por ensayo y error. La cantidad óptima de agua es producida por bloques más pesados. La cantidad óptima de agua también se puede estimar mediante experimentos de campo simples, como la prueba de la pelota. Moldea un poco de la tierra húmeda en una bola sólida del tamaño de una naranja y dale la forma en que la dejarías caer desde la altura de los hombros. Si en su mayoría mantiene su forma y solo se caen algunas piezas, entonces tiene el contenido de humedad adecuado. Si se aplasta o se deforma, se humedecerá mucho, y si se vuelve quebradizo durante el moldeado, estará muy seco (Cid, 2012; Ganati, 2000; Meza, 2018; Sandoval, 2021).

Una vez hecho el bloque, se endurece para darle propiedades mecánicas. Para garantizar una solidificación óptima, debe protegerse de la lluvia y la luz solar.

2.3. Definición de términos básicos

Erosión:

La erosión es generalmente al fenómeno donde existe pérdida de masa que sufre la superficie impactada por partículas fluidas o sólidas a una determinada velocidad y ángulo, los materiales poliméricos particulares con bajo coeficiente de fricción, absorción de impactos rigidez específica, alta estabilidad química se convierten en el enfoque prometedor para su aplicación en condiciones extremas (Abanto, 2018; Zhang et al., 2016).

Dosificación de suelos:

Estados de consistencia: se define como la consistencia de un suelo que es susceptible a ser plástico, donde existen estados plásticos, semilíquido, semisólido; así como sus intervalos que son los límites de la plasticidad (Badillo & Rodríguez, 2005; San-Bartolomé, 2019).

Granulometría:

Conocer la composición granulométrica del suelo ayuda a distinguir su efecto sobre la densidad del material compactado. El análisis granulométrico significa determinar el número de partículas de diferentes tamaños que componen el suelo en la medida de por ciento, nos permite determinar partículas de suelo cuantitativamente diferentes, permiten la separación y clasificación de los granos de suelo según el tamaño en diferentes tamices, porque el material se tamiza en tamaños de malla de diferentes diámetros. Para calcular el porcentaje de residuo en cada malla, se divide el peso retenido en cada tamiz por el peso total de la muestra. (Ávalos & Velásquez, 2018).



Figura 15 Ensayo de granulometría

Fuente: Bedoya (2018).

Límites de Attenberg:

Como menciona Crespo (2004), es considerada la plasticidad que presenta el suelo al momento de sufrir una deformación evaluando un límite establecido, sin romperse; lo que permite medir el comportamiento de los suelos en diversas situaciones, siendo así los más conocidos el límite líquido, límite plástico y el límite de contracción, estos límites dependen de la cantidad y tipo de suelo y humedad.

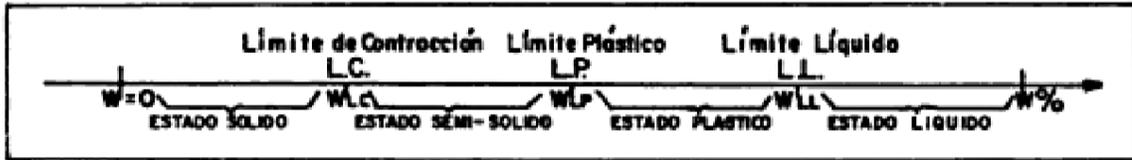


Figura 16 Límites de Atterberg

Fuente: Crespo (2004).

Tamizado

Para tamizar adecuadamente el material, es necesario moler el suelo, que su granularidad logre pasar a través de una apertura determinada, este procedimiento se realiza para mejorar la compactación, puede realizarse de forma manual o técnica, las trituradoras de bloques y las cribas de tierra se utilizan en procesos industriales y para mejorar la producción de bloques (Jaramillo et al., 2021).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método

En este trabajo, se ha usado el método científico deductivo, ya que se da mediante la utilización de diversos métodos que tiene como fin formular problemas científicos y probar hipótesis en la investigación (Tamayo, 2003), y es considerado deductivo porque la investigación se enmarcó en un proceso de lo general a lo particular.

El enfoque en la que se basó la investigación fue la investigación cuantitativa donde se busca mediante la hipótesis comprobar las preguntas de investigación a través de los datos cuantitativos estudiados (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

El tipo de la investigación utilizada es aplicada de enfoque cuantitativo, pues fue realizada en laboratorio a través de ensayos, además de registrarse y seguir procedimientos estructurados mediante métodos experimentales y uso de datos estadísticos (Hernández et al., 2014).

3.2. Diseño de investigación

El diseño que se utilizó fue experimental, ya que este tipo de diseño en la investigación permite dar valor a las causas y los efectos que tienen las variables, y a través de un experimento permite dar validez a la investigación, permitiendo controlar el error dentro del análisis de datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018; Mut, 2013).

3.3. Descripción de la zona de estudio

El trabajo de investigación está situado en el Distrito, Provincia y Departamento de Puno, específicamente en el centro poblado de Jayllihuaya. Situado a Latitud Sur en 15°53'3.5" S (-15.88430554000) y en Longitud Oeste a 69° 58' 4.5" W (-69.96792989000), a una altura de 3 815 m.s.n.m. El centro poblado se encuentra a lo largo del lago navegable más alto del mundo, el Titicaca, en la Bahía de la ciudad de Puno, sobre un terreno accidentado, con zonas bajas, y rodeado de cerros y quebradas. Sus cotas van de los 3,810 a 4,050 m.s.n.m.



Figura 17 Zona de experimentación Jallihuaya

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Es considerada como el conjunto de elementos, casos o unidades que comparten alguna característica en común (Huairé et al., 2022) Para nuestro caso, la población objeto de estudio son las unidades de albañilería elaboradas con tierra de las zonas del cerro Cancharani de la ciudad de Puno.

3.4.2. Muestra

La muestra tiene lugar como el subconjunto de la población y ésta debe ser representativa (Huaire et al., 2022). Por consiguiente, la muestra son los ladrillos de Suelo – Cemento con adición de Consolid.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

En la presente investigación se aplicó la técnica de la observación directa para la recolección de información y su desarrollo y análisis de resultados Hernández et al., (2014).

Instrumentos

- Ficha de recolección de información.
- Ficha técnica de pruebas de laboratorio en base a los ensayos de laboratorio para el análisis de resultados de la investigación.

Método de análisis de datos

- Dosificación de mezcla.
- Muestra patrón según el procedimiento y la selección de materiales.
- Selección de suelo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Dosificación de ladrillo comprimido de Suelo – Cemento – Consolid

Para realizar la dosificación en la elaboración de los ladrillos ecológicos Suelo – Cemento – Consolid, no existe un diseño o método por precisar estas dosificaciones y se realizan o elaboran aleatoriamente, existiendo algunas similitudes con otros trabajos de investigación.

Tabla 5 Dosificación de Suelo – Cemento – Consolid

Código	Descripción	Cantidad	Suelo (kg)	Cemento (kg)	Agua (lts/m ³)	C-444 (lts/m ³)	Solidry (kg)
A	Suelo - Cemento	8	44	6.00	24%	0.00	0.00
B	Suelo - Cemento - C-444 (min)	8	44	6.00	24%	1.40	0.00
C	Suelo - Cemento - C-444 (min) - Solidry (max)	8	44	6.00	24%	1.40	1.50
D	Suelo - Cemento - Solidry (max)	8	44	6.00	24%	0.00	1.50
E	Suelo - C-444 (min) - Solidry (max)	8	50	0.00	24%	1.40	1.50
F	Suelo - C-444 (medio) - Solidry (max)	8	50	0.00	24%	4.15	1.50
G	Suelo - C-444 (max) - Solidry (max)	8	50	0.00	24%	5.50	1.50
H	Suelo - Cemento - C-444 (max)	8	44	6.00	24%	5.50	0.00

En la Tabla 5, se indica la Dosificación de Suelo – Cemento – Consolid a 50 kg/m³. A continuación, se explica los códigos:

A. Suelo – Cemento

Para la dosificación del caso A el Suelo – Cemento se utiliza la cantidad de 44 kg de tierra pasada por la malla $\frac{1}{4}$ y 6 kg de cemento portland (12% de cemento) más el 24% de agua.

B. Suelo – Cemento – C444 (min)

Para el caso B la dosificación es la misma cantidad de Suelo – Cemento y se aumenta el aditivo de Consolid el C444 (min) 1.40 lts/m³.

C. Suelo – Cemento - C444 (min) - Solidry (max)

Para el caso C con respecto a suelo cemento las cantidades son iguales, pero aumentamos el aditivo C444 (min) 1.40 lts/m³ y Solidry (max) 1.50 kg.

D. Suelo – Cemento – Solidry (max)

Para el caso D la dosificación es la misma de suelo – cemento y se agrega en esta dosificación el Solidry (max) 1.50 kg.

E. Suelo – C444 (min) – Solidry (max)

Para el caso E entra la cantidad de Suelo 50kg luego el agua el 24% después se agrega el aditivo Consolid que consta de C444 (min) 4.15 ls/m³ y el Solidry (max) 1.50 kg.

F. Suelo - C444 (medio) - Solidry (max)

Para el caso F entra la cantidad de suelo 50kg luego el agua el 24% después se agrega el aditivo Consolid que consta de C444 (medio) 5.50 ls/m³ y el Solidry (max) 1.50 kg.

G. Suelo - C444 (max) - Solidry (max)

Para el caso G entra la cantidad de suelo 50kg luego el agua el 24% después se agrega el aditivo Consolid que consta de C444 (max) 1.40 ls/m³ y el Solidry (max) 1.50 kg.

H. Suelo - Cemento - C444 (max)

Para el caso H entra la dosificación de Suelo – Cemento la misma cantidad del caso A y se agrega el aditivo Consolid el componente C444 (max) 5.50 ls/m³.

4.2. Ensayo de contenido de humedad

Se conoce como contenido de agua o humedad de un suelo, la relación entre el peso de agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida (Badillo & Rodríguez, 2005). Suele expresarse como un porcentaje:

$$w(\%) = \frac{W_h}{W_s} \times 100$$

Tabla 6 Ensayo de la determinación del contenido de humedad natural del suelo

Ensayo	N°	1	2	3
Tara	N°	T - 20	T - 30	T - 100
Masa de la tara	(mg)	38,15	41,70	41,15
Masa de la tara + suelo húmedo	(mg)	1100,00	1112,00	1109,80
Masa de la tara + suelo seco	(mg)	952,00	962,92	960,86
Masa del agua	(mg)	148,00	149,08	148,94
Masa del suelo seco	(mg)	913,85	921,22	919,72
Humedad	%	16,2	16,18	16,19
Promedio del contenido de humedad	%		16,19	

El contenido de humedad en el suelo, según la Tabla 6 es de 16.19%.

4.3. Ensayo de análisis granulométrico

Es la clasificación de un suelo en función de las dimensiones de sus granos que se efectúa por tamizado. También, se define como la ciencia que determina el tamaño de las partículas cuyo objetivo es expresar, como porcentaje de una masa, granos de diversas dimensiones que constituyen el peso total (Kurtz, 2004, p. 580).

Se realizó el análisis granulométrico en laboratorio obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7 Análisis granulométrico

Tamices ASTM	Abertura mm	Fracción gruesa de la 1ra separación (0,1)	Fracción fina/ tamizado simple (0.01g)	Factor de tamizado	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Acom. que pasa
	76,200	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0
2 - 1/2 "	63,500	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0
2"	50,800	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0
1 - 1/2"	38,100	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0
1"	25,400	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0

3/4"	19,050	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,500	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0
3/8"	9,500	0,0	0,00	0,10504	0,00	0,00	100,0
N°4	4,750	0,0	3,00	0,10504	0,32	0,32	99,7
N°10	2,000	0,0	135,00	0,10504	14,18	14,50	85,5
N°20	0,840	0,0	112,00	0,10504	11,76	26,26	73,7
N°40	0,425	0,0	104,00	0,10504	10,92	37,18	62,8
N°60	0,250	0,0	53,00	0,10504	5,57	42,75	57,2
N°100	0,150	0,0	46,00	0,10504	4,83	47,58	52,4
N°140	0,106	0,0	34,00	0,10504	3,57	51,16	48,8
N°200	0,075	0,0	25,00	0,10504	2,63	53,78	46,2
fondo		0,0	428,20	0,10504	46,22	100,00	0,0

Luego, se ha obtenido el resumen del análisis granulométrico.

Tabla 8 Resumen de análisis granulométrico

Resumen del análisis granulométrico	Resumen de límite de consistencia	Diámetros efectivos y coeficientes	Clasificación de suelos
% De grava 0,32	% De límite líquido 29,12	D10 0,01 Cu 30,00	SUCS SP-SM
% De arena 53,47	% De límite plástico 23,29	D30 0,14 Cc 6,53	AASTHO A-2-4
% De finos 46,22	% Límite de plasticidad 5,83	D60 0,3	I. Grupo -

Los datos de la Tabla 8, indican que el porcentaje de grava que queda se da en el tamiz N° 4 con 0.2%; mientras, que el porcentaje de arena retenido se encuentra en el tamiz N° 60 con 53.47%. Finalmente, el porcentaje de grava fina que queda en fondo del tamiz es 46.22%.

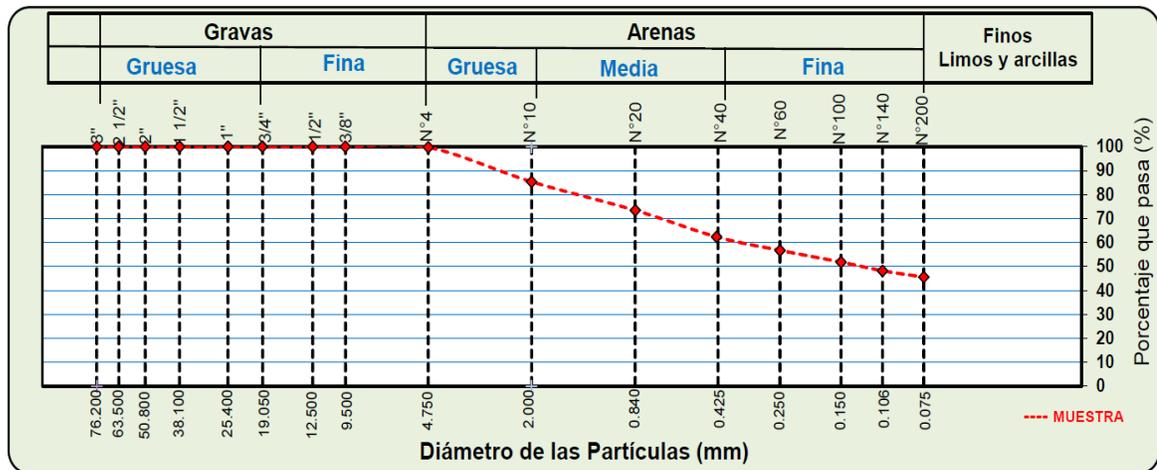


Figura 18 Curva de distribución (diámetro de partículas) del análisis granulométrico.

4.4. Ensayo de límite de consistencia

4.4.1. Ensayo de límite líquido

Se define como el porcentaje de humedad, respecto al peso seco de la muestra, donde, el suelo cambia de estado líquido a plástico (Crespo, 2004). También, se define como nivel de agua a partir del cual el suelo se comporta como un líquido y fluye por su propio peso o la influencia de cargas externas (Kurtz, 2004).

El método de ensayo utilizado para el límite líquido fue el Método "A" – Multipuntos, con Tamiz de separación E11 y Malla N°40.

Tabla 9 Resultados del ensayo de límite líquido

Ensayo	N°	1	2	3
Masa de capsula	N°	T-28	T-84	T-48
Masa de capsula + Suelo húmedo	g	43,74	41,2	45,11
Masa de capsula + Suelo seco	g	39,56	37,69	41,13
Masa de agua	g	4,18	3,51	3,98
Masa de capsula	g	26,21	25,54	26,48
Masa del suelo seco	g	13,35	12,15	14,65
Contenido de humedad	%	31,31	28,89	27,17
Número de golpes	N°	11	26	38

Para obtener los resultados del ensayo de limite liquido se utilizó el aparato de Casagrande que permite determinar el contenido de agua, con lo que el suelo adquiere una consistencia de lodo capaz de fluir con esfuerzos bajos, realizando tres ensayos diferentes y se obtuvo el 29.12 % del contenido de humedad en 25 golpes.

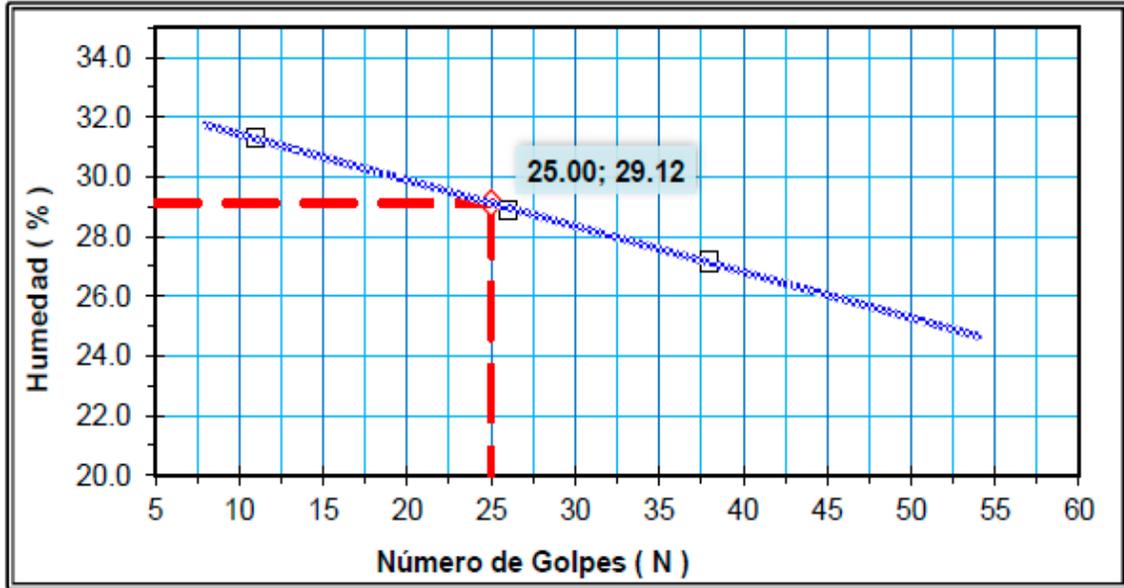


Figura 19 Diagrama de fluidez para límite líquido.

4.4.2. Ensayo de límite plástico

Se define como el estado de un suelo que corresponde al paso de un estado plástico a un estado semisólido o sólido, y se expresa en porcentaje de humedad, con respecto al peso seco de la muestra secada al horno (Badillo & Rodríguez, 2005; Crespo, 2004; Kurtz, 2004).

Tabla 10 Resultados del ensayo de límite plástico

Ensayo	N°	1	2	3
Masa de capsula	N°	T-21	T-23	T-50
Masa de capsula + Suelo húmedo	g	28,89	27,00	26,85
Masa de capsula + Suelo seco	g	28,5	26,57	26,12
Masa de agua	g	0,39	0,43	0,73
Masa de capsula	g	26,81	24,72	23,02
Masa del suelo seco	g	1,69	1,85	3,1
Límite plástico	%	23,08	23,24	23,55

Para poder determinar el ensayo se utilizó el método de enrollado manual, realizando 3 ensayos para luego obtener el 23.29 % del límite plástico. Después de realizar los ensayos de LL y LP se obtuvo el 5.83 % del índice de plasticidad de un suelo ($IP = LL - LP$).

4.5. Ensayo de la resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es el cociente de la carga máxima registrada durante el proceso de compresión de una muestra de ensayo, por la sección inicial de dicha muestra de ensayo (Kurtz, 2004).

El ensayo de compresión se realiza usualmente en testigos de medias unidades secas, aunque algunas normas proponen o aceptan el ensayo de unidades enteras e incluso de dos medias unidades separadas por una junta de mortero.

Para ello, se realiza el ensayo de resistencia a la compresión de bloques de ladrillo comprimido de Suelo – Cemento – Consolid en diferentes dosificaciones para saber cuál de ellos es la mejor muestra, donde, el ensayo consiste en aplicar una carga axial a la muestra para poder saber su resistencia, utilizando una máquina de compresión hidráulica con pantalla digital para realizar dicho ensayo, y saber los resultados tal como se ve en la Tabla 11.

Tabla 11 Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión

Muestra confinada	Código	Masa Inicial (gr)	Especimen ensayo			Lectura del reloj kN	Carga reloj en kgf	Área bruta espécimen de ensayo cm ²	Resistencia área B.fb=kg/cm ²	Resistencia promedio fb.=kg/cm ²
			Largo	Anch.	Alto					
M-01	CÓD A	3990	25,00	12,47	9,62	86,14	8.784,12	311,75	28,18	
M-02	CÓD A	4195	25,00	12,46	9,80	101,23	10.322,1	311,5	33,14	30,56
M-03	CÓD A	4076	25,00	12,59	9,72	92,71	9.556,20	314,75	30,36	
M-01	CÓD B	4322	24,99	12,59	10,03	155,75	15.882,2	314,62	50,48	
M-02	CÓD B	4190	25,03	12,47	9,88	156,27	15.935,2	312,12	51,05	50,09
M-03	CÓD B	4212	25,07	12,48	9,87	149,50	15.245,1	312,87	48,73	
M-01	CÓD C	3962	25,03	12,44	9,68	230,58	23.512,2	311,37	75,51	
M-02	CÓD C	4203	24,99	12,64	9,74	240,19	24.492,2	315,87	77,54	76,50
M-03	CÓD C	4150	25,00	12,61	9,77	236,35	24.101,2	315,25	76,45	
M-01	CÓD D	4229	25,00	12,60	9,99	142,02	14.482,2	315,00	45,97	
M-02	CÓD D	4309	25,00	12,61	10,19	138,31	14.103,7	315,25	44,74	45,12
M-03	CÓD D	4206	25,00	12,63	10,09	138,26	14.098,5	315,75	44,65	
M-01	CÓD E	4018	24,96	12,60	9,71	18,97	1.934,40	314,5	6,15	
M-02	CÓD E	4077	25,00	12,60	9,76	18,68	1.904,60	315,00	6,05	5,24
M-03	CÓD E	3937	25,00	12,61	9,67	10,91	1.112,30	315,25	3,53	
M-01	CÓD F	4116	25,00	12,63	9,71	34,85	3.554,00	315,75	11,26	11,24

M-02	CÓD F	4135	25,02	12,61	9,70	35,66	3.636,10	315,50	11,52	
M-03	CÓD F	4093	25,02	12,46	9,79	33,43	3.408,90	311,75	10,93	
M-01	CÓD G	4069	25,00	12,48	9,72	16,56	1.688,90	312,00	5,41	
M-02	CÓD G	4130	25,00	12,60	9,77	20,57	2.097,30	315,00	6,66	6,14
M-03	CÓD G	4199	25,00	12,59	9,99	19,6	1.998,50	314,75	6,35	
M-01	CÓD H	4243	24,93	12,46	9,74	231,98	23.655,2	310,63	76,15	
M-02	CÓD H	3967	25,00	12,46	9,53	222,27	22.665,2	311,50	72,76	73,42
M-03	CÓD H	3992	25,00	12,47	9,53	218,15	22.245,5	311,75	71,36	

4.6. Ensayo de absorción

Coefficiente calculado a partir de una fórmula que usa la masa de agua absorbida después de la inmersión, el área de la cara sumergida y el tiempo de inmersión (Kurtz, 2004).

Para realizar este ensayo de absorción de las unidades de ladrillo comprimido de Suelo – Cemento – Consolid, se determina mediante la relación entre el peso del agua absorbida en 24 horas de inmersión, para saber después, quien de las muestras absorbió la menor y mayor cantidad de agua, obteniendo el promedio de absorción de todas las muestras realizadas. El promedio del ensayo de absorción se ve en la Tabla 12.

Tabla 12 Resultados del ensayo de absorción

N°	Código	Muestras N°	Peso natural (g)	Peso seco (g)	Peso saturado (g)	Peso del agua (g)	Porcentaje de absorción (%)	Promedio de absorción (%)
1	CÓD A	M-04	4492	4229	5106	877,00	20,74	
2	CÓD A	M-05	4354	4128	4979	851,00	20,62	20,84
3	CÓD A	M-06	4352	4116	4987	871,00	21,16	
1	CÓD B	M-04	4433	4144	4795	651,00	15,71	
2	CÓD B	M-05	4349	4075	4715	640,00	15,71	15,77
3	CÓD B	M-06	4311	4097	4748	651,00	15,89	
1	CÓD C	M-04	4319	4144	4639	495,00	11,94	
2	CÓD C	M-05	3998	3824	4291	467,00	12,21	12,36
3	CÓD C	M-06	4310	4120	4653	533,00	12,94	
1	CÓD D	M-04	4219	4082	4954	872,00	21,36	
2	CÓD D	M-05	4188	4052	4891	839,00	20,71	21,24
3	CÓD D	M-06	4185	4047	4923	876,00	21,65	
1	CÓD E	M-04	3817	3700	4481	781,00	21,11	
2	CÓD E	M-05	3865	3764	4524	760,00	20,19	20,68
3	CÓD E	M-06	3944	3790	4576	786,00	20,74	
1	CÓD F	M-04	4026	3885	4671	786,00	20,23	19,91

2	CÓD F	M-05	4062	3903	4683	780,00	19,98	
3	CÓD F	M-06	4261	4100	4900	800,00	19,51	
1	CÓD G	M-04	4020	3922	4726	804,00	20,50	
2	CÓD G	M-05	4223	4102	4916	814,00	19,84	20,39
3	CÓD G	M-06	4047	3935	4754	819,00	20,81	
1	CÓD H	M-04	4112	3917	4384	467,00	11,92	
2	CÓD H	M-05	4064	3869	4312	443,00	11,45	11,56
3	CÓD H	M-06	3987	3784	4212	428,00	11,31	

4.7. Ensayo de succión

La succión es la medida de la avidez de agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es una de las características fundamentales para definir la relación mortero-unidad en la interfase de contacto, y, por lo tanto, la resistencia a tracción de la albañilería (Gallegos & Casabonne, 2005).

El ensayo de succión de ladrillo comprimido de Suelo – Cemento – Consolid, se ha realizado con secado en horno de 24 horas, posteriormente la muestra se ha enfriado por un promedio de 4 horas, para luego pesarlo en una balanza electrónica. Posteriormente, la muestra se coloca en una bandeja con agua que no sobrepase los 3 mm de altura en un minuto; luego se retira la muestra y, se pesa nuevamente, obteniendo el Promedio de succión.

Tabla 13 Resultados del ensayo de succión

N°	Código	Muestras N°	Peso seco (gm)	Peso saturado (g)	Peso del agua (g)	Área de asiento	Succión	Promedio de succión
1	CÓD A	M-07	4122	4441	319	311,24	204,99	
2	CÓD A	M-08	4317	4552	235	316,26	148,61	168,34
3	CÓD A	M-09	4212	4451	239	315,65	151,43	
1	CÓD B	M-07	4187	4531	344	313,75	219,28	
2	CÓD B	M-08	4329	4653	324	316,26	204,89	208,85
3	CÓD B	M-09	4380	4699	319	315,26	202,37	
1	CÓD C	M-07	4179	4594	415	313,75	264,54	
2	CÓD C	M-08	4067	4468	401	311,24	257,68	262,68
3	CÓD C	M-09	4065	4482	417	313,75	265,82	
1	CÓD D	M-07	4120	4538	418	313,75	266,45	
2	CÓD D	M-08	4013	4414	401	312,48	256,66	251,99
3	CÓD D	M-09	4085	4452	367	315,20	232,87	
1	CÓD E	M-07	3945	4348	403	313,75	256,89	236,14

2	CÓD E	M-08	4021	4366	345	316,20	218,22	
3	CÓD E	M-09	4154	4521	367	314,60	233,31	
1	CÓD F	M-07	4017	4439	422	311,24	271,17	
2	CÓD F	M-08	3928	4325	397	313,75	253,07	265,26
3	CÓD F	M-09	3927	4353	426	313,75	271,55	
1	CÓD G	M-07	4174	4611	473	311,24	280,81	
2	CÓD G	M-08	4155	4595	440	316,26	278,25	277,72
3	CÓD G	M-09	4205	4635	430	313,75	274,10	
1	CÓD H	M-07	4027	4455	428	313,75	272,83	
2	CÓD H	M-08	3916	4338	422	316,26	266,87	263,02
3	CÓD H	M-09	4002	4395	393	315,22	249,35	

4.8. Ensayo de alabeo

El mayor alabeo del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad (Bartolomé, 1994).

El ensayo de alabeo consta principalmente en medir las deformaciones de las caras de arriba, abajo, derecha e izquierda (cóncavo, convexidad) utilizando la regla metálica, y colocándola del lado diagonal del ladrillo comprimido de Suelo – Cemento – Consolid, luego sacamos el porcentaje de alabeo para determinar el resultado de acuerdo a la Tabla 14.

Tabla 14 Resultados del ensayo de alabeo

Código	Promedio cara arriba (mm)	Promedio cara abajo (mm)	Prom. longitudinal derecho (mm)	Prom. longitudinal izquierdo (mm)	Promedio alabeo (mm)
Bloque A	0,26	0,81	0,443	0,623	0,53
Bloque B	0,283	0,727	0,443	0,623	0,52
Bloque C	0,42	0,757	0,483	0,457	0,53
Bloque D	0,213	0,623	0,517	0,437	0,45
Bloque E	0,203	0,767	0,583	0,593	0,54
Bloque F	0,29	1	0,533	0,783	0,65
Bloque G	0,477	0,873	0,437	0,487	0,57
Bloque H	0,397	0,867	0,697	1,113	0,77

4.9. Ensayo de dimensionamiento

Las dimensiones de la unidad, según la Norma ITINTEC 331.017, se expresan como: largo x ancho x altura (L x b x h), en centímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento, y las dimensiones nominales (comerciales) usualmente incluyen 1 cm de junta (Bartolomé, 1994).

En este ensayo de dimensionamiento o variación dimensional, primeramente, se realiza el limpiado de las unidades de ladrillo comprimido Suelo – Cemento – Consolid, seguidamente con las medidas de ancho alto y longitud, se utiliza una regla metálica y se apunta en una libreta, obteniendo los resultados del porcentaje de variación dimensional según la Tabla 15.

Tabla 15 Resultados del ensayo de dimensionamiento

Código	Porcentaje de variación dimensional		
	Ancho (cm)	Longitud (cm)	Altura (cm)
Bloque A	0,27	0,00	1,3
Bloque B	0,21	-0,29	1,47
Bloque C	0,11	-0,25	1,77
Bloque D	0,00	-0,61	0,30
Bloque E	-0,75	-0,61	2,67
Bloque F	0,21	0,20	4,03
Bloque G	0,08	-0,51	0,30
Bloque H	-0,88	-0,87	3,33

4.10. Ensayo de peso por unidad de área

Para este ensayo, se ha tomado en cuenta la norma NTP 399.613 del año 2005, el cual es aplicado al control de calidad de los ladrillos.

Este ensayo de peso por unidad de área se ha realizado con muestras enteras y secadas en el horno por 24 horas. Dichas muestras deben mostrar una pérdida o incremento no mayor del 0.2% de su forma. Posteriormente, se realizan medidas de altura, longitud y área para tener los resultados según Tabla 16.

Tabla 16 Resultados del ensayo de peso por unidad de área

Código	Longitud (cm)		Altura(cm)		Peso kg	Área 01	Área 02	Área	Peso por unidad de área
	DL-01 (cm)	DL-02 (cm)	DH-01 (cm)	DH-02 (cm)		Lateral 01 (m2)	Lateral 02 (m2)	Promedio (m2)	kg/m2
Bloque A	25,12	25,13	9,58	9,65	3,990	0,0241	0,0243	0,0242	165,165
Bloque B	24,97	25,10	9,74	9,77	4,076	0,0243	0,0245	0,0244	166,900
Bloque C	25,05	25,03	9,65	9,71	3,962	0,0242	0,0243	0,0242	163,456
Bloque D	24,99	25,12	10,09	10,23	4,309	0,0252	0,0257	0,0255	169,270
Bloque E	24,96	24,96	9,78	9,75	4,018	0,0244	0,0243	0,0244	164,852
Bloque F	25,05	25,01	9,71	9,79	4,069	0,0243	0,0245	0,0244	166,734
Bloque G	25,00	25,05	9,70	9,83	4,130	0,0243	0,0246	0,0244	169,005
Bloque H	25,1	25,03	9,76	9,84	4,243	0,0245	0,0246	0,0246	172,736

4.11. Ensayo de compresión diagonal de muretes

En este ensayo de compresión diagonal de murete obtendremos la resistencia de corte del ladrillo ecológico Suelo – Cemento – Consolid, la cual se ha realizado tres ensayos con los códigos B, C, y H (distintas dosificaciones), para obtener el valor de la resistencia al corte (vm), según la norma NTP 331.018 y E-070 RNE (Ver Tabla 17).

Tabla 17 Resultados del ensayo de compresión diagonal de murete

Muestra	Código	Fecha de ensayo	Alto	Largo	Dimensión diagonal (l=cm)	Espesor de muro (t=cm)	Carga (kg)	Resistencia unit. Corte v m (kg-f/cm2)	Tipo de falla
1	B	20/10/2023	64,52	62,90	90,11	12,50	5.136,09	4,560	
2	C	20/10/2023	64,50	63,60	90,58	12,50	5.933,16	5,240	General
3	H	20/10/2023	65,12	64,12	91,39	12,50	5.517,62	4,830	

4.12. Ensayo de erosión por caída de agua

La erosión es un proceso físico o químico de desgaste, por ejemplo, a través del agua, el viento, el hielo (Gorse *et al.*, 2020).

Cid (2012), indica que en todas las regulaciones analizadas se emplean dos enfoques para llevar a cabo este tipo de ensayo. Por un lado, se encuentra el método Geelong de erosión o ensayo Yttrup, estipulado en la norma internacional SAZS 724 de Zimbabue. Por otro lado, se encuentra el método SAET (Swinburne accelerated Erosion Test), propuesto por la norma española UNE 41410 para bloques de tierra comprimida.

a) Método Geelong

Rojas (2019), menciona que este tipo de ensayo es la más aplicada según la normativa peruana, donde analizar la erosión causada por la caída de agua o prueba de gota de agua (drip test) consiste en pasar 100 ml de agua a través de un paño/esponja de 16 mm de ancho desde una distancia de aproximadamente 20-60 mm desde una distancia de 400 mm hasta una muestra en un ángulo de 27° , se mide según la profundidad de erosión provocada, con varilla de 3mm de diámetro y se evalúan los resultados según los criterios de la normativa, con este ensayo podemos controlar el caudal de agua y su efecto sobre la muestra seleccionada (Cid, 2012; Meza, 2018).

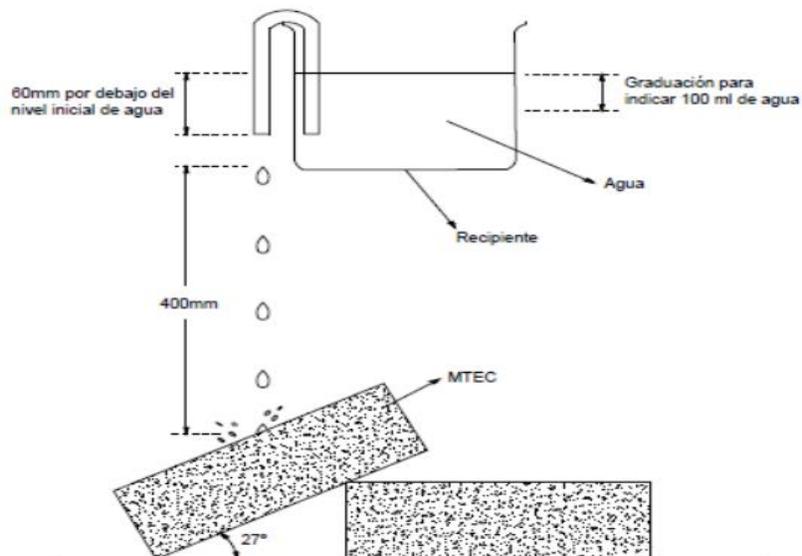


Figura 20 Diagrama del ensayo Geelong erosión caída del agua

Fuente: Cid (2012)

La propiedad D que comprende la profundidad de perforación en *mm* donde según el criterio es $0 < D \leq 15$ se obtiene un resultado apto; mientras que si D es menor que 15 el resultado es no apto; así mismo la propiedad P que corresponde a la profundidad de penetración de agua en *mm* según el criterio $P < 120$ se considerado apto, y si el criterio muestra que $P \geq 120$ es considerado no apto según los resultados del método Geelong (Cid, 2012; Meza, 2018; Rojas, 2019).



Figura 21 Resultados de un ensayo de erosión de agua
Fuente: Cabrera & González (2021)

Tabla 18 Resultados del ensayo de erosión por caída de agua por el Método Geelong

Código	Resultados de ensayo: Método "Geelong"			Peso natural (g)	Condición final
	Ø máx. obser. (≤ 10 mm)	Profun. (≤ 10 mm)	Pérdida de peso ($\leq 5\%$)		
Código H	0.00	0.00	0.00%	4112.0	Apto
Código H	0.00	0.00	0.00%	4064.0	Apto
Código H	0.00	0.00	0.00%	3987.0	Apto
Código C	0.00	0.00	0.00%	4319.0	Apto
Código C	0.00	0.00	0.00%	3998.0	Apto
Código C	0.00	0.00	0.00%	4310.0	Apto
Código D	5.00	3.00	0.25%	4219.0	Apto
Código D	5.00	2.00	0.23%	4188.0	Apto
Código D	5.00	4.00	0.28%	4185.0	Apto

En la Tabla 18, se observa los resultados de ensayo de erosión por caída de agua por el Método Geelong. Para realizar este ensayo, primeramente, se ha colocado una muestra de

ladrillo inclinado a 27° con respecto a la horizontal para luego dejar caer agua por goteo a través de un pequeño paño de algodón de 60 mm por debajo del nivel inicial de agua y de ancho 16 mm desde una altura de 40 cm hacia la muestra. La cantidad de agua por goteo es de 100 ml calculando con un vaso de precipitación.

Para conocer si ocurrió erosión, se observa si el goteo dejó algún hoyo. De haber ocurrido se mide con una varilla de 3 mm de diámetro, y acorde a la norma Internacional SAZS 724 damos como Apto si la profundidad del hoyo es de $0 \leq 10$ mm y si supera se considera como no apto. Para nuestro caso, la condición final de todos los códigos es aptos, es decir, no existe erosión en los ladrillos ecológicos Suelo – Cemento – Consolid.

b) Método SAET

Este método se basa en la propuesta de la norma UNE 41410 la cual consiste en dejar caer agua a través de un tubo de 5 mm de diámetro por 10 minutos, donde el depósito tiene un nivel de 150 cm o 1500 mm de altura en diferencia a la muestra seleccionada que muestra una inclinación del 27° , el hoyo formado puede medirse con una varilla de 3 mm de diámetro y además se calcula la pérdida de peso (Cabrera et al., 2020; Cid, 2012; Meza, 2018; Quintana & Vera, 2017).

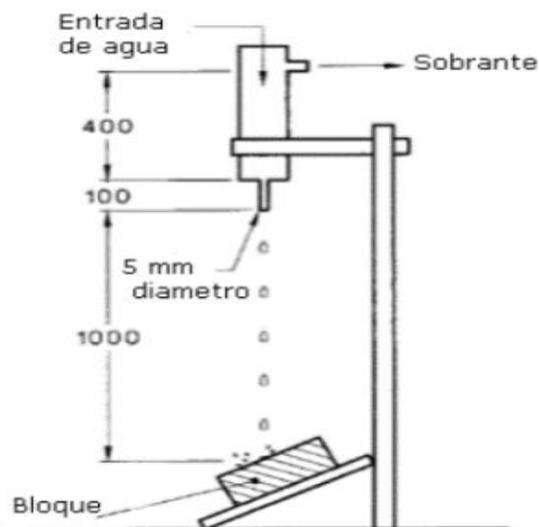


Figura 22 Diagrama del método SAET

Fuente: Cid (2012)

Además, como menciona Cabrera & González (2021), en el procesamiento al abrir la llave de agua del equipo, se espera el tiempo necesario para alcanzar el régimen estacionario, a partir del cual la altura del pelo de agua se mantenga constante (lo cual se evidencia por el escurrimiento de agua en el orificio de rebalse).



Figura 23 Ensayo de erosión acelerada por caída de agua o método SAET
Fuente: Cabrera & González (2021).

Tabla 19 Resultados del ensayo de erosión por caída de agua por el Método SAET

Código	Caudal (ml/min)	Tiempo (min)	Resultados de ensayo Método "SAET"			Peso natural (g)	Condición final
			Ø máx. obser. (≤ 10 mm)	Profun. (≤ 10 mm)	Pérdida de peso ($\leq 5\%$)		
Código H	650	10 min	0.00	0.00	0.00%	4026.0	Apto
Código H	650	10 min	0.00	0.00	0.00%	4062.0	Apto
Código H	650	10 min	0.00	0.00	0.00%	4261.0	Apto
Código C	650	10 min	0.00	0.00	0.00%	4433.0	Apto
Código C	650	10 min	0.00	0.00	0.00%	4349.0	Apto
Código C	650	10 min	0.00	0.00	0.00%	4311.0	Apto
Código D	650	10 min	15.00	6.00	0.39%	4492.0	Apto
Código D	650	10 min	12.00	8.00	0.48%	4354.0	Apto
Código D	650	10 min	18.00	9.00	0.52%	4352.0	Apto

En la Tabla 19, se observa los resultados de ensayo de erosión por caída de agua por el Método SAET (caída de agua por escorrentía). Para realizar el ensayo, se coloca una muestra de ladrillo inclinado a 27° con respecto a la horizontal, con una altura de 1500 mm, liberando agua con una corriente de escorrentía en un tubo de 5 mm de diámetro por un tiempo de 10 min desde un depósito de agua con un nivel de agua constante para una buena caída de agua hacia la muestra y determinar si existe erosión.

Para conocer si existe erosión, observamos si hay hoyo (oquedad), para luego medir con una varilla de 3 mm de diámetro, y acorde a la norma española UNE 41410, determinamos si es apto o no. Si la profundidad del hoyo es de $0 \leq 10$ mm se determina como apto, en caso contrario sería no apto (> 10 mm). En nuestra investigación la condición final de todos los códigos es apto, es decir, no existe erosión en los ladrillos ecológicos Suelo – Cemento – Consolid.

4.13. Establecimiento del efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022

Para poder conocer la resistencia a compresión simple de los ladrillos comprimidos Suelo – Cemento – Consolid, se realizó 9 especímenes de pruebas con distintos tipos de dosificaciones (Extraído de la Tabla 11), determinando que el Código C es la de mejor resistencia promedio con 76.50 kg/cm^2 . El resultado muestra una resistencia mayor al valor mínimo de (12 kg/cm^2) exigido por la norma de adobe E 080.

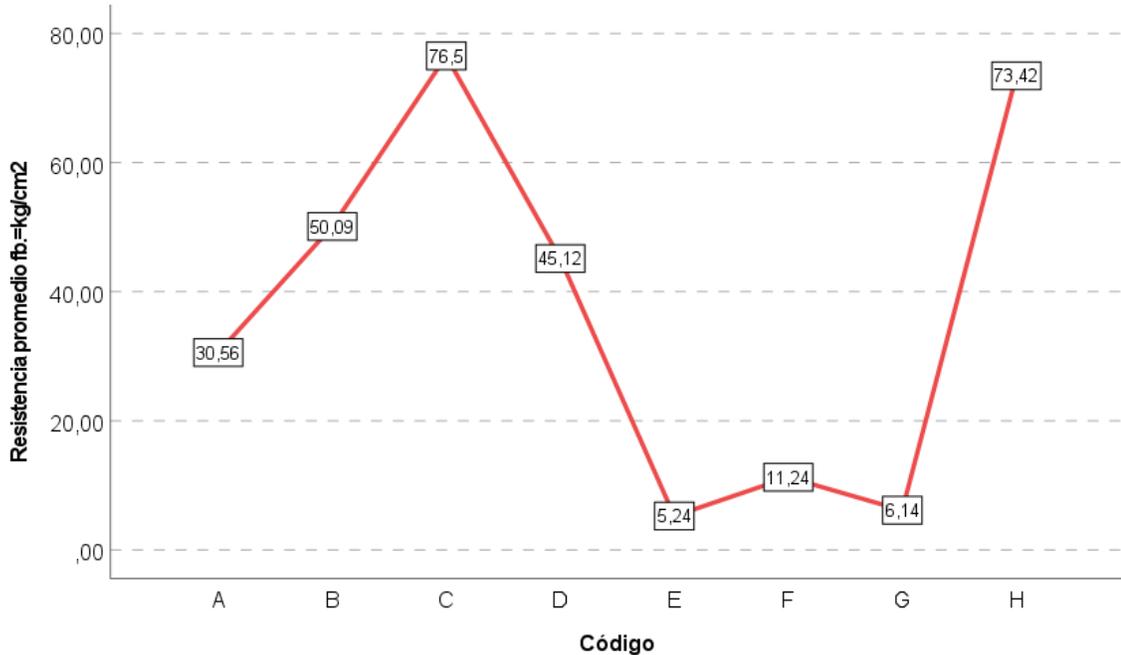


Figura 24 Resistencia a la compresión simple de Suelo – Cemento – Consolid.

En la resistencia a la compresión simple vemos en la Figura 24, que la muestra experimental del código C tiene el resultado de mejor resistencia a la compresión, siendo 76.50 kg/cm² deduciendo que es el mejor, respecto de las otras muestras experimentales.

4.14. Determinar el efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento Puno 2022

Para poder determinar la resistencia del murete se ha utilizado 7 hiladas de ladrillo ecológico Suelo – Cemento – Consolid con medidas 61 cm x 62 cm x 12.5 cm (Extraído de la Tabla 17).

Al inicio de la base, el murete se dispuso con una junta horizontal de 5 mm; para las siguientes capas se aplicó otra dosificación que es de cola sintética con cemento. Finalmente, en la Figura 12, se tiene como resultado la resistencia de la compresión diagonal de murete (v'm) y se observa que el del código C es el mejor espécimen con una dispersión de resultado de 10.05%.

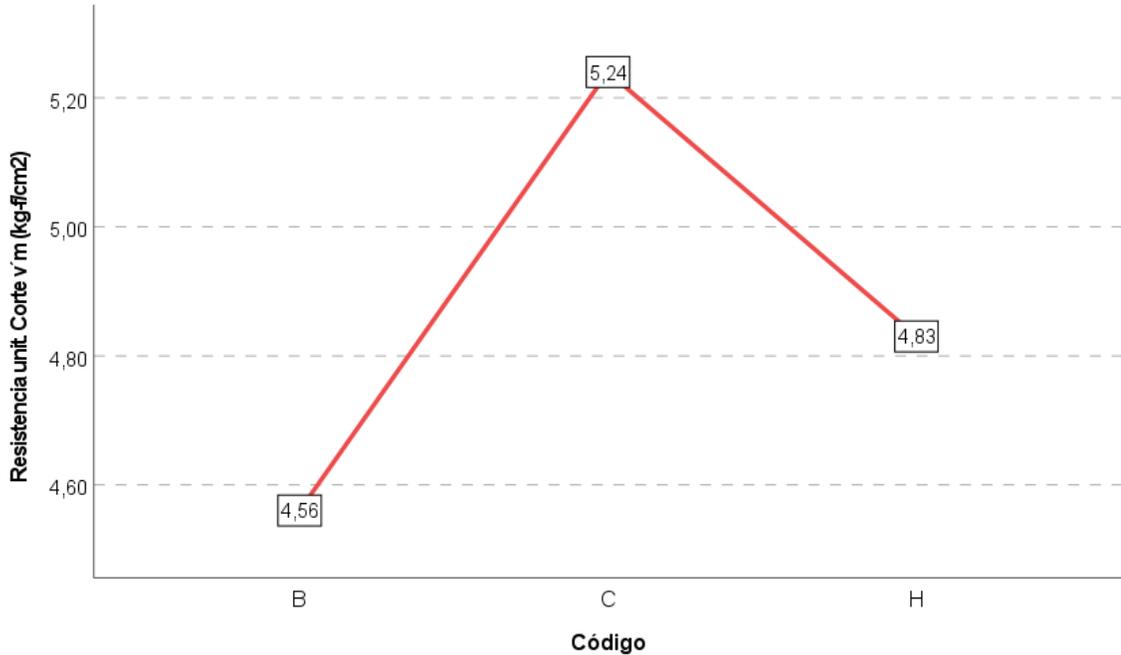


Figura 25 Resistencia de la compresión diagonal de murete de Suelo – Cemento – Consolid.

Para la resistencia de la compresión diagonal de murete, en la Figura 25, se observa, que el resultado de mayor resistencia a la compresión diagonal de murete (v'm) es la muestra experimental del código C (5.24 kg-f/cm²). El resultado muestra una resistencia mayor al valor mínimo de v'm = 5.1 kg-f/cm², exigido por la norma de adobe E 070 del material arcilla King Kong artesanal.

4.15. Precisar el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022

Para conocer la resistencia a la erosión de ladrillos Suelo – Cemento – Consolid se tuvo que hacer el ensayo de erosión para poder saber si el ladrillo tiene erosión o desgaste, para luego poder saber cuál de los códigos es recomendable para los factores climatológicos y sea más resistente al desgastamiento del ladrillo por exceso de agua.

Para determinar la erosión se realizó también el ensayo de absorción, por el cual se pudo medir el porcentaje de agua que absorbe un ladrillo suelo cemento, después de sumergirla al agua durante un tiempo; y el ensayo de succión que nos permitió medir el peso del ladrillo suelo cemento antes y después de humedecerlas permitiéndonos medir la calidad, resistencia; permitiéndonos observar que los ladrillos suelo cemento Consolid son resistentes a la erosión.

Para lo cual también se hizo 8 muestras según la Tabla 18 antes analizada para el Método Geelong.

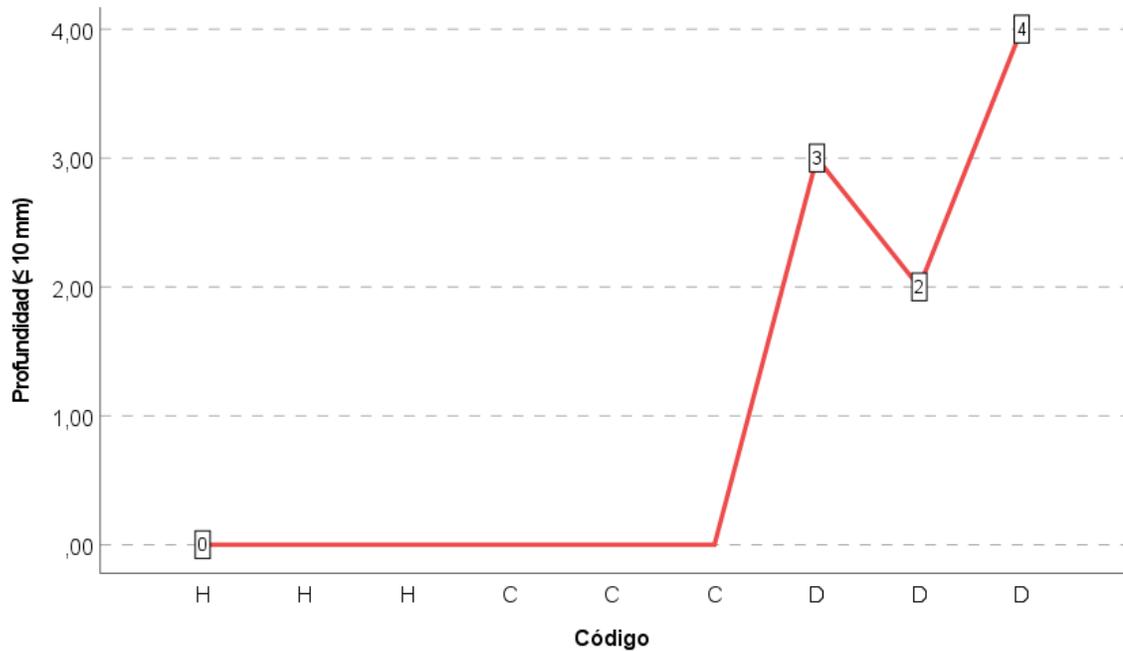


Figura 26 Resistencia a la erosión con ensayo de erosión por caída de agua por el Método Geelong de Suelo – Cemento – Consolid.

Podemos deducir que en la Figura 26, y acorde a la norma Internacional SAZS 724, todos los códigos son aptos, pues indican una erosión menor a 10 mm, que están dentro del rango establecido ($0 < 10$ mm) para el Método Geelong.

Para el Método SEAT, también se tomó 9 muestras según la Tabla 19:

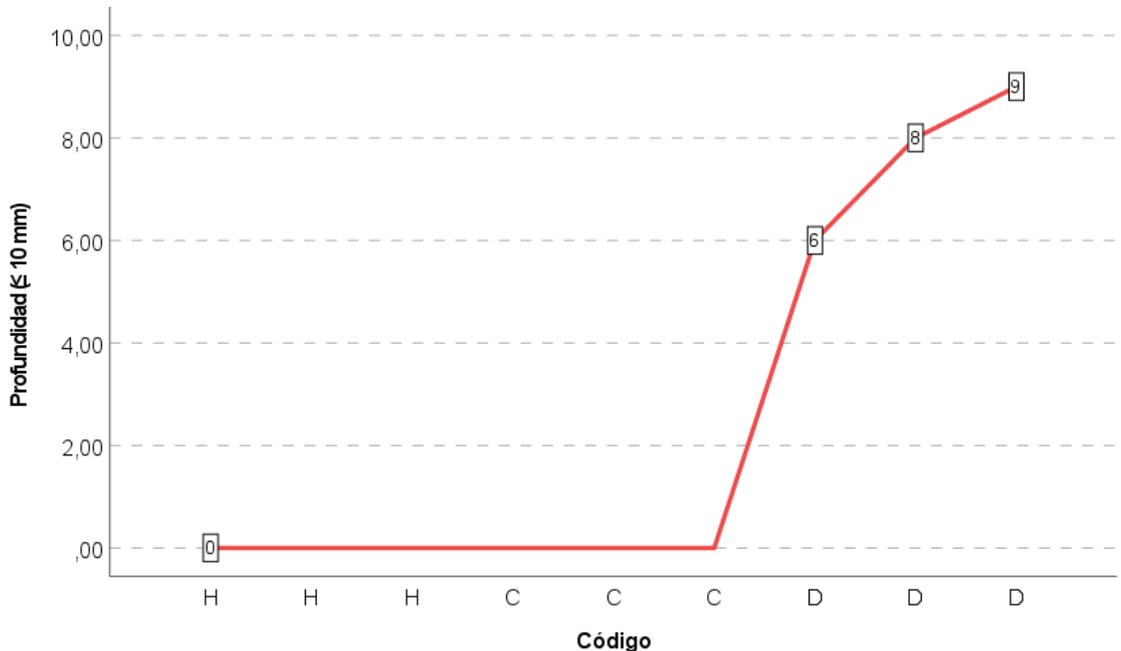


Figura 27 Resistencia a la erosión con ensayo de erosión por caída de agua por el Método SAET de Suelo – Cemento – Consolid.

Podemos deducir que en la Figura 26, y acorde a la norma española UNE 41410, todos los códigos son aptos, pues indican una erosión menor a 10 mm, que están dentro del rango establecido ($0 < 10$ mm) para el Método SAET.

4.16. Prueba de hipótesis

De acuerdo con Martínez et al. (2020), la contrastación de hipótesis radica en comparar un efecto en una muestra, estableciendo la hipótesis nula (H_0) y la alterna (H_1) para las tres hipótesis específicas.

Para la hipótesis específica 1:

H_0 : La resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento según la norma adobe E080 es igual a 12 kg/cm^2 .

$$\mu = 12$$

H_1 : La resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento según la norma adobe E080 es mayor a 12 kg/cm^2 .

$$\mu > 12$$

Para determinar si los datos de la Tabla 11, tienen o no, una distribución normal, haremos la prueba de Anderson-Darling (AD), planteando las siguientes hipótesis.

H_0 : La resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid tiene una distribución normal.

H_1 : La resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid no tiene una distribución normal.

Para los ocho datos analizados, acorde a la Tabla 11, tenemos:

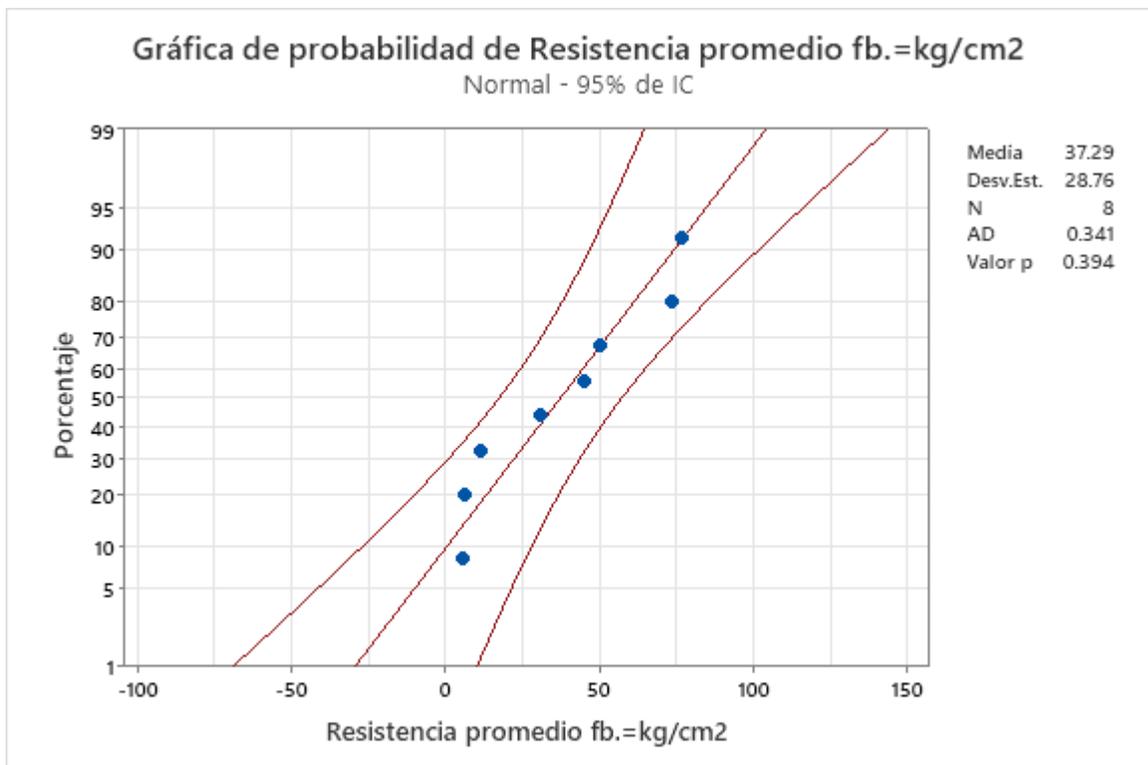


Figura 28 Prueba de normalidad para la resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.

Según la Figura 27, el estadístico $AD = 0.341$ y el valor p de significancia del test hallado es superior a 0.05 ($p = 0.394$), por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Se asume que los datos tienen una distribución normal (Los puntos de la figura están cercanos a la recta y no salen del límite establecido en dicha Figura).

Como se asume una distribución normal, realizamos el contraste de hipótesis con una prueba *t*-student para una muestra para un nivel de confianza del 95% (nivel de significancia $\alpha = 0.05$), donde:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Calculando, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 20 Estadísticas descriptivas de la resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
8	37.3	28.8	10.2	18.0

μ : media de población de Resistencia promedio fb.=kg/cm2

Reemplazando los valores en la formula obtenemos:

$$t = \frac{37.3 - 12}{28.8/\sqrt{8}}$$

$$t = 2.49$$

El contraste de hipótesis es:

Hipótesis nula $H_0: \mu = 12$

Hipótesis alterna $H_1: \mu > 12$

Valor <i>t</i>	Valor <i>p</i>
2.49	0.021

Como el valor calculado $t = 2.49$ y su valor $p = 0.021$, siendo menor al nivel de significancia de 0.05; optamos por rechazar la hipótesis nula. Se concluye que la resistencia promedio a la compresión simple de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma adobe

E080 es mayor a 12 kg/cm^2 . Además, la resistencia promedio para el código C (76.50 kg/cm^2), está por encima de la norma RNE E070 para ladrillo tipo 1 (50 kg/cm^2) y tipo 2 (70 kg/cm^2).

Para la hipótesis específica 2:

H_0 : La resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma adobe E070 es igual a $\mu = 5.1 \text{ kg-f/cm}^2$.

$$\mu = 5.1$$

H_1 : La resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma adobe E070 es mayor a $\mu = 5.1 \text{ kg-f/cm}^2$.

$$\mu > 5.1$$

Para determinar si los datos de la Tabla 17, tienen o no, una distribución normal, haremos la prueba de Anderson-Darling (AD), planteando las siguientes hipótesis.

H_0 : La resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid tiene una distribución normal.

H_1 : La resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid no tiene una distribución normal.

Para los tres datos analizados, acorde a la Tabla 17, tenemos:

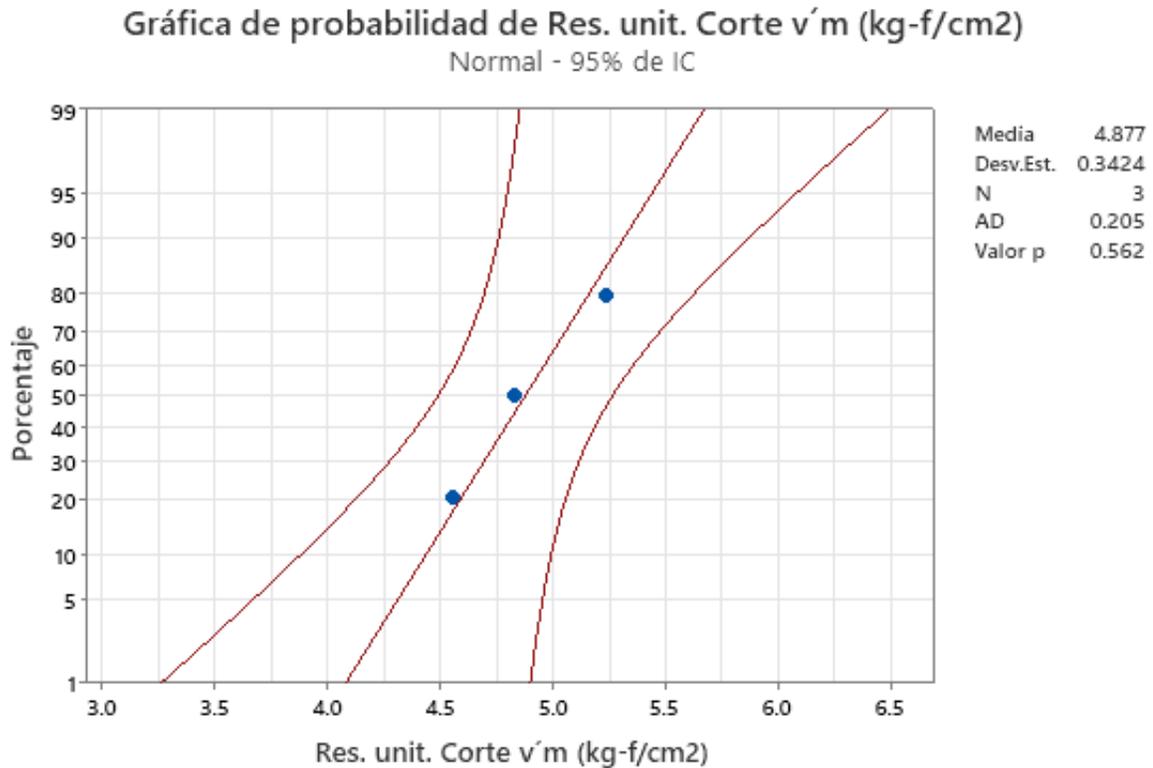


Figura 29 Prueba de normalidad para la resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.

Según la Figura 28, el estadístico $AD = 0.205$ y el valor p de significancia del test hallado es superior a 0.05 ($p = 0.562$), por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alterna. Se asume que los datos tienen una distribución normal (Los puntos de la figura están cercanos a la recta y no salen del límite establecido en dicha Figura).

Como se asume una distribución normal, realizamos el contraste de hipótesis con una prueba t -student para una muestra para un nivel de confianza del 95% (nivel de significancia $\alpha = 0.05$), donde:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Calculando, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 21 Estadísticas descriptivas de la resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
8	4.877	0.342	0.198	4.299

μ : media de población de Res. unit. Corte v'm (kg-f/cm²)

Reemplazando los valores en la formula obtenemos:

$$t = \frac{4.877 - 5.1}{0.342/\sqrt{3}}$$

$$t = -1.13$$

El contraste de hipótesis es:

Hipótesis nula H₀: $\mu = 5.1$

Hipótesis alterna H₁: $\mu > 5.1$

Valor t	Valor p
-1.13	0.812

Como el valor calculado $t = -1.13$ y su valor $p = 0.811$, siendo mayor al nivel de significancia de 0.05; optamos por no rechazar la hipótesis nula. Se concluye que la resistencia promedio de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma de albañilería E070 es igual a 5.1 kg-f/cm². Sin embargo, tenemos un punto para la resistencia promedio de murete para el código C (5.24 kg-f/cm²), que está por encima de la norma E070 de albañilería arcilla King Kong artesanal (5.1 kg-f/cm²).

Para la hipótesis específica 3:

H₀: La resistencia promedio a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma española UNE 41410 es igual a 10 mm.

$$\mu = 10 \text{ mm}$$

H₁: La resistencia promedio a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma española UNE 41410 es menor a 10 mm.

$$\mu < 10 \text{ mm}$$

Asumimos que los datos de la Tabla 19, tienen una distribución normal.

Realizamos el contraste de hipótesis con una prueba *t*-student para una muestra para un nivel de confianza del 95% (nivel de significancia $\alpha = 0.05$), donde:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

Calculando, se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 22 Estadísticas descriptivas de la resistencia promedio a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid.

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95% para μ
9	2.56	3.91	1.30	4.98

μ : media de población de Profundidad

Reemplazando los valores en la fórmula obtenemos:

$$t = \frac{2.56 - 10}{3.91/\sqrt{9}}$$

$$t = -5.71$$

El contraste de hipótesis es:

Hipótesis nula $H_0: \mu = 10$

Hipótesis alterna $H_1: \mu < 10$

Valor <i>t</i>	Valor <i>p</i>
-5.71	0.000

Como el valor calculado $t = -5.71$ y su valor $p = 0.000$, siendo menor al nivel de significancia de 0.05; optamos por rechazar la hipótesis nula. Se concluye que la resistencia promedio a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma española UNE 41410 es menor a 10 mm.

4.17. Discusión de resultados

En otras investigaciones, se han demostrado que las características del suelo son muy importantes para la elaboración de ladrillos Suelo – Cemento, por lo que, en nuestra investigación, se ha optado por trabajar con la cantera de Cancharani para obtener mejores resultados con la adición de Consolid.

El procedimiento de nuestra investigación comenzó primeramente con seleccionar el suelo, para luego proceder a zarandearla para eliminar los materiales gruesos con la malla N°4. Luego se llevó a laboratorio para realizar el proceso experimental, encontrando los siguientes resultados: 16.19% de contenido de humedad, 0.32% de grava, 53.47% de arena, 46.22% de arena fina, 29.12% de límite líquido, 23.29% de límite plástico, 5.8% de índice de plasticidad y 12% de cemento portland. Con este resultado hemos procedido para desarrollar nuestra muestra experimental.

Para el establecimiento del efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento hemos comparado con el trabajo de Campos *et al.* (2019), el cual manifiesta que para definir la mejor característica en la producción de los ladrillos de suelo-cemento, debe estar entre el rango mínimo de 1,7 MPa y un valor medio igual o superior a 2 MPa acorde a la norma ABNT. En nuestro caso, hemos determinado que el Código C es la de mejor resistencia promedio con 76.50 kg/cm² (7.502 MPa), exigido por la norma de adobe E 080, además de cumplir también con la norma ABNT. Por otro lado, Ramirez (2018), ha determinado una resistencia a la compresión simple experimental de $f'_b = 69.67 \text{ kg/cm}^2$, que según la norma RNE E-070, tienen la resistencia característica del ladrillo tipo II que es de $f'_b = 70 \text{ kg/cm}^2$; obteniendo en nuestro caso un valor de 76.50 kg/cm², mayor que el de Ramírez. También concordamos con Abanto & Akarley, 2014b; Durand & Benites (2017), cuya resistencia fue de 74,78 kg/cm².

Respecto al efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento, nuestra investigación ha determinado la resistencia de la compresión diagonal de murete cuyo valor es $v'_m = 5.24 \text{ kg-f/cm}^2$. En ese sentido, Ramirez (2018), ha determinado experimentalmente un $v'_m = 4.381 \text{ kg/cm}^2$,

aproximándose a lo estipulado por la norma RNE E-070, para ladrillo King Kong artesanal ($\sigma_c = 5.1 \text{ kg/cm}^2$). Al respecto, Monrroy (2020), determinó una resistencia al corte $\sigma_c = 3.76 \text{ kg/cm}^2$, con ladrillos de suelo estabilizado al 10%, no cumpliendo con la norma.

Finalmente, el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento, los resultados evidencian que la resistencia promedio a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma española UNE 41410 es menor a 10 mm, lo cual hace que su resistencia a la erosión sea adecuada y cuyo valor está por debajo de lo permitido a la norma española UNE 41410 ($< 10 \text{ mm}$), por lo que se indica que si son aptos y resistentes a los factores climatológicos de la ciudad, asemejándose a las investigaciones realizadas por Ávalos & Velásquez (2018) y Quintana & Vera (2017), quienes determinaron que la resistencia a la erosión al ser menor de 10 mm como lo exige la norma, el efecto de adición de Consolid de los ladrillos comprimidos hace que su resistencia a la erosión sea la más óptima.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. Se determinó que sí existe un efecto con respecto a la adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022, ya que los resultados demostraron que la resistencia es mayor al mínimo establecido por la Norma E 080; el efecto de la adición de Consolid es de código C presentando mayor compresión diagonal de murete 5.24 kg-f/cm^2 , por lo tanto se afirma que las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de suelo cemento comprimido mejora según la adición correcta de porcentajes de estabilizantes químico y físico del aditivo Consolid, teniendo cuidados como curado post prensado en estos.
2. Al determinar el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento puno 2022, los resultados demostraron que la resistencia a compresión simple es de Código C siendo la de mejor resistencia promedio con 76.5 kg/cm^2 ; demostrando una resistencia mayor al valor mínimo de (12 kg/cm^2) exigido por la norma de adobe E 080.
3. El efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022, se comprueba que la resistencia de la compresión diagonal de murete ($v'm$) y se observa que el del código C es el mejor espécimen con una dispersión de 10.05%, por el cual el efecto de la adición de Consolid presenta mayor resistencia a la compresión diagonal de murete ($v'm$) es la muestra experimental del código C (5.24 kg-f/cm^2).
4. El efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022, los resultados demostraron en los ensayos de erosión por caída

de agua realizados por los dos métodos que los ladrillos puestos en los ensayos no presentan deterioro mayor a los 10 mm, por lo que se indica que si son aptos y resistentes a los factores climatológicos de la ciudad, siendo de código H donde se presenta una adecuada resistencia a la erosión la cual fue menor a 10 mm como lo exige la norma UNE 41410.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

- Se debe buscar que la fase experimental de la investigación sea de acuerdo a las Normas E 080 y otras para que pueda tener sustento teórico, en cuanto al efecto de la adición de consolid para futuras investigaciones se recomienda que se debe evaluar primero las propiedades físicas y químicas físicas del ladrillo de suelo cemento comprimido y elegir un correcto porcentaje de estabilizantes químico y físico del aditivo Consolid, teniendo cuidado en el curado de cada unidad de ladrillo.
- Se recomienda en relación a la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento, ser clasificado en código C exigido por la norma de adobe E 080.
- De los resultados del efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de suelo cemento se recomienda que es donde debe presentar mayor resistencia a la compresión diagonal de murete (v'm).
- Con referente al efecto de la adición de Consolid y la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento se debe analizar y estudiar los factores climatológicos de la ciudad, del cual va a depender que tenga una adecuada resistencia a la erosión y tenga porcentajes adecuados de resistencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, C. F. (2018). *Análisis y Diseño de Edificaciones de Albañilería* (2a ed.). Editorial San Marcos.
- Abanto, F. P. J., & Akarley, P. L. M. (2014a). *Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo-cemento en la ciudad de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Abanto, F. P. J., & Akarley, P. L. M. (2014b). *Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo-cemento en la ciudad de Trujillo* [Universidad Privada Antenor Orrego].
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/684>
- Acchar, W., & Marques, S. K. J. (2016). *Ecological Soil-Cement Bricks from Waste Materials*. Springer.
- Arista, G. G., & Aguillón, R. J. (2018). *Tradiciones constructivas de tierra y su pertinencia actual*. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Ávalos, H. D. H., & Velásquez, F. O. F. (2018). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de unidades de albañilería de tierra cruda de los distritos: San Sebastián y Santiago, estabilizados con sistema CONSOLID, Cusco 2018* [Universidad Andina del Cusco].
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2271>
- Badillo, J., & Rodríguez, R. (2005). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos*. Limusa.

- Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de albañilería: comportamiento sísmico y diseño estructural* (Pontificia Universidad Católica del Perú (ed.)). Fondo Editorial.
- Bedoya, M. C. M. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de Arquitectura*, 20, 62-70.
<https://doi.org/10.14718/REVARQ.2018.20.1.1193>
- Bestraten, S., Hormonías, E., & Altemir, A. (2011). Earthen construction in the 21st century. *Informes de la Construcción*, 63, 5-20.
<https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1248/1333>
- Blaikie, P. (1985). *The Political Economy of Soil Erosion in Developing Countries*. Longman Publishing Group.
- Boardman, J., & Poesen, J. (2006). *Soil Erosion in Europe*. Universidad de Oxford.
- Cabrera, S., & González, A. (2021). Resistencia a Erosión Húmeda en Bloques de Tierra Comprimida. Evaluación de Diferentes Métodos para el Análisis de Resultados. *Revista Tecnología y Ciencia*, 19(40), 49-62. <https://doi.org/10.33414/rtyc.40.49-62.2021>
- 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, 360. <https://doi.org/10.3989/ic.70462>
- Campos, A., Nascimento, J. J., & Brito, L. T. (2019). Comportamiento estructural del suelo cemento ladrillos utilizando diferentes fuentes de agua y métodos de sanación. *Interações (Campo Grande)*, 20, 283-296. <https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1565>
- Campos, A., Nascimento Junior, J. B. do, & Brito, L. T. (2019). Comportamento estrutural de tijolos de solo-cimento utilizando diferentes fontes de água e métodos de cura. *Interações (Campo Grande)*, 20, 283-296. <https://doi.org/10.20435/inter.v0i0.1565>
- Ccopa, E. M. del C., & Fernández, G. P. A. (2018). *Análisis comparativo de las propiedades fisicomecánicas de un suelo natural, comparado con un suelo estabilizado con el sistema*

Consolid en la Carretera Ollantaytambo en el tramo 0+000 - 1+000 distrito Ollantaytambo provincia Urubamba, Región Cusco 2018 [Universidad Andina del Cusco].

<https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/2110/RESUMEN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chacon, J. I. A. (2021). *Determinación del efecto del estabilizante Consolid, para mejorar la capacidad portante del suelo limo-arenoso para cimentaciones superficiales, San Sebastián Cusco 2021* [Universidad César Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60561/Chacon_JIA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Chavez, P. R. A. (2018). *Estudio comparativo empleando el aditivo PROES y CONSOLID para la estabilización de suelos en caminos vecinales 2018* [Universidad Cesar Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34941/Chávez_PRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cid, F. J. J. (2012). *Durabilidad de los bloques de tierra comprimida, evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción* [Universidad Politécnica de Madrid].

https://oa.upm.es/14647/2/JAIME_JESUS_CID_FALCETO.pdf

CONSOLID. (2015). *Sistema CONSOLID*. Sistema Consolid Perú.

Crespo, V. C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones* (5a ed.). Limusa.

Deboucha, S., & Hashim, R. (2011). A review on bricks and stabilized compressed earth blocks. *Scientific Research an Essays*, 6(3), 499-506.

Durand, R., & Benites, L. (2017). Unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible. *Revista CIENCIA Y TECNOLOGÍA*, 13(1), 21-32.

Escalante, A. C. A., & Gonzales, C. D. I. (2020). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas de la albañilería compuesta por unidades ecológicas tipo lego elaboradas con suelo cemento y ensambladas con tubos PVC (cloruro de polivinilo) en el departamento de*

Cusco [Universidad Andina del Cusco].

https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/3608/Carlos_David_Tesis_bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Espinoza, R. C. E., & Torres, D. C. M. (2019). *Evaluación técnica y económica para el mejoramiento de suelos finos con fines de cimentación por medio de compactación dinámica e inclusiones rígidas* [Universidad Ricardo Palma].

https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2928/CIV_T030_46118416-TORRES DELGADO CHRISTIAN MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Estadístico, A. (2019). *Anuario Estadístico*.

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería estructural* (Pontificia Universidad Católica del Perú (ed.); 3a ed.). Fondo Editorial.

Ganati, M. (2000). Ladrillos de suelo-cemento: mampuesto tradicional en base a un material sostenible. *Informes de la Construcción*, 15(466), 35-47.

https://www.researchgate.net/publication/26524391_Ladrillos_de_suelo-cemento_mampuesto_tradicional_en_base_a_un_material_sostenible/link/00b1328f0cf245659d012d09/download

Gligo, N., Alonso, G., Barkin, D., Brailovsky, A., Brzović, F., Carrizosa, J., Durán, H., Fernández, P., Gallopín, G., Leal, J., Marino de Botero, M., Morales, C., Ortiz Monasterio, F., Panario, D., Pengue, W., Rodríguez, M., Rofman, A., Saa, R., Sejenovich, H., ... Villamil, J. (2020). *La tragedia ambiental de América Latina y del Caribe*. CEPAL.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46101/1/S2000555_es.pdf

Gorse, C., Johnston, D., & Pritchard, M. (2020). *Diccionario de construcción, topografía e ingeniería civil*. Oxford Quick Reference.

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, T. C. P. (2018). *Metodología de la Investigación : Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. (I. Editores (ed.)). McGraw-Hill.

Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGraw-Hill.

- Huaire, I. E. J., Marquina, L. R. J., Horna, C. V. E., LLanos, M. K. N., Herrera, Á. Á. M., Rodríguez, S. J., & Villamar, R. R. M. (2022). *Tesis Fácil: El arte de dominar el método científico*. Casa Editorial Analéctica.
- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígena*.
- INEI. (2018). *Censos de población y vivienda - Resultados definitivos*. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI.
- Jaramillo, H. Y., Gómez, C. J. A., & Quintero, Q. W. (2021). Evaluación físico-mecánica de un bloque de arena comprimida impermeabilizado con reciclaje de asfalto triturado. *Investigación e Innovación en Ingenierías, 10*, 124-139.
<https://doi.org/https://doi.org/10.17081/invinno.10.1.4884>
- Kalinski, M. E. (2011). *Soil Mechanics Lab Manual* (2a ed.). University of Kentucky.
- Kurtz, J. P. (2004). *Dictionary of Civil Engineering*. Plenum Publishers.
- Laurence, D. W. (2009). *Fundamentals of Soil Mechanics for Sedimentary and Residual Soils*. John Wiley and Sons.
- Martinez, G. M. Á., Sánchez, V. A., Toledo, A. E., & Faulín, F. F. J. (2020). *Bioestadística amigable* (4a ed.). Elsevier España.
- Máttar, J., & Cuervo, L. M. (2017). Planificación para el desarrollo en América Latina y el Caribe: enfoques, experiencias y perspectivas. En Ministry of Foreign Affairs (Ed.), *CEPAL* (Vol. 148). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Medina, S. O. (2020). *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*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.
- Meza, L. J. M. (2018). *Evaluación en ensayos de erosión acelerada aplicados a ladrillos de tierra comprimida para la construcción de muros perimétricos en Huancayo* [Universidad

Nacional del Centro del Perú].

<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4697/MezaLopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Monrroy, R. L. N. (2020). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la albañería con ladrillos de suelo-cemento para uso estructural en Huancayo - Junín* [Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6100>

Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation* (3a ed.). Wiley Blackwell.

Mut, J. A. (2013). Manual redacción científica. *Caribbean Journal of Science*, 152.

Narváez, B. S. P. (2020). *La recta: Aplicaciones en la ingeniería civil*. Universidad Piloto de Colombia.

Peña, B. D. Y., & Machuca, M. J. A. (2010). Determinación de la resistencia a la erosión de un acero al carbono en un flujo multifásico. *Revista Fuentes: El Reventón Energético*, 8, 29-35.

Peña, D. (2001). Introducción a la erosión de materiales. *Revista ION*, 17, 31-36.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/1302>

Pérez, A. V. (1998). *Materiales y procedimientos de construcción: Mecánica de suelos y cimentaciones*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Pitt, R., Lake, D., & Clark, S. (2006). *Construction Site Erosion and Sediment Controls: Planning, Design, and Performance*. DEStech Publications.

PNUD. (2020). *Beyond Recovery : Towards 2030* (Vol. 169).
<https://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/hiv-aids/beyond-recovery--towards-2030.htm>

Quintana, C. D. L., & Vera, S. M. O. (2017). *Evaluación de la erosión y la resistencia a compresión de adobes con sustitución parcial y total del agua en peso por Mucílago de tuna en porcentajes del 0%, 25%, 50%, 75% y 100%*. [Universidad Andina del Cusco].
https://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12557/1212/Diana_Mithdwar_T

esis_bachiller_2017_Part.1.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Ramirez, B. L. A. (2018). *Las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo-cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz-2016* [Universidad San Pedro].

<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5442>

Reuben, H. K. (2003). *Chemical Grouting and Soil Stabilization* (3a ed.). M. Dekke.

Rojas, M. W. J. (2019). *Ensayo de Geelong modificado para la evaluación de la erosión por lluvia a nivel de afirmado, tratado con cemento, cal y emulsión en la carretera departamental HV 109, Huancavelica 2018* [Universidad Continental].

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5495?locale=fr>

San-Bartolomé, Á. (2019). *Construcciones de albañilería*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Sanca, Q. J. (2020). *Estudio de la estabilización de suelos para mejorar su capacidad portante aplicando cloruro de sodio y Sistema Consolid - Puente Piedra 2019* [Universidad César Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60561/SANCA_QJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sandoval, A. G. D. (2021). *Evaluación de la erosión y la resistencia del adobe adicionado con cenizas de carbón y cal*. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4a ed.). Editorial Limusa.

Toirac, C. J. (2008). El suelo-cemento como material de construcción. *Ciencia y sociedad*, 33(4), 520-571. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87012672003>

UNESCO. (2014). *Manual de construcción del aula-almacén*. UNESCO.

https://oa.upm.es/39493/15/Izquierdo_Leon_4.pdf

Valdivia, C. J. A. (2016). *Factibilidad de implementación del material suelo-cemento como*

material de construcción para viviendas de bajo costo en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Verrujit, A. (2012). *Soil Mechanics*. GrondMechBoek.

Vilcapaza, C. M. O. (2017). *Elaboración de unidades de albañilería hechas a base de suelo-cemento con materia prima proveniente del AA.HH. Alejandro Von Humboldt – Paucarpata*. Universidad Nacional de San Agustín.

Warf, B. (2010). *Encyclopedia of Geography*. SAGE Publications, Inc.
<https://doi.org/10.4135/9781412939591>

Zachar, D. (1982). *Soil Erosion: Developments in soil science*. Kingdwarf.

Zhang, Y., Jianfeng, Y., & Gangqiang, G. (2016). Erosion resistance and interface properties of epoxy composite filled with graded silicon carbide. *Polymers and Polymer composites*, 24, 161-166. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/09673911160240021>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

TÍTULO: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO 2022

AUTOR: DENNY JOHN RAMOS CHURATA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el efecto de la adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022	Determinar cuál es el efecto de la adición de Consolid en las propiedades mecánicas y de resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022	Las propiedades mecánicas y físicas del ladrillo de suelo cemento comprimido mejora según la adición correcta de porcentajes de estabilizantes químico y físico del aditivo Consolid, teniendo cuidados como curado post prensado en estos.	Variable Independiente: Aditivo Consolid	Diseño de mezcla Dosificación	<p><u>Método:</u> Deductivo</p> <p><u>Enfoque:</u> Cuantitativo</p> <p><u>Tipo:</u> Aplicada</p> <p><u>Diseño:</u> Experimental</p> <p><u>Técnicas e instrumentos:</u> Observación Ficha técnica de pruebas de laboratorio Ensayos de laboratorio</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS		Variable dependiente: Resistencia a la erosión Propiedades mecánicas	<p>➤ Mecánicas</p> <p>-Resistencia de compresión simple</p> <p>-Fuerza axial de pilas</p> <p>-Compresión diagonal de muretes</p> <p>➤ Físicas</p> <p>-Viabilidad dimensional</p> <p>-Alabeos</p> <p>-Absorción H2O</p>	<p><u>Método de análisis de datos:</u></p> <p>Dosificación de mezcla muestra patrón (procedimiento y selección de materiales)</p> <p>Selección de suelo</p> <p>Extracción del suelo y secado.</p>
¿Cuál es el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022?	Establecer cual el efecto de la adición de consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022				
¿Cuál es el efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022?	Determinar cuál es el efecto de la adición de consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022				
¿Cuál es el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022?	Precisar cuál es el efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento Puno 2022				

Anexo 2: Panel fotográfico

Zarandeo del material



Recojo de material zarandeado



Material zarandeado en contenedor



Pesado del material para la preparación del btc consolid



Mezclado de material para BTC consolid



Líquido C444 - consolid



Líquido C444 pesado según dosificación



Solidry pesado según dosificación



Batido de material para la fabricación de btc consolid



Máquina de compresión para la fabricación del btc consolid



Presión de 3000 psi



Ladrillos suelo cemento – consolid según dosificaciones



Ensayo de granulometría

Material para zarandeo en bandeja metálica



Pesado correspondiente para las zarandas



Colocando material a las zarandas



Sacudiendo el juego de zarandas



Llevando a la máquina vibradora de zarandeo



Máquina vibradora de zarandeo



Ensayo de límites de Atterberg



Preparación para hacer el ensayo



Haciendo el ensayo en la cuchara de Casagrande



Realizando los rollitos



Llevando al horno para su secado



Retirando del horno para su respectivo pesado



Ensayo de compresión

Máquina de compresión simple



Compresión de btc consolid



Viendo la fuerza de compresión



Btc consolid después de la compresión



Ensayo de absorción

Secado en horno



Pesado de los btc consolid



Btc consolid para el ensayo de absorción



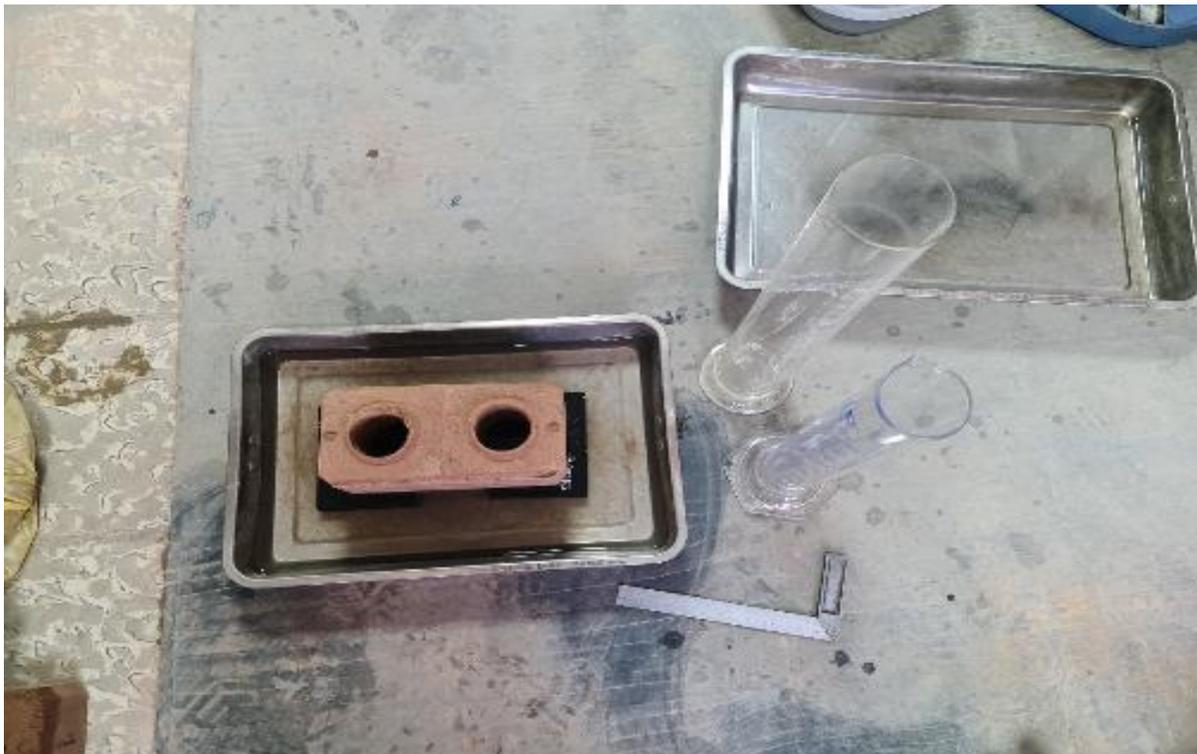
Btc consolid sumergidos en agua por 24 horas



Btc consolid estropeado por el exceso de agua



Ensayo de succión



Realizando alveo



Compresión diagonal



Fisura normal compresión diagonal



Ensayo SAET



Ensayo GEELONG



Anexo 3: Fichas de observación del laboratorio

Fichas de observación del laboratorio

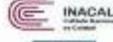


MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto, Análisis de Agua y Ensayos de Materiales

TRAZABILIDAD Y PATRONES DE REFERENCIA





RESULTADOS DEL ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y ENSAYOS BÁSICOS

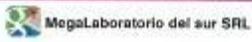


MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MONIZ VARGAS
TÉCNICO DE LABORATORIO



MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA YAMA
INGENIERO CIVIL CIP N° 12614
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DIRECCIÓN: JR. AYAVIRI N° 264 - PUNO (Referencia: Jr. Ancash 456)
Email: megalaboratorio@hotmail.com



MegaLaboratorio del Sur S.R.L.



megalaboratorio del sur

Celular: 951 960404
998 998 948
Teléfono: 051-355431



RESUMEN DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022*
SOLICITANTE : SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA
UBIC. DEL PROY. : DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO PUNO
MUESTRA : ARENA LIMO ARCILLOSAS PARA LADRILLOS COMPRIMIDOS
FECHA : 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
INGENIERO RESPONSABLE : W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO : A.D.M.V.

N.F. : NO PRESENTA COORDENADAS UTM

% CONTENIDO DE HUMEDAD, NORMA ASTM D-2216	
16.191 %	
CLASIFICACIÓN DE SUELOS, NORMA ASTM D2487- 17	
Cu	30.00
Cc	6.53
SUCS	SP-SM
AASHTO	A-2-4
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO, NORMA ASTM D 6913/6913 -17	
% DE GRAVA	0.32 %
% DE ARENA	53.47 %
% DE FINOS	46.22 %
LÍMITES DE CONSISTENCIA, NORMA ASTM D4318 - 17	
LÍMITES LÍQUIDO	29.122 %
LÍMITE PLÁSTICO	23.290 %
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	5.833 %
PROCTOR MODIFICADO Y CBR, NORMA ASTM D1557/ASTM D1883	
PROCTOR PARA CBR - DENSIDAD	---
PROCTOR PARA CBR - CHO	---
CBR AL 100 %	---
CBR AL 95%	---
PROCTOR MODIFICADO, NORMA ASTM D1557	
PESO UNITARIO MÁXIMO SECA	---
DENSIDAD MÁXIMA SECA	---
C.H.O. %	---

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TÉCNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL CIP. Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTENIDO DE HUMEDAD	
(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 308, NORMA ASTM D-2216)	
PROYECTO	: EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022
SOLICITANTE	: SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA
UBIC. DEL PROY.	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO PUNO
MUESTRA	: ARENA LIMO ARCILLOSAS PARA LADRILLOS COMPRIMIDOS.
FECHA	: 15 DE SEPTIEMBRE DEL 2022
INGENIERO RESPONSABLE	: W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO	: A.D.M.V.
	N.F. : NO PRESENTA COORDENADAS UTM

ENSAYO DE LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL DEL SUELO				
ENSAYO	Nº	1	2	3
TARA	Nº	T - 20	T - 30	T - 110
MASA DE LA TARA	(gm)	38.15	41.70	41.15
MASA DE LA TARA + SUELO HÚMEDO	(gm)	1100.00	1112.00	1109.80
MASA DE LA TARA + SUELO SECO	(gm)	952.00	962.92	960.88
MASA DEL AGUA	(gm)	148.00	149.08	148.94
MASA DEL SUELO SECO	(gm)	913.85	921.22	919.72
HUMEDAD	%	16.20	16.18	16.19
PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD	%	16.19		
Observaciones: muestra alterada				

FORMULA DE CALCULO DEL CONTENIDO DE NUMEDAD

$$W\% = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$



DATOS DONDE:

W% = CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO
 W_h = PESO DE LA MUESTRA HUMEDA.
 W_s = PESO DE LA MUESTRA SECA.

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176

Alex David Muñoz Vargas
ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TÉCNICO DE LABORATORIO

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176

Walter Machaca Zamat
WALTER MACHACA ZAMAT,
INGENIERO CIVIL CIP Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

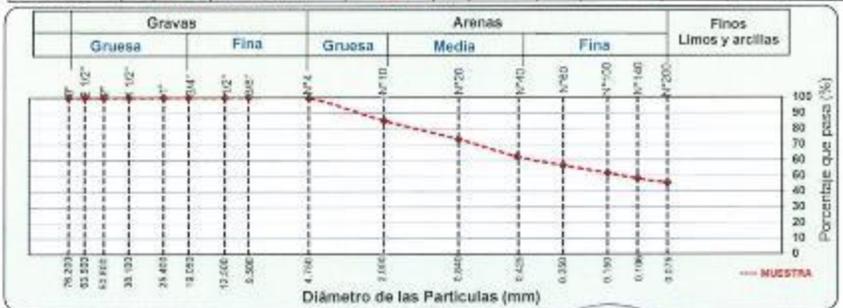


ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	
(MÉTODO DE ENSAYO MTC 1 107, NORMA ASTM D 6913M-17)	
PROYECTO	EFFECTO DE LA ADICION DE CONSOLIDO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO ESPONTO PUNO - 2022
SOLICITANTE	SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA
UBIC. DEL PROY.	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO PUNO
MUESTRA	ARENA LIMO ARCILLOSAS PARA LADRILLOS COMPRIMIDOS
FECHA	15 DE SETIEMBRE DEL 2022
INGENIERO RESPONSABLE	W.M.Z.
TÉCNICO DE LABORATORIO	A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA COORDENADAS UTM	

Método de ensayo utilizado	Tamizado Simple			PERDIDA DE PROCESAMIENTO		
	1ra separación	2da separación	tamizado simple/fraccion	CRITERIO	0.5	0.5
DATOS DE ENSAYO				fase de ensayo	lavado	tamizado
masa total cuarteado	g 952			1ra separación		0.00
tamiz de separación	Nº			2da separación	0.24	0.24
masa total seca, separada -2da cuart.	g 0.0		952.00	Suma Ret. Nº 200		512.0
masa total seca lavada	g 0.00		942.45	Diferencia con masa inicial		440.0
sumatoria de masa retenida	g 0.0		940.20	Dif. entre MS y MLS	9.5	11.8

TAMIZES ASTM	ABERTURA mm	GRANULOSIDAD gruesa (0.75 mm) SEPARACION 0.2 g	FRACCION FINA Y TAMIZADO SIMPL. (300 g)	retenido en tamiz separador (%)	factor de tamizado	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	NO CORRESPONDE ESPECIFICACIONES
3"	76.200	0.0	0.00	--	0.10504	0.00	0.00	100.0	--
2-1/2"	63.500	0.0	0.00	--	0.10504	0.00	0.00	100.0	--
2"	50.800	0.0	0.00	--	0.10504	0.00	0.00	100.0	--
1-1/2"	38.100	0.0	0.00	--	0.10504	0.00	0.00	100.0	--
3/4"	19.050	0.0	0.00	--	0.10504	0.00	0.00	100.0	--
1/2"	12.500	0.0	0.00	--	0.10504	0.00	0.00	100.0	--
3/8"	9.500	0.0	0.00	--	0.10504	0.00	0.00	100.0	--
Nº 4	4.750	0.0	3.00	--	0.10504	0.32	0.32	99.7	--
Nº 10	2.000	0.0	135.00	--	0.10504	14.18	14.50	85.5	--
Nº 20	0.840	0.0	112.00	--	0.10504	11.78	26.28	73.7	--
Nº 40	0.425	0.0	104.00	--	0.10504	10.92	37.18	62.8	--
Nº 60	0.250	0.0	53.00	--	0.10504	5.57	42.75	57.2	--
Nº 100	0.150	0.0	45.00	--	0.10504	4.83	47.58	52.4	--
Nº 140	0.106	0.0	34.00	--	0.10504	3.57	51.18	48.8	--
Nº 200	0.075	0.0	25.00	--	0.10504	2.63	53.78	46.2	--
Fondo	--	0.0	425.20	--	0.10504	46.22	100.00	0.0	--

RESUMEN DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO	RESUMEN DE LÍMITES DE CONSISTENCIA	DIÁMETROS EFECTIVOS Y COEFICIENTES	CLASIFICACION DE SUELOS
% DE GRAVA = 0.32	% LÍMITE LÍQUIDO = 29.32	d ₁₀ = 0.075	SUCS SP-SM
% DE ARENA = 53.47	% LÍMITE PLÁSTICO = 24.29	d ₆₀ = 0.14	AASTHO A-2-4
% DE FINOS = 46.22	% I DE PLASTICIDAD = 5.83	d ₉₀ = 0.3	L GRUPO --



Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MONZ VARGAS
TÉCNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL CIP/Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



LIMITES DE CONSISTENCIA	
(MÉTODO DE ENSAYO MTC E 110-111, NORMA ASTM D4318)	
PROYECTO	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLIDO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2002
SOLICITANTE	SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA
UBIC. DEL PROY.	DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO PUNO
MUESTRA	ARENA LIMO ARCILLOSAS PARA LADRILLOS COMPRIMIDOS
FECHA	15 DE SETIEMBRE DEL 2023
INGENIERO RESPONSABLE	W.M.Z.
TECNICO DE LABORATORIO	A.D.M.V.
N.F. : NO PRESENTA COORDENADAS UTM	

LÍMITE LÍQUIDO				
ENSAYO	Nº	1	2	3
MASA DE CAPSULA	g	7.28	7.84	7.48
MASA DE CAPSULA + SUELO HUMEDO	g	41.74	41.20	45.11
MASA DE CAPSULA + SUELO SECO	g	39.56	37.69	41.11
MASA DE AGUA	g	4.18	3.51	3.98
MASA DE LA CAPSULA	g	26.21	25.54	26.48
MASA DEL SUELO SECO	g	13.35	12.15	14.65
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.51	28.89	27.17
NUMERO DE GOLPES	Nº	31	26	38

LÍMITE PLÁSTICO				
ENSAYO	Nº	1	2	3
MASA DE CAPSULA	g	7.21	7.23	7.50
MASA DE CAPSULA + SUELO HUMEDO	g	28.89	27.00	26.85
MASA DE CAPSULA + SUELO SECO	g	28.5	26.57	26.12
MASA DE AGUA	g	0.39	0.43	0.73
MASA DE LA CAPSULA	g	26.81	24.72	23.02
MASA DEL SUELO SECO	g	1.67	1.85	3.10
LIMITE PLASTICO	%	23.08	23.24	23.55



DATOS Y METODOS DE ENSAYOS	
Método de ensayo utilizado LL	METODO "A" - MULTIPUNTOS
Tamiz de separación E11	MALLA Nº 40
Método de separación de arena LL	TAMIZADO

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
% LIMITE LIQUIDO	28.17
% LIMITE PLASTICO	23.25
% INDICE DE PLASTICIDAD	4.83

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMAT.
INGENIERO CIVIL CIP Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Alex David Muñoz Vargas

ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Walter Machacazama

WALTER MACHACAZAMA
INGENIERO CIVIL CIP: Nº 12614
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
NORMATIVIDAD : INTINTEC 331.018 Y NTP 339.613

PROYECTO		SOLICITANTE		UBICACION		TIPO DE LADRILLO		ESTRUCTURA		FECHA		PERSONAL DE LABORATORIO	
EFECTO DE LA ADICION DE CENIZAS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA ADICION DE CENIZAS COMPRESOS DE BUELDIMIENTO PUNO- 2023		SR. DENNY JORJANOS CHERATA		DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO		SUELO - CEMENTO - CEMENTO		LADRILLO SUELO - CEMENTO - DIMENSIONES DE 24.6X 12.50 X 12.60 CM		24/09/2023			
N°	ESTRUCTURA	MESTRAS COMERCIALES	Marca (kg)	Medida (mm)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)	Superficie (cm²)
1-	COCHIGO A	600	3950	12.47	9.62	24.09/2022	86.14	8.78/12	311.75	28.18	35.56		
2-	COCHIGO A	800	4195	12.45	9.82	24.09/2022	101.75	10.32/11	311.50	33.14			
3-	COCHIGO A	800	4075	12.85	9.72	24.09/2022	93.71	9.35/25	314.75	30.36			
											DESV. ESTANDAR	2.10	
											PROMEDIO f _{bc} - Kg	3.762 CORREGIDA	28.1

OBSERVACIONES: Las muestras (barras comprimidas serie - concreto) han sido preparadas por el laboratorio por el momento a la Tercera EFECTO DE LA ADICION DE CENIZAS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA ADICION DE CENIZAS COMPRESOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2023. Y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.



CONCLUSION

NOTA: Las muestras de ensayo de diferentes formas preparadas por el solicitante.

FORMULA DE CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

$f_{bc} = \frac{P}{A}$

DONDE:
f_{bc}: LECTURA DEL RELÓJ EN SU
PUNO DE UNIDAD A 0.50
A: AREA BRUTA DEL "LADRILLO"

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL CIP Nº 186146
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ALEXANDRO MORA VARGAS
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.



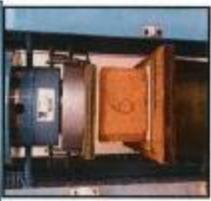
CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
NORMATIVIDAD: INTENEC 331.015 Y NTP 339.613

PROYECTO: EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLIDANTES EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA TRONSON DE LABORES DE LA BARRERA DE SUELO CEMENTO PUNO - 2024		FECHA: 24/09/2022										
SOLICITANTE: SR DENNY JOHNN RAMOS CHIRATA		PERSONAL DE LABORATORIO:										
UBICACION: DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA CHIRATA												
TIPO DE LADRILLO: SUELO - CEMENTO - CONSOLIDADO												
ESTRUCTURA: LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 54.00 X 12.60 X 10.80 CM)												
Nº	ESTRUCTURA	MUESTRAS (CODIFICADO)	Masa (Kg)	Longitud (cm)	Radio (cm)	Altera (cm)	FECHA DE ROTURA	LECTURA DEL RELÓJ EN LAS BIELAS	CARGA BELOJ EN Kg	AREA BRUTA DE LAS BIELAS (cm²)	RESISTENCIA AREA DE PROYECCION DE BIELAS (Kg/cm²)	RESISTENCIA AREA DE PROYECCION DE BIELAS (MPa)
1.-	COFIDECC	M40	3062	23.01	12.64	9.68	24/09/2022	258.58	25,512.20	311.27	78.51	
2.-	COFIDECC	M40	4203	24.99	12.64	9.74	24/09/2022	246.19	24,492.20	315.87	77.54	76.50
3.-	COFIDECC	M40	4150	25.60	12.61	9.77	24/09/2022	254.35	24,101.15	315.25	76.45	
PROMEDIO $P_m = \text{Kg/cm}^2$ CORREGIDA											76.45	
DESV. ESTANDAR											1.51	

CONCLUSION
NOTA: Las muestras de unidades de obra fueron preparadas por el solicitante.

FORMULA DE CALCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
 $A = \pi R^2$ (CM²)

PONDE:
C: LECTURA DEL RELÓJ EN Kg
L: CARGA DE BIELAS EN Kg
AB: AREA BRUTA DE "LABRILLO"



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL, CP. Nº 23146
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO



CONTROL DE LABORATORIO
 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
 NORMATIVIDAD : EINTREC. 331.018 Y NTP 339.613

PROYECTO		FECHA		PERSONAL DEL LABORATORIO							
SOLICITANTE		OPERADOR		RESISTENCIA AREA B. (Kg./Cm ²)							
UBICACION		CARGA		RESIST. PROB. (Kg./Cm ²)							
TIPO DE LADRILLO		LECTURA DEL RELOJ EN KG		RESIST. PROB. (Kg./Cm ²)							
ESTRUCTURA		FECHA DE ROTURA		RESIST. PROB. (Kg./Cm ²)							
N°	ESTRUCTURA	MUESTRAS COMPROBADO	Area (cm ²)	Long (cm)	Expresión	Area (cm ²)	Expresión	Area (cm ²)	Expresión	Area (cm ²)	Expresión
1-	CODIGO H	3601	4203	24.93	12.46	9.74	24.93	12.46	9.74	24.93	12.46
2-	CODIGO H	3602	3907	25.50	12.46	9.53	24.93	12.46	9.53	24.93	12.46
3-	CODIGO H	3603	3992	25.50	12.47	9.53	24.93	12.47	9.53	24.93	12.47

DESV. ESTANDAR
 PROMEDIO P_{0.95} / C_{0.95} CORREGIDA
 2.47
 71.0

CONCLUSION
 OBSERVACIONES : Las muestras (muestras compresivas) se el material que pertenecen a la clase "3" debido a la adición de cenizas en las propiedades mecánicas y su resistencia a la erosión de ladrillos con dimensiones de 25.0 x 12.50 x 12.50 mm.



MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 WALTER MARCHA ZAMAT
 INGENIERO CIVIL, CIP. N° 216148
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
 ALEX DAVID MORA VARGAS
 TECNICO DE LABORATORIO



RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 2044873176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 2044873176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

WALTER MACHACA XAMA
INGENIERO CIVIL N° 0261-
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



**CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE ABSORCIÓN**
NORMATIVIDAD : ITINTEC 331.018 Y NTP 339.613

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLIDANTE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022*
SOLICITANTE : SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO
TIPO DE LADRILLO : SUELO - CEMENTO - CONSOLID
ESTRUCTURA : LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25,00 X 12,50 X 10,00 CM) FECHA : 18/09/2022 OPERADOR : PERSONAL DE LABORATORIO

N°	MUESTRA	MUESTRAS N°	Peso natural (gm)	Peso seco (gm)	Peso Saturado (gm)	Peso del Agua (gm)	Porcentaje de Absorción (%)	Promedio de Absorción (%)
1.-	CODIGO B	M-04	4433.0	4144.0	4795	651.00	15.71	15.77
2.-	CODIGO B	M-05	4349.0	4075.0	4715	640.00	15.71	
3.-	CODIGO B	M-06	4311.0	4097.0	4748	651.00	15.89	

OBSERVACIONES : Las muestras ladrillos comprimidos suelo - cemento han sido proporcionados por el interesado que pertenecen a la Tesis "EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLIDANTE EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022", y la prueba fue realizada en mesonera del solicitante.

OBSERVACIONES:
DONDE: $A = 100 \times (G - G_3) / G_3$

DONDE:
A : es el contenido
G 3 - es la masa del espécimen seco, en gramos.
G 4 - es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría, en gramos.
nota: de acuerdo a norma no deberá exceder del 22% de absorción los ladrillos

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZUMAT
INGENIERO CIVIL CIP: N° 176148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID ALVAREZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE ABSORCION
NORMATIVIDAD : ITINTEC 331.018 Y NTP 339.613

PROYECTO : "EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022"
SOLICITANTE : SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA
UBICACION : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO
TIPO DE LADRILLO : SUELO - CEMENTO - CONSOLID
ESTRUCTURA : LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM) OPERADOR : PERSONAL DE LABORATORIO FECHA : 18/09/2022

N°	MUESTRA	MUESTRAS N°	Peso natural (g/m)	Peso seco (g/m)	Peso Saturado (g/m)	Peso del Agua (g/m)	Porcentaje de Absorción (%)	Promedio de Absorción (%)
1.-	CODIGO C	M-04	4319.0	4144.0	4639	495.00	11.94	12.36
2.-	CODIGO C	M-05	3998.0	3824.0	4291	467.00	12.21	
3.-	CODIGO C	M-06	4310.0	4120.0	4653	533.00	12.94	

OBSERVACIONES : Las muestras (ladrillos comprimidos suavis - conestita) han sido procesados por el interesado que pertenecen a la tesis: "EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022", y la prueba fue realizado en mesesima del solicitante.

OBSERVACION: A = 100 x (G 4 - G 3)/G 3

LR

DONDE:
A : es el contenido
G 3 : es la masa del espécimen seco, en gramos.
G 4 : es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría, en gramos.
Nota: de acuerdo a norma no deberá exceder del 22% de absorción los ladrillos

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATA
INGENIERO CIVIL EP Nº 124148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
ALEX DAVID MENEZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO



CONTROL DE LABORATORIO PRUEBAS DE ABSORCION
NORMATIVIDAD: ITINTEC-331.018 Y NTP 339.613

PROYECTO : EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022*

SOLICITANTE : SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA

UBICACION : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO

TIPO DE LADRILLO : SUELO - CEMENTO - CONSOLID

ESTRUCTURA : LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM.)

FECHA : 18/09/2022

OPERADOR : PERSONAL DE LABORATORIO

N°	MUESTRA	Peso natural (gm)	Peso seco (gm)	Peso saturado (gm)	Porcentaje de Absorción (%)	Promedio de Absorción (%)
1.-	CODIGO H	4112.0	3917.0	4384	11.92	11.56
2.-	CODIGO H	4064.0	3869.0	4312	11.45	
3.-	CODIGO H	3987.0	3784.0	4212	11.31	

DISERVAACIONES: Las muestras ladrillos compresidos suelo - cemento han sido proporcionadas por el interesado que pertenecen a ITI S.A.S. EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022*, y la prueba fue realizado en mesencia del solicitante.

DISERVAACIONES: $A = 100 \times (G - G_3) / G_3$

DONDE:
A : es el contenido
G₃ : es la masa del espécimen seco, en gramos.
G₄ : es la masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría, en gramos.
nota: de acuerdo a norma no deberá exceder del 22% de absorción los ladrillos

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

WALTER MACHACA ZAMATÍ
INGENIERO CIVIL CIP N° 136146
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

ALEX DARIO MANZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO



RESULTADOS DEL ENSAYO DE SUCCIÓN

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Alex David Muñoz Vargas

ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

Walter Machaca Zama

WALTER MACHACA ZAMA
INGENIERO CIVIL CIP. Nº 1261-
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE SUCCION

NORMATIVIDAD: ITINTEC 331.018 Y NTP 339.613

PROYECTO : "EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022".
SOLICITANTE : SR. DENNY JOHN RAMOS CHURATA
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO
TIPO DE LADRILLO : SUELO - CEMENTO
ESTRUCTURA : LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25,00 X 12,50 X 10,00 CM)
FECHA : 24/09/2022
OPERADOR : PERSONAL DE LABORATORIO

N°	MUESTRA	MUESTRAS N°	Peso seco (gm)	Peso Saturado (gm.)	Peso del Agua (gm)	Area de asiento	Succion	Promedio de Succion
1-	CODIGO A	M-07	4122.0	4441.0	319.0	311.24	204.99	168.34
2-	CODIGO A	M-08	4317.0	4552.0	235.0	316.26	148.61	
3-	CODIGO A	M-09	4212.0	4451.0	239.0	315.65	151.43	

OBSERVACIONES : Las muestras (ladrillos compresidos suelo - cemento) han sido proporcionados por el interesado que pertenecen a la Tesis: "EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022", y la prueba fue realizado en presencia del solicitante.

OBSERVACION:

formula de succion

$$\text{Succion} \left(\frac{\text{gf}}{\text{cm}^2 - \text{min}} \right) = \frac{200(P2 - P1)}{\text{Area de asiento}}$$



FIGURA

NOTAS:

- A : area de asiento
- P1 : es la masa del espécimen seco, en gramos
- P2 : es la masa del espécimen saturado luego de 10minuti de inmersión en agua de 3 mm., en gramos.

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL, CIP. Nº 126146
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE SUCCION

NORMATIVIDAD : ITIN E.I.C. 331.018 Y NTP 339.613

PROYECTO : "EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022"

SOLICITANTE : SR. DENNY JOHN RAMOS CIURATA

UBICACION : DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO

TIPO DE LADRILLO : SUELO + CEMENTO

ESTRUCTURA : LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM)

FECHA : 24/09/2022

OPERADOR : PERSONAL DE LABORATORIO

N°	MUESTRA	MUESTRAS N°	Peso seco (gm)	Peso Saturado (gm)	Peso del Agua (gm)	Area de asiento	Succion	Premedio de Succion
1.-	CODIGO C	M-07	4179.0	4594.0	415.0	313.75	264.54	
2.-	CODIGO C	M-08	4067.0	4468.0	401.0	311.24	257.68	262.68
3.-	CODIGO C	M-09	4065.0	4482.0	417.0	313.75	265.82	

OBSERVACIONES : Las muestras (ladrillos comprimidos suelo - cemento) han sido proporcionados por el interesado que pertenecen a la "tesis: "EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LADRILLOS COMPRESIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2022", y la prueba fue realizado en presencia del solicitante.



FIGURA

formula de succion

$$\text{Succion} \left(\frac{\text{gf}}{\text{cm}^2 - \text{min}} \right) = \frac{200(P2 - P1)}{\text{Area de asiento}}$$

DONDE:
A : area de asiento
P1 : es la masa del espécimen seco, en gramos.
P2 : es la masa del espécimen saturado luego de 1 minuto de inmersión en agua de 3 mm., en gramos.

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176

WALTER MACHUCA ZAMA
INGENIERO CIVIL CIP: N° 12614
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

MEGALABORATORIO DEL SUR S.R.L.
RUC: 20448773176

ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO



RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MUÑOZ MARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

WALTER MACHACA ZAMA
INGENIERO CIVIL CIP N° 12611
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE ALISEO
NORMATIVIDAD: HINTEC. 31118 Y NTP 310613

PROYECTO	OBJETO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRESOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2017		
SOLICITANTE	SR. DENNY JHON RAMOS OLIVERA		
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO		
TIPO DE LADRILLO	SUELO - CEMENTO	FECHA	23/08/2022
ESTRUCTURA	LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM)	OPERADOR	PERSONAL DE LABORATORIO

N°	PRUEBA	PRUEBA	CASA AZULEA		CASA AZUL		LABORATORIAL DISTRIBUIDOS		LABORATORIAL DISTRIBUIDOS	
			ENSAYO (MM)	CONSTATADO (MM)	ENSAYO (MM)	CONSTATADO (MM)	ENSAYO (MM)	CONSTATADO (MM)	ENSAYO (MM)	CONSTATADO (MM)
1-	BLOQUE A	M-01	0.25	0.00	0.99	0.00	0.00	0.25	0.73	0.00
2-	BLOQUE A	M-02	0.00	0.23	1.02	0.00	0.73	0.00	0.86	0.00
3-	BLOQUE A	M-03	0.00	0.28	0.00	0.48	0.35	0.00	0.28	0.00

PROMEDIO	0.083	0.177	0.650	0.160	0.560	0.083	0.625	0.000
promedio de aliseo del LADRILLO SUELO - CEMENTO (TIPO DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM)								

PROMEDIO CASA AZULEA (MM)	==	0.263	0% de acuerdo a los datos obtenidos el mismo alícuota toda en 1.13% mm.
PROMEDIO CASA AZUL (MM)	==	0.133	
PROM LABORATORIAL DISTRIBUIDOS (MM)	==	0.443	
PROM LABORATORIAL DISTRIBUIDOS (MM)	==	0.625	
TOTAL mm.		2.197	
PROBLEMA ALISEO EN mm.		0.83	

OBSERVACIONES: Los resultados obtenidos corresponden solo a control de calidad de las propiedades mecánicas y su resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de suelo cemento PUNO - 2017, a la prueba fue realizada en presencia del solicitante.

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL CIP. N° 12614.
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE ALABEO
NORMATIVIDAD: ITENTEC 31.018 Y NTP 319.013

PROYECTO:	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LAZARILLOS COMPRESOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2027		
SOLICITANTE:	SR. DIGNO JOSE RAMOS CARRERA		
UBICACIÓN:	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO		
TIPO DE LAZARILLO:	SUELO - CEMENTO	FECHA:	20/02/2022
ESTRUCTURA:	LAZARILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM)	OPERADOR:	PERSONAL DE LABORATORIO

Nº	SOLICITANTE	MUESTRA	LARGO (mm)		ANCHO (mm)		ALTO TOTAL (mm)		ALTO RESAL (mm)	
			CONCRETO	SUELO	CONCRETO	SUELO	CONCRETO	SUELO	CONCRETO	SUELO
1.-	BLOQUE B	M-01	0.32	0.00	0.78	0.00	0.00	0.25	0.75	0.00
2.-	BLOQUE B	M-02	0.24	0.00	0.95	0.00	0.71	0.00	0.86	0.00
3.-	BLOQUE B	M-03	0.09	0.39	0.45	0.00	0.35	0.00	0.28	0.00

PROMEDIO:	0.187	0.097	0.727	0.000	0.360	0.000	0.623	0.000
promedio de alabeo del LAZARILLO SUELO - CEMENTO (TIPO DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM)								

PROMEDIO CADA ANGLEA (mm)	==	0.280	Obs: de acuerdo a los datos obtenidos el promedio alabeo es de 0.727 mm.
PROMEDIO CADA ANCHO (mm)	==	0.727	
PROM CADA TIPO DE PROYECTOS (mm)	==	0.443	
PROM CADA TIPO DE LAZARILLO (mm)	==	0.635	
TOTAL mm.		2.077	
PROVEDIO ALABEO EN mm.		0.52	

PRESCRIPCIONES: Las pruebas de alabeo se realizaron de acuerdo a la norma ITENTEC 31.018 y NTP 319.013, en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de MegaLaboratorio del Sur S.R.L., en Puno, Perú, el día 20 de febrero del 2022, para determinar el efecto de la adición de consolid en las propiedades mecánicas y su resistencia a la erosión de los lazarillos compuestos de suelo cemento Puno - 2027, y la prueba fue realizada en presencia del solicitante.

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 2044873176
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 2044873176
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL, CIP. Nº 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE ALABEO
NORMATIVIDAD : INTEC 31.014 Y NTP 319.012

PROYECTO	EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA FROSION DE LADRILLOS COMPACTADOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2021		
SOLICITANTE	SR. DENIS JOHN KAMUS CHUKATA		
UBICACION	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DEPTO PUNO		
TIPO DE LADRILLO	SUELO - CEMENTO	FECHA	28/02/23
ESTRUCTURA	LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM)	OPERADOR	PERSONAL DE LABORATORIO

N°	SERIE/ID	MUESTRA	CASA ADIADA		CASA ALABO		LONGITUDINAL DIRECCION X		LONGITUDINAL DIRECCION Y	
			COMPRESION (MPa)	DEFORMACION (mm)	COMPRESION (MPa)	DEFORMACION (mm)	COMPRESION (MPa)	DEFORMACION (mm)	COMPRESION (MPa)	DEFORMACION (mm)
1-	BLOQUE C	M-01	0.25	0.00	0.87	0.00	0.00	0.65	0.75	0.00
2-	BLOQUE C	M-02	0.36	0.00	0.95	0.00	0.00	0.65	0.60	0.24
3-	BLOQUE C	M-03	0.65	0.00	0.45	0.00	0.00	0.35	0.00	0.38

PROMEDIO	0.420	0.000	0.757	0.000	0.000	0.483	0.258	0.207
promedio de alabeo del LADRILLO SUELO - CEMENTO (TIPO DE 25.00 X 12.50 X 10.00 CM)								

PROMEDIO CARA ADIADA MPa	==	0.418	vta. de acuerdo a los datos obtenidos el maximo alabeo es de 0.757 mm.
PROMEDIO CARA ADIADA mm	==	0.753	
PROM. LONGITUDINAL DIRECCION X mm	==	0.483	
PROM. LONGITUDINAL DIRECCION Y mm	==	0.427	
TOTAL mm.		2.117	
PROMEDIO ALABEO EN mm.		0.53	

OBSERVACIONES: La resistencia de los ladrillos compactados de suelo cemento fue de 0.418 MPa, por lo tanto se recomienda a la Tercera EFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA FROSION DE LADRILLOS COMPACTADOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2021, a la luz de los resultados obtenidos en el laboratorio.

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUÑOZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMAT.
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 126146
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



RESULTADOS DEL ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

ALEX DAVID MURILLO VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.

WALTER MACHACAZAMA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 12614.
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PROCEDER DE DIMENSIONAMIENTO
NORMATIVIDAD: UNITEC 251.018 Y N17.250.613

PROYECTO	EFFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROBABACIONES MEX ANICAS Y SU RESISTENCIA A LA DROSION DE LABDELLOS COMPRESIOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2021		
SOLICITANTE	SR. HENRY JOHN SANCOS CHUATA		
UBICACION	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO		
TIPO DE LABRILLO	SUELO - CEMENTO	FECHA	20/05/2022
ESTRUCTURA	LABRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 25.00 X 0.00) CT OPERADOR	PERSONAL DE LABORATORIO	

$%V.D. = ((DN-DA)/DA)*100$

DA =	ANCHO (CM)	LONGITUD (CM)	ALTURA (CM)
	12.5	25.0	10.0

N°	NOMBRE	VALORES	ANCHO (CM)				LONGITUD (CM)				ALTURA (CM)			
			DA1	DA2	DA3	DA4	DL1	DL2	DL3	DL4	DA1	DA2	DA3	DA4
1.	BLOQUE A	M-01	12.44	12.51	12.45	12.47	25.00	25.01	25.00	25.00	9.91	9.94	9.96	9.87
PROMEDIO			12.47				25.00				9.87			
DIMENSION NORMAL			12.50				25.00				10.00			
% DE VARIACION DIMENSIONAL			0.25				0.00				0.21			

NOTA:
DA = DIMENSION DEL ANCHO (CM) DL = DIMENSION DEL LONGITUD (CM) DA = DIMENSION DEL ANCHO (CM)
DA = DIMENSION FROM DEL ANCHO (CM) DL = DIMENSION FROM DEL LONGITUD (CM) DA = DIMENSION FROM DEL ANCHO (CM)
DN = DIMENSIONES NOMINALES
DP = DIMENSIONES PROMEDIO

INDICACIONES: Las mediciones se realizaron en estado de humedad natural y se prepararon en el laboratorio que pertenece a la Torre "EFFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROBABACIONES MEX ANICAS Y SU RESISTENCIA A LA DROSION DE LABDELLOS COMPRESIOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2021" y se procedió a realizar el presente informe de laboratorio.

ALEX DAVID MUJIZ VARGAS
 TECNICO DE LABORATORIO

WALTER MACHACA ZAMAT
 INGENIERO CIVIL CIP. N° 126140
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE DIMENSIONAMIENTO
NORMATIVIDAD: INTEC 317003 Y NTP 254.015

PROYECTO	EFFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA EROSION DE LAZARILLOS COMPRESOS DE SUELO CEMENTO PUNO - 3027	
SOLICITANTE	SR. DENNY JOHNSON RAMOS CURATA	
EDIFICACIÓN	DISTRITO DE PUNO, PROVINCIA PUNO, DFTO PUNO	
TIPO DE LABOREO	SUELO - CEMENTO	FECHA
ESTRUCTURA	LADRILLO SUELO - CEMENTO (DIMENSIONES DE 23.00 X 12.50 X 10.00) OPERADOR	PERSONAL DE LABORATORIO

$$\%V.D. = ((DN-DP)/DN)*100$$

DN =	ANCHO (CM)	LONGITUD (CM)	ALTURA (CM)
	12.5	25.0	10.0

ID	MUESTRA	SERIE	ANCHO (CM)			LONGITUD (CM)			ALTURA (CM)					
			DEA	DPA	DPA1	DPL	DPL1	DPL2	DPA2	DPA3	DPA4			
2-	BLOQUEO	M40	11.41	12.51	11.45	10.47	24.20	25.02	25.00	25.03	9.96	10.08	8.51	8.85
PROMEDIO						12.47				25.07				
DIMENSIONES NORMAL						12.50				25.00				
% DE VARIACION DIMENSIONAL						0.21				-0.24				

NOTA:
DA = DIMENSION DEL ANCHO (CM) DL = DIMENSION DEL LONGITUD (CM) DE = DIMENSION DEL ANCHO (CM)
DEA = DIMENSION PROM. DEL ANCHO (CM) DPL = DIMENSION PROM. DEL LONGITUD (CM) DPA = DIMENSION PROM. DEL ANCHO (CM)

DN = DIMENSIONES NORMAL
DP = DIMENSIONES PROSODIO

OBSERVACIONES: Las pruebas hechas con bloques de suelo - cemento son solo guías para el tamaño que se usará en la obra. El efecto de la adición de consolid en las propiedades mecánicas y su resistencia a la erosión de los ladrillos comprimidos de suelo cemento PUNO - 3027, y se podrá hacer mediante ensayos de laboratorio.

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 2044873176
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 2044873176
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL, CP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE DIMENSIONAMIENTO
NORMATIVIDAD: ETNTEC 251.018 Y NTP 259.012

PROYECTO	EFFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA FROSDON DE LABRILLOS COMPROMISOS DE SUELO CEMENTO PUÑO - 2021		
SOLICITANTE	DR. BENNY JOHNSON RAMOS OSUNA		
UBICACIÓN	DISTRITO DE PUÑO, PROVINCIA PUÑO, DPTO PUÑO		
TIPO DE LABRILLO	SUELO - CEMENTO	FECHA	JAN/2021
ESTRUCTURA	LABRILLO SUELO - CEMENTO DIMENSIONES DE 25.08 X 25.58 X 24.98 CM OPERADOR	LABORANTE	PERSONAL DE LABORATORIO

$%V.D. = ((DN-DP)/DN) * 100$

DN =	ANCHO (CM)	LONGITUD (CM)	ALTURA (CM)
	12.5	25.8	24.98

OP	LABRILLO	LABRILLO	ANCHO (CM)			LONGITUD (CM)			ALTURA (CM)					
OP	ANCHO (CM)	LONGITUD (CM)	DA (CM)	DA (CM)	DA (CM)	DL (CM)	DL (CM)	DL (CM)	DH (CM)	DH (CM)	DH (CM)			
J-1	BLOQUE C	M-03	12.48	12.23	12.43	24.88	25.25	24.55	24.83	23.06	9.85	8.88	9.63	9.81
PROMEDIO			12.48			25.06			9.82					
DIMENSION NORMAL			12.50			25.90			10.00					
% DE VARIACION DIMENSIONAL			0.11			4.23			1.17					

NOTA:
DA = DIMENSION DEL ANCHO (CM) DL = DIMENSION DEL LONGITUD (CM) DH = DIMENSION DEL ANCHO (CM)
DA = DIMENSION PROM DEL ANCHO (CM) DL = DIMENSION PROM DEL LONGITUD (CM) DH = DIMENSION PROM DEL ANCHO (CM)

DN = DIMENSIONES NORMAL
DP = DIMENSIONES PROMEDIO

CONSERVACIONES: Las muestras (labrillos compromisados) conservados para el análisis posterior por el laboratorio que pertenecen a la Tarea "EFFECTO DE LA ADICION DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA A LA FROSDON DE LABRILLOS COMPROMISOS DE SUELO CEMENTO PUÑO - 2021", se lo practico en la oficina de procesos del laboratorio.

ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL CIP N° 12614-
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO POR UNIDAD DE ÁREA

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

MegaLaboratorio del Sur S.R.L.
MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMA
INGENIERO CIVIL CIP. Nº 1261-
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE PISO POR UNIDAD DE ÁREA
NORMATIVIDAD: INTETEC 30018 Y NFP 35045

PROYECTO	PROYECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLIDACIÓN LAS PROPIEDADES MECANICAS Y SU RESISTENCIA		
SOLICITANTE	A LA DIRECCION DEL ADELANTO COMPARTIDA DE SUELO-CEMENTO PUNO - AZU		
UBICACIÓN	CARRILLO DE PUNO, PROVINCIA PUNO (CANTON)		
TIPO DE LABORATORIO	CEMENTO	FECHA	20/03/2022
IDENTIFICACIÓN	LAMBILLO SUELO-CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 25.00 X 30.00 CM)	OPERADOR	WALTER MACHACA ZAMAT

DIN	ANCHO (CM)	LONGITUD (CM)	ALTURA (CM)
	12.5	25.0	30.0

N°	TIPO DE SUELO	GRANULOMETRÍA	LONGITUD (CM)	ALTURA (CM)	PROB kg	AREA D1	AREA D2	AREA	PRUEBA POR UNIDAD DE AREA		
	ESTADO	DESCRIPCION	DI (CM)	AL (CM)	kg	AREA D1 (CM²)	AREA D2 (CM²)	AREA (CM²)	kg/cm²		
1.	BLOQUE A	M-07	25.12	25.12	9.98	9.88	1.992	0.0341	0.0345	0.0342	165.105

NOTA:
D1=DIMENSION DEL LADO D1 (CM)
D2=DIMENSION DEL ALTO (CM)

CONSERVACIONES: En el momento de la realización de esta prueba se ha observado que, posterior a la Trazabilidad de la Adición de Cemento de las Propiedades Mecánicas y Resistencia a la Tracción de los Muestras Controladas de SUELO-CEMENTO 2022, a la prueba se ha observado que, posterior a la prueba de

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MUNIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE PESO POR UNIDAD DE ÁREA
NORMATIVIDAD: ITINTEC 300.03 Y NTP 390.01

PROYECTO	ANÁLISIS DE LA ACCIÓN DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SU RESISTENCIA	FECHA	20/06/23
SOLICITANTE	A LA EMPRESA DE ASESORÍA Y OBRAS DE SUELO CEMENTO PUNO - 2021	OPERADOR	PERSONAL DE LABORATORIO
UBICACIÓN	SE. DISTR. J. SAN RAMÓN. C. R. J.		
TIPO DE LABORIO	0 - BLO. CEMENTO		
ESPECIFICACIÓN	LADRILLO BLO. CEMENTO (DIMENSIONES DE 25.00 X 12.50 X 18.00 CM)		

DN =	ANCHO (CM)	LONGITUD (CM)	ALTEZA (CM)
	12.5	25.0	18.0

N°	ESPECIFICACIÓN	ESPESOR (CM)	LONGITUD (CM)	ALTEZA (CM)	PESO (kg)	AREA (M ²)	AREA (M ²)	AREA (M ²)	PESO POR UNIDAD DE AREA (kg/m ²)	
8.	BLOQUE B	M-02	24.97	25.10	8.78	0.77	0.77	0.0345	0.0344	158.900

NOTA:
DL = DIMENSION DEL LADRILLO (CM)
DU = DIMENSION DEL ALTO (CM)

Observación: Las áreas de las superficies de contacto con el suelo se calcularon por el promedio de las áreas de las superficies de contacto con el suelo (DL x DU) y se usó el promedio de las áreas de las superficies de contacto con el suelo.

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
ALEX DAVID MORA VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
WALTER MACHACA ZAMAT
INGENIERO CIVIL CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



CONTROL DE LABORATORIO
PRUEBAS DE PISO POR UNIDAD DE AREA
NORMATIVIDAD: ITENTEC 50613 Y NTP 256.015

PROYECTO:	TRUCCO DE LA ALICATA DE CORREDORES LAS BARRAS EN MINICASA Y SU RESISTENCIA A LA EXPOSICION AL AIRE LIBRE COMPROMETIDO (REMODELACION PUNO - 2021)		
SOLICITANTE:	EE DAVY SIDA BARRIO CERRATA		
UBICACION:	DISTRITO DE F. BA, PROVINCIA PUNO, DPTO PUNO		
TIPO DE LADRILLO:	F. BLO - CEMENTO	FECHA:	20/10/22
ESTRUCTURA:	LADRILLO SQUEL - CEMENTO (DIMENSIONES DE 200 X 100 X 100 CM)	OPERADOR:	PERSONAL DE LABORATORIO

DN -	ANCHO (CM)	LONGITUD (CM)	ALTURA (CM)
	12,5	25,0	10,0

N°	ESTADO	EXACTO	LONGITUD (CM)	ALTURA (CM)	PESO (kg)	AREA ES	AREA EE	AREA	PESO POR UNIDAD DE AREA	
	EXACTO	EXACTO	DE 100 A 110 (CM)	kg/m²						
8 -	BLOQUE C	M-05	25,35	25,03	9,65	9,31	2,582	0,0242	0,0242	161,438

NOTA:
DIMENSIONES DEL LADRILLO (CM)
(DE 100 A 110 CM)

RECOMENDACIONES: Las pruebas de resistencia se realizaron de acuerdo a las normas técnicas para el laboratorio que pertenecen a la Norma Técnica de la Asociación de Ingenieros de las Profesiones Mecánica y Estructural a la Exponer de Ladrillo (NTP 256.015) y (NTP 256.015) y de prueba de ensayo de piso de aligerado.

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
ALEX DAVID NUÑEZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
WALTER MACHACA ZAMATZ
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 126148
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



RESULTADOS DEL ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CORTE DIAGONAL EN MURETES

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
[Signature]
ALEX DAVID MUMIZ VARGAS
TECNICO DE LABORATORIO

Mega Laboratorio del Sur S.R.L.
RUC: 20448773176
MEGA LABORATORIO DEL SUR S.R.L.
[Signature]
WALTER MACHACAZAMA
INGENIERO CIVIL CIP: Nº 12614
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Anexo 4: Propuesta y diseño del muro portante con ladrillos ecológicos suelo cemento - Consolid

I. Descripción del proyecto

1.1. Características generales

Ubicación del proyecto

Departamento : Puno

Provincia : Puno

Distrito : Puno

Suelo cimentación

Arena gravosa con contenido de limo y arcilla

1.2. Características arquitectónicas

Número de pisos : 4

Área bruta : 180m²

Área libre : 30% del área bruta = 54m²

Área construida : 126m²

Altura de entrepisos : 2.40m

Uso : Vivienda multifamiliar, 2 departamentos (63m² c/u)
por piso.

1.3. Características estructurales

Tipo de estructura : Albañilería confinada

Sistema de techado : Losa sólida

Escalera : 2 tramos por cada nivel

Peralte de vigas soleras : 12 cm

Peralte de vigas dinteles : 30 cm

1.4. Distribución arquitectónica y estructuración

La estructura de la edificación comprende de cimentación o subestructura, muros de albañilería y losas o techos de concreto armado.

Los muros están distribuidos en las 2 direcciones ortogonales principales de la edificación y unidos por los entrepisos y el techo de concreto armado. En este sistema estructural las cargas de gravedad son resistidas por los muros portantes que además de su peso propio soportan el peso de las losas de techo. Igualmente, las fuerzas horizontales que se generan por sismo son resistidos por estos muros.

1.5. Materiales de construcción

Para el caso se utilizarán ladrillos ecológicos suelo cemento – consolid tipo I (Resistencia promedio $f_b = 76.5 \text{ kg/cm}^2$) y el mortero empleado tendrá la proporción de 1:4, la resistencia a compresión de las pilas de muro es de $f'_m = 4.88 \text{ kg/cm}^2$, el concreto a utilizar tendrá una resistencia mínima de $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm^2) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
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)

Tabla 23 Resultados del ensayo de compresión diagonal del murete

Muestra	Código	Fecha de ensayo	Alto	Largo	Dimensión diagonal (l=cm)	Espesor de muro (t=cm)	Carga (kg)	Resistencia unit. Corte $v'm$ (kg-f/cm^2)	Tipo de falla
1	B	20/10/2023	64,52	62,90	90,11	12,50	5.136,09	4,560	
2	C	20/10/2023	64,50	63,60	90,58	12,50	5.933,16	5,240	General
3	H	20/10/2023	65,12	64,12	91,39	12,50	5.517,62	4,830	

IV. Cálculo de la densidad mínima de muros

De acuerdo a la Norma E-070 de albañilería la densidad mínima de muros portantes a reforzar en cada dirección del edificio se obtendrá mediante la siguiente expresión:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área en planta típica}} = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Donde "Z", "U", y "S" corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo, respectivamente, especificados en la NTE E- 030 Diseño Sismorresistente;

"L" es la longitud total de muros (incluyendo columnas, si existiesen), y "t" es el espesor del muro.

A_p = área en planta del edificio = 126m².

4.1. Datos del proyecto en análisis

Z= 0.35 (El edificio se encuentra en la ciudad de Puno zona 3 Norma E-030) U= 1.0 (Según categoría de las edificaciones y factor U, la edificación es de la categoría C, Edificio de uso destinado a vivienda Norma E-030)

S= 1.15 (Suelo de calidad intermedia Norma E-030)

N= 4 (Número de pisos del edificio Norma E-030)

$$DENSIDAD DE MUROS \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

Reemplazando

$$DENSIDAD DE MUROS \geq \frac{0.35 \times 1.0 \times 1.15 \times 4}{56}$$

$$DENSIDAD DE MUROS \geq 0.0288$$

CUADROS DE LONGITUDES DE MUROS

➤ **Dirección X**

MURO	Lxx(m)
X1	3.65
X2	2.25
X3	3.25
X4	1.45
X5	1.55
X6	1.65
X7	1.15
X8	1.15
X9	1.35
X10	3.6
X11	2.6
∑ 1/2Edificio	23.65
E Edificio	47.3

$$densidad = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

$$\frac{47.3 * 0.125}{126} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

➤ **Dirección Y**

MURO	Lyy(m)
Y1	3.85
Y2	3.3
Y3	2.3
Y4	2.3
Y5	1.65
Y6	2.65
Y7	1.6
∑ 1/2Edificio	17.65
E Edificio	35.3

$$densidad = \frac{\sum L \cdot t}{A_p} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

$$\frac{35.3 * 0.125}{126} \geq \frac{Z \cdot U \cdot S \cdot N}{56}$$

V. **Metrado de cargas**

Para el proceso de metrado de cargas, se utilizaron los siguientes pesos unitarios dados por la Norma E-020 Norma de Cargas:

Pesos Volumétricos

Peso volumétrico del concreto armado: 2.4 ton/m³

Peso volumétrico de la albañilería: 1.8ton/m³

Peso volumétrico del tarrajeo: 2.0ton/m³

Techos

Peso propio de la losa de techo: $2.4 \times 0.12 = 0.288$ ton/m²

Sobrecarga (incluso en escalera): 0.2 ton/m², excepto en azotea: 0.1 ton/m²

Acabados: 0.1 ton/m²

Muros

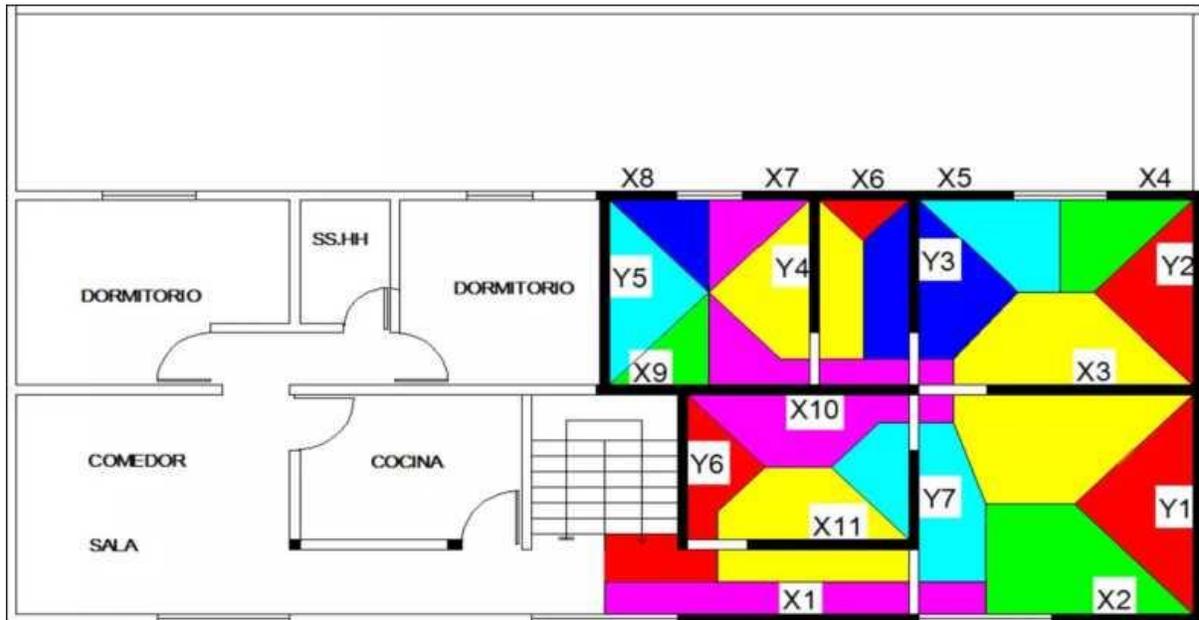
Peso de los muros de albañilería con 1 cm de tarrajeo: $1.8 \times 0.13 + 2.0 \times 0.02 = 0.274$ ton/m²

Peso de los muros de concreto con 1 cm de tarrajeo: $2.4 \times 0.13 + 2.0 \times 0.02 = 0.352$ ton/m²

Ventanas: 0.02 ton/m²

El metrado se realiza individualmente para cada muro por los que es necesario tener las áreas de influencia para cada muro de parte del techo:

CÁLCULO DE ÁREAS TRIBUTARIAS



ESQUEMA DE ÁREAS DE INFLUENCIA

Con ayuda de software calculamos las respectivas áreas teniendo en cuenta la anterior figura, se tienen los siguientes datos:

➤ MUROS EN LA DIRECCIÓN X

MURO	ÁREA DE INFLUENCIA
X1	2.94
X2	3.96
X3	8.28
X4	1.87
X5	2.05
X6	0.46
X7	1.13
X8	1.13
X9	1.13
X10	4.87
X11	3.94

➤ **MUROS EN LA DIRECCIÓN Y**

MURO	ÁREA DE INFLUENCIA
Y1	3.15
Y2	2.25
Y3	1.51
Y4	3.67
Y5	2.25
Y6	2.65
Y7	3.53

CÁLCULO DE LA CARGA PROVENIENTE DE LA LOSA DEL TECHO

Considerando un 25% de sobrecarga es decir 0.05tn/m^2 y 0.1tn/m^2 de acabados tenemos la siguiente carga proveniente de la losa de techo.

$$W = (0.12\text{m})(2.4\text{tn/m}^3) + 0.1\text{tn/m}^2 + 0.05\text{tn/m}^2$$

$$W = 0.438 \text{ tn/m}^2$$

Con las áreas tributarias halladas y con la carga de la losa de techo tenemos las siguientes cargas sobre cada muro en las dos direcciones:

CÁLCULO DE LA CARGA SOBRE CADA MURO DEBIDO A LA LOSA DE TECHO

MURO	ÁREA	PESO(KG)	PESO(Tn)
X1	2.94	1287.72	1.288
X2	3.96	1734.48	1.734
X3	8.28	3626.64	3.627
X4	1.87	819.06	0.819
X5	2.05	897.9	0.898
X6	0.46	201.48	0.201
X7	1.13	494.94	0.495
X8	1.13	494.94	0.495

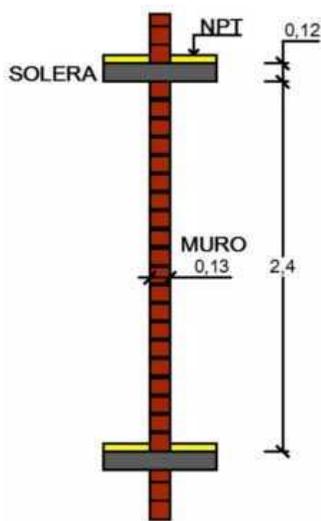
X9	1.13	494.94	0.495
X10	4.87	2133.06	2.133
X11	3.94	1725.72	1.726

MURO	ÁREA	PESO(KG)	PESO(Tn)
Y1	3.15	1379.70	1.380
Y2	2.25	985.50	0.986
Y3	1.51	661.38	0.661
Y4	3.67	1607.46	1.607
Y5	2.25	985.50	0.986
Y6	2.65	1160.70	1.161
Y7	3.53	1546.14	1.546

CÁLCULO DE CARGAS DIRECTAS

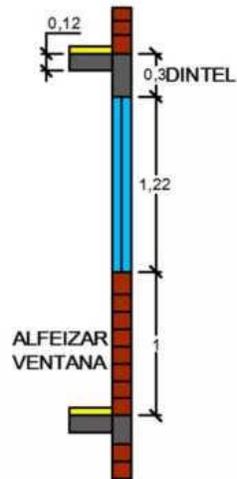
A los pesos calculados anteriormente se deberá aumentar el peso proveniente del peso propio de los muros, peso del alféizar, peso de los dinteles en puertas y ventanas, etc.

➤ *MUROS CONFINADOS (CORTE A-A)*



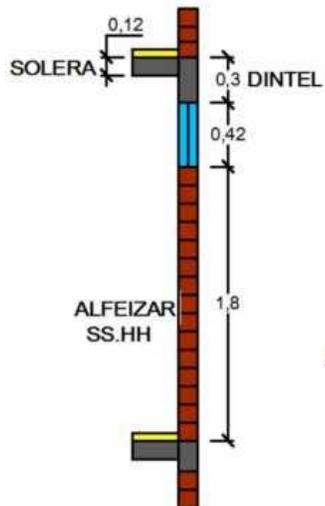
$$\text{Piso típico } w = 2.4 \times 0.274 + 0.13 \times 0.12 \times 2.4 = 0.70 \text{ ton/m}$$

- ZONA ALFEIZAR $H=1m$ (VENTANAS CORTE B-B)



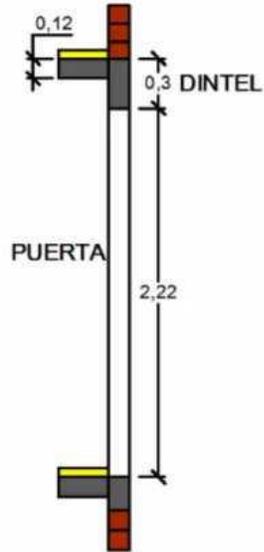
Piso típico $w = 1.0 \times 0.274 + 1.22 \times 0.02 + 0.09 = 0.39 \text{ ton/m}$

- ZONA ALFEIZAR $H=1.8m$ (SS.HH CORTE C-C)



Piso típico $w = 1.8 \times 0.274 + 0.42 \times 0.02 + 0.09 = 0.59 \text{ ton/m}$

- ZONA DE PUERTAS (CORTE D - D)



Piso típico: $0.13 \times 0.3 \times 2.4 = 0.09 \text{ ton/m}$

CARGAS VERTICALES DEBIDO A LA LOSA DE TECHO CON 25% DE SOBRECARGA Y CARGAS DIRECTAS

MURO	L	Yi	CARGA TÍPICA	PISOPESO ACUMULADO EL 1° PISO	TOTALESFUERZO EN EL 1° PISO EN (kg/cm ²)
XI	3.65	0	4.662	18.648	3.9300
X2	2.25	0	3.699	14.796	5.0585
X3	3.25	3.7	5.9479	23.792	5.6311
X4	1.45	6.85	2.107	8.428	4.4711
X5	1.55	6.85	2.7457	10.983	5.4505
X6	1.65	6.85	1.1745	4.698	2.1902
X7	1.15	6.85	1.495	5.980	4.0000
X8	1.15	6.85	1.495	5.980	4.0000
X9	1.35	3.7	1.44	5.760	3.2821
X10	3.6	3.7	4.6989	18.796	4.0162
XII	2.6	1.2	3.5865	14.346	4.2444

MURO	L	Y _i	CARGA TÍPICA	PISO PESO ACUMULADO EN EL PISO 1° PISO	TOTAL ESFUERZO EN EL 1°
Y1	3.85	1.85	4.075	16.3	3.2567
Y2	3.3	5.35	2.561	10.244	2.3879
Y3	2.3	5.35	2.3097	9.2388	3.0899
Y4	2.3	5.78	3.2557	13.0228	4.3555
Y5	1.65	5.35	2.141	8.564	3.9925
Y6	2.65	2.45	3.016	12.064	3.5019
Y7	1.6	1.93	2.7065	10.826	5.2048

OBSERVACIÓN: Analizando los cuadros anteriores se observa que el muro más esforzado debido a la carga de gravedad es el muro X3 (esfuerzo igual a 5.6311kg/cm²), luego al peso de este muro se le agregará el 75% restante de la sobrecarga, entonces la carga axial resultante será mayor con lo cual se obtiene el esfuerzo axial máximo. Así se tiene:

Carga proveniente de la losa de techo con 100% de sobre carga:

$$\underline{W} = (0.12\text{m}) * (2.4\text{tn/m}^3) + 0.1\text{tn/m}^2 + \underline{\underline{0.2 \text{ tn/m}^2}}$$

$$W = 0.588 \text{ tn/m}^2 \underline{\underline{\text{tn/m}^2}}$$

Carga sobre el muro X3:

$$W = \frac{0.588 \text{ tn}}{\text{m}^2} * (8.28\text{m}^2)$$

$$\underline{\underline{W = 4.8686 \text{ tn}}}$$

Cargas directas sobre X3:

$$\underline{W = 2.3209 \text{ tn}}$$

Peso en piso típico:

$$P_{\text{típico}} = 7.189 \text{ tn}$$

Peso acumulado en el 1º piso:

$$P_{\text{típico}} = 7.189 * 4 = 28.756 \text{ tn}$$

Cálculo de esfuerzo axial máximo:

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{28756}{13 * 325} = \frac{6.8 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

Además, según la Norma E-70, señala que el esfuerzo axial máximo será menor que:

$$\underline{\sigma = 0.15 \underline{f'm} = 0.15(76.5) = \underline{11.48 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$$

$$\sigma_m \leq 0,2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35t} \right)^2 \right]$$

$$\sigma_m \leq 0,15 f'_m$$

Como: 6.8kg/cm2 < 11.48 kg/cm2

Es suficiente emplear un aparejo en sogas en los muros.

VI. Medrado de cargas

Las coordenadas del centro de gravedad son las siguientes:

$$X_{CG} = \frac{\sum Wxi * Xi + \sum Wyi * Xi}{\sum Wxi + \sum Wyi}$$

$$Y_{CG} = \frac{\sum Wxi * Yi + \sum Wyi * Yi}{\sum Wxi + \sum Wyi}$$

MURO	YI	CARGA PISO TÍPICO	CARGA PISO TÍPICO	(WXI)(YI)
		(WXI) 1/2 PLANTA	(WXI) 1 PLANTA	
X1	0	4.662	9.324	0
X2	0	3.699	7.398	0
X3	3.7	5.9479	11.8958	44.01446
X4	6.85	2.107	4.214	28.8659
X5	6.85	2.7457	5.4914	37.61609
X6	6.85	1.1745	2.349	16.09065
X7	6.85	1.495	2.99	20.4815
X8	6.85	1.495	2.99	20.4815
X9	3.7	1.44	2.88	10.656
X10	3.7	4.6989	9.3978	34.77186
X11	1.2	3.5865	7.173	8.6076

Σ	66.103	221.586
----------	---------------	----------------

MURO	Yi	carga piso típico (Wxi)	carga piso típico (Wxi)	(Wxi)(Yi)
		1/2 planta	1 planta	
Y1	1.85	4.075	8.15	15.0775
Y2	5.35	2.561	5.122	27.4027
Y3	5.35	2.3097	4.6194	24.71379
Y4	5.78	3.2557	6.5114	37.635892
Y5	5.35	2.141	2.141	11.45435
Y6	2.45	3.016	6.032	14.7784
Y7	1.93	2.7065	5.413	10.44709
Σ		37.989		141.510

$$Y_{CG} = \frac{221.586 + 141.510}{66.103 + 37.989}$$

$$Y_{CG} = 3.488 \text{ m}$$

POR SIMETRÍA:

$$X_{CG} = 9.00 \text{ m}$$

VII. Medrado de cargas

$$C = 2.5 * \frac{Tp}{T}$$

$$T = \frac{hn}{Ct}$$

Z= 0.35 Zona 3 (Puno)

U= 1 Destinado a vivienda multifamiliar

S= 1.15 Suelo intermedio

C= 2.5 facto de amplificación sísmica

Tp= 0.6 Para suelo intermedio

Rd= 3 coeficiente de reducción

Hn= altura de la edificación= 10.08m

Ct= Muros (de albañilería) de corte = 60

$$T = \frac{10.08}{60}$$

$$\underline{\mathbf{T}} = 0.168$$

$$\underline{\mathbf{C}} = 2.5 * \left(\frac{0.6}{0.168}\right)$$

$$\underline{\mathbf{C}} = 8.93$$

DETERMINACIÓN DEL CORTANTE BASAL REEMPLAZANDO

$$H = \frac{(0.35) (1) (1.15)(2.5)}{3} * 416.367$$

$$\underline{\mathbf{H}} = 139.66 \text{ tn}$$

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA CORTANTE BASAL EN LA ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

NIVEL	P _i	h _i	P _i h _i	F _i	Y _{cgi}	F _i Y _{cgi}	X _{cgi}	F _i X _{cgi}
4	104.092	10.08	1049.247	49.964	3.488	174.274	9	449.676
3	104.092	7.56	786.936	37.473	3.488	130.706	9	337.257
2	104.092	5.04	524.624	24.982	3.488	87.137	9	224.838
1	104.092	2.52	262.312	12.491	3.488	43.569	9	112.419
Σ	416.368		2623.118	124.91		435.686		1124.19

VIII. Ubicación de la fuerza cortante en planta

$$X = \frac{\sum F_i X_{cgi}}{H} \quad X = \frac{1124.19}{124.91} \quad X = 9$$

$$Y = \frac{\sum F_i Y_{cgi}}{H} \quad Y = \frac{435.686}{124.91} \quad X = 3.488$$

COORDENADAS: (9, 3.488)

IX. Cálculo de la rigidez lateral de los muros

Se determina mediante la fórmula

$$K = \frac{Ea}{\frac{h^3}{3I} + \frac{fHEa}{AGa}}$$

Donde:

K: coeficiente de rigidez lateral del muro

Ea: módulo de elasticidad de la albañilería ($Ea=32\ 000\text{kg/cm}^2$)

Ga: módulo de elasticidad de corte de la albañilería ($Ga=128\ 00\text{kg/cm}^2$)

h: altura del entrepiso ($h=2.4+0.12=2.56\text{m}$)

I: momento de inercia de la sección transformada del muro

f: factor de forma

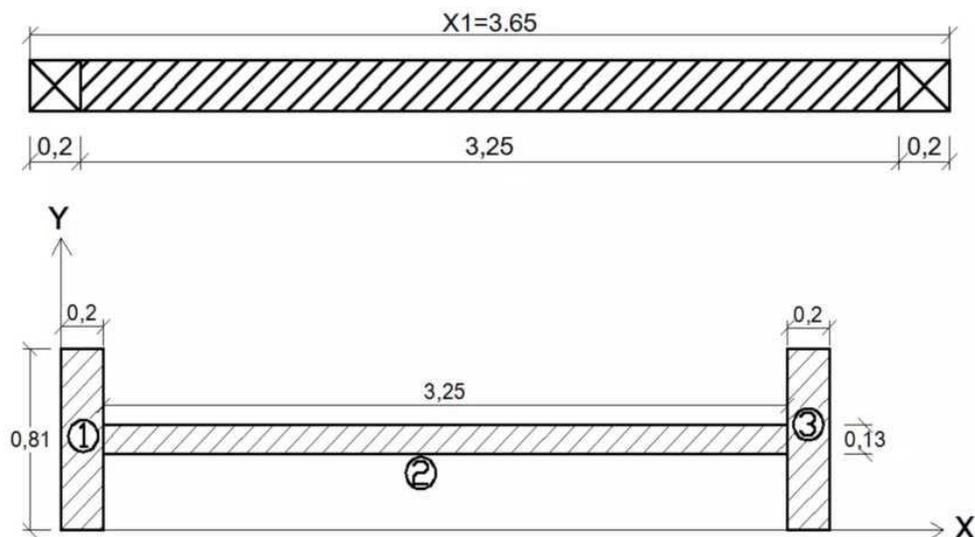
$$f = \frac{A_{\text{axial}}}{A_{\text{alma}}}$$

Aaxial: área transformada del muro

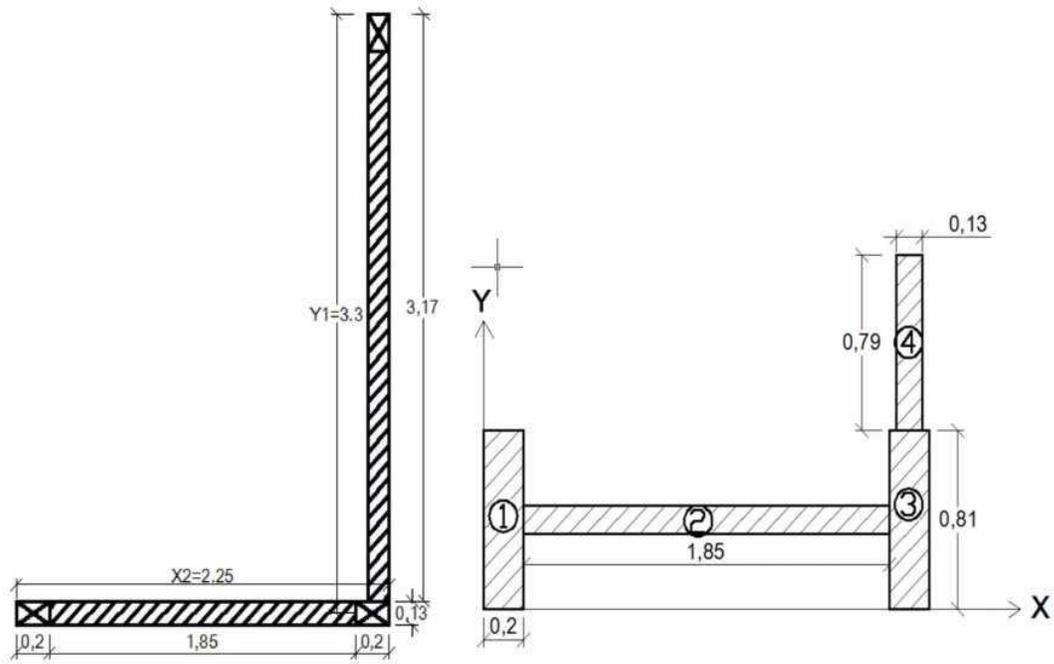
Aalma: área de la sección original del muro

Por ejemplo, para los muros XI, X2, X3 tenemos:

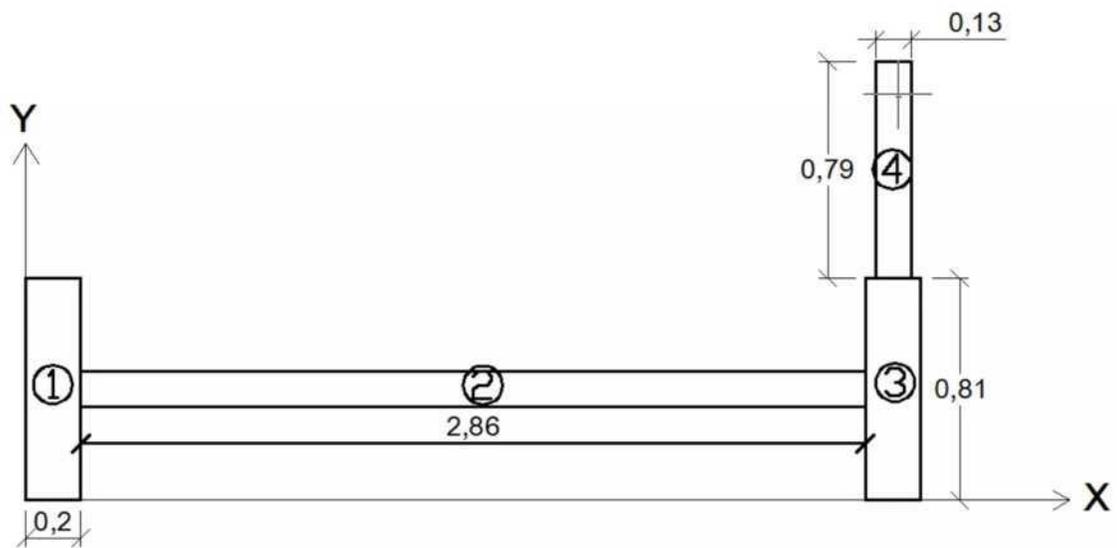
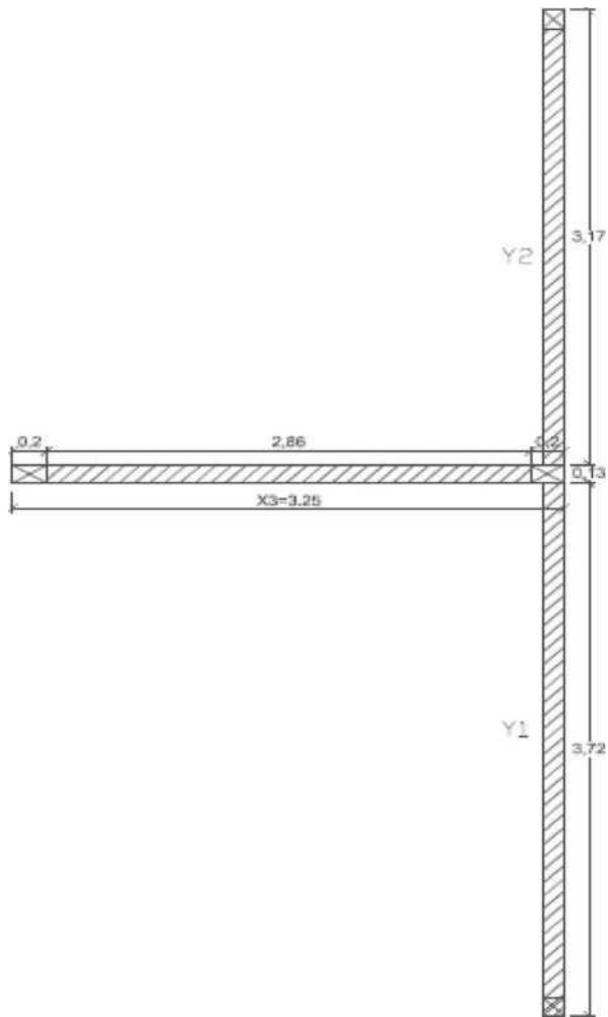
MURO X1:



MURO X2:



MURO X3:



CUADRO DE RIGIDECES DE LOS MUROS EN LAS DIRECCIONES X y Y

MURO	I	F	A	H	K
X1	1.3369	1.5732	0.7465	2.52	18532.550
X2	0.5018	2.2821	0.6675	2.52	9947.365
X3	1.5382	2.1768	0.9197	2.52	17411.064
X4	0.3051	2.9894	0.5635	2.52	6286.126
X5	0.3853	2.7126	0.5466	2.52	7093.849
X6	0.2663	2.9035	0.6228	2.52	6477.475
X7	0.0972	3.2542	0.4865	2.52	3298.265
X8	0.0915	3.14498	0.4709	2.52	3188.067
X9	0.1842	3.2934	0.578	2.52	4933.977
X10	1.5113	1.7562	0.8219	2.52	18833.280
X11	0.6578	1.9186	0.6485	2.52	11963.497

MURO	I	F	A	H	K
Y1	0.1016	1.8837	0.9428	2.52	4916.223642
Y2	0.0843	1.9704	0.8453	2.52	4104.492709
Y3	0.0523	2.2294	0.6666	2.52	2600.254241
Y4	0.0453	2.1859	0.6536	2.52	2305.052306
Y5	0.2691	2.9469	0.6321	2.52	6504.861939
Y6	0.103	2.2319	0.7689	2.52	4566.418925
Y7	0.0483	2.6938	0.5603	2.52	2273.845416

X. Cálculo del centro de rigidez

Se determina mediante la fórmula

$$Y_{CR} = \frac{\sum KiYi}{\sum Ki}$$

MURO	Y _i	K _i	K _i Y _i
X1	0	18532.550	0.000
X2	0	9947.365	0.000
X3	3.7	17411.064	64420.936
X4	6.85	6286.126	43059.963
X5	6.85	7093.849	48592.864
X6	6.85	6477.475	44370.702

X7	6.85	3298.265	22593.112
X8	6.85	3188.067	21838.260
X9	3.7	4933.977	18255.716
X10	3.7	18833.280	69683.135
X11	1.2	11963.497	14356.196
Σ		107965.513	347170.885

Reemplazando se tiene:

$$Y_{CR} = \frac{347170.8846}{107965.5134}$$

$$Y_{CR} = 3.21557 \text{ m}$$

Existe cierta simetría en la distribución de muros en el eje X por lo que el centro de rigidez en este sentido es:

$$X_{CR} = 9 \text{ m}$$

Por lo tanto las coordenadas del centro de rigidez es: $CR = (9, 3.21557)$

XI. Cálculo del cortante BASAL V_{ti} de los muros

Se determina mediante la fórmula

$$V_{ti} = V_{1i} + V_{2i}$$

Calcularemos primero V_{1i} :

CÁLCULO DE V_{1i} :

Está dado por la fórmula:

$$V_{1i} = \frac{K_i H}{2 * \Sigma K_i}$$

MURO	K_i	H	V_{1i}
XI	18532.54972	124.910	10.721

X2	9947.364794	124.910	5.754
X3	17411.0639	124.910	10.072
X4	6286.125929	124.910	3.636
X5	7093.848794	124.910	4.104
X6	6477.474772	124.910	3.747
X7	3298.264555	124.910	1.908
X8	3188.067103	124.910	1.844
X9	4933.977275	124.910	2.854
X10	18833.27978	124.910	10.895
X11	11963.49683	124.910	6.921
$\Sigma = 107965.5134$			

MURO	Ki	H	Vli
Y1	4916.224	124.91	11.259
Y2	4104.493	124.91	9.400
Y3	2600.254	124.91	5.955
Y4	2305.052	124.91	5.279
Y5	6504.862	124.91	14.897
Y6	4566.419	124.91	10.458
Y7	2273.845	124.91	5.207
$\Sigma = 27271.149$			

CÁLCULO DE V2I

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V2i = \frac{KiRiMi}{Rt}$$

Previamente calcularemos otros parámetros de la fórmula:

Cálculo de la distancia Ri

$$Ri = Y_{CR} - Yi$$

MURO	Ycr	Yi	Ri
X1	3.2156	0.000	3.216
X2	3.2156	0.000	3.216
X3	3.2156	3.700	-0.484
X4	3.2156	6.850	-3.634
X5	3.2156	6.850	-3.634
X6	3.2156	6.850	-3.634
X7	3.2156	6.850	-3.634
X8	3.2156	6.850	-3.634
X9	3.2156	3.700	-0.484
X10	3.2156	3.700	-0.484
X11	3.2156	1.200	2.016

MURO	Xcr	Xi	Ri
Y1	9	17.848	-8.848
Y2	9	17.848	-8.848
Y3	9	13.576	-4.576
Y4	9	12.074	-3.074
Y5	9	8.294	0.706
Y6	9	10.099	-1.099
Y7	9	13.578	-4.578

CÁLCULO DE LA RIGIDEZ TORSIONAL R_t

$$RT = \sum KiRi^2$$

MURO	Ki	R _i	R _i ^{A2}	KiR _i ^{A2}
X1	18532.550	3.216	10.340	191624.533
X2	9947.365	3.216	10.340	102854.662
X3	17411.064	-0.484	0.235	4085.897
X4	6286.126	-3.634	13.209	83033.949
X5	7093.849	-3.634	13.209	93703.226
X6	6477.475	-3.634	13.209	85561.492
X7	3298.265	-3.634	13.209	43567.045
X8	3188.067	-3.634	13.209	42111.438
X9	4933.977	-0.484	0.235	1157.868
X10	18833.280	-0.484	0.235	4419.651
X11	11963.497	2.016	4.063	48601.974
				Σ = 700721.736

MURO	Ki	R _i	R _i ^{A2}	KiR _i ^{A2}
Y1	4916.223642	-8.848	78.287	384876.9116
Y2	4104.492709	-8.848	78.287	321328.8476
Y3	2600.254241	-4.576	20.940	54448.74134
Y4	2305.052306	-3.074	9.449	21781.53644
Y5	6504.861939	0.706	0.498	3242.257366
Y6	4566.418925	-1.099	1.208	5515.325344
Y7	2273.845416	-4.578	20.958	47655.44323
				Σ = 838849.0629

RT para medio edificio = $RT = 700721.736 + 838849.0629 = 1539570$

RT para todo el edificio = $RT = (1539570) * 2 = 3079141.598$

$$RT = 3079141.598$$

CÁLCULO DE MOMENTOS TORSIONALES

Momento torsional en la dirección del eje X

$$M_t = H e'$$

e' = excentricidad reglamentaria

$$e' = 1.5e + e_a$$

$$e_a = 0.05 B ; B = 7$$

$$e_a = 0.05(7)$$

$$e_a = 0.35$$

$$Y = 3.488$$

$$e = Y_{CR} - Y$$

$$Y_{CR} = 3.21557 \text{ m}; Y = 3.488$$

$$e = 3.21557 - 3.488$$

$$e = 0.27243$$

$$e' = 1.5(0.27243) + 0.35$$

$$e' = 0.7586$$

$$M_t = H e'$$

$$M_t = (124.91)(0.7586)$$

$$M_{tx} = 94.7623 \text{ tn} - \text{m}$$

Momento torsional en la dirección del eje Y

$$M_t = H e'$$

e' = excentricidad reglamentaria

$$\begin{aligned}
e' &= 1.5e + e_a \\
e_a &= 0.05 B \\
B &= 18 \\
e_a &= 0.05(18) \\
e_a &= 0.9 \\
e &= X_{CR} - X \\
X_{CR} &= 9m \\
X &= 9 \\
e &= 9-9 \\
e &= 0 \\
e' &= 1.5(0) + 0.35 \\
e' &= 0.35 \\
Mt &= He' \\
Mt &= (124.91)(0.35)
\end{aligned}$$

$$Mt = 43.7185 \text{ tn} \text{ — m}$$

Con los parámetros calculados calculamos $V2_i$

MURO	Ki	Ri	Mt	RT	$V2_i$
X1	18532.54972	3.216	94.762	3079141.598	1.8340
X2	9947.364794	3.216	94.762	3079141.598	0.9844
X3	17411.0639	-0.484	94.762	3079141.598	-0.2596
X4	6286.125929	-3.634	94.762	3079141.598	-0.7031
X5	7093.848794	-3.634	94.762	3079141.598	-0.7935
X6	6477.474772	-3.634	94.762	3079141.598	-0.7245
X7	3298.264555	-3.634	94.762	3079141.598	-0.3689
X8	3188.067103	-3.634	94.762	3079141.598	-0.3566
X9	4933.977275	-0.484	94.762	3079141.598	-0.0736

X10	18833.27978	-0.484	94.762	3079141.598	-0.2808
X11	11963.49683	2.016	94.762	3079141.598	0.7421

MURO	Ki	Ri	Mt	RT	V2i
Y1	4916.223642	-8.848	43.719	3079141.598	-0.6176
Y2	4104.492709	-8.848	43.719	3079141.598	-0.5156
Y3	2600.254241	-4.576	43.719	3079141.598	-0.1689
Y4	2305.052306	-3.074	43.719	3079141.598	-0.1006
Y5	6504.861939	0.706	43.719	3079141.598	0.0652
Y6	4566.418925	-1.099	43.719	3079141.598	-0.0713
Y7	2273.845416	-4.578	43.719	3079141.598	-0.1478

CÁLCULO DE VALORES DE FUERZA DE CORTE TOTAL Vti

MURO	Vli(tn)	V2i(tn)	Vti(tn)
X1	10.721	1.834	12.555
X2	5.754	0.984	6.739
X3	10.072	-0.260	9.812
X4	3.636	-0.703	2.933
X5	4.104	-0.793	3.310
X6	3.747	-0.725	3.023
X7	1.908	-0.369	1.539
X8	1.844	-0.357	1.488
X9	2.854	-0.074	2.781
X10	10.895	-0.281	10.614
X11	6.921	0.742	7.663

MURO	Vli(tn)	V2i(tn)	Vti(tn)
Y1	11.259	-0.6176	10.641
Y2	9.400	-0.5156	8.884
Y3	5.955	-0.1689	5.786
Y4	5.279	-0.1006	5.178
Y5	14.897	0.0652	14.962
Y6	10.458	-0.0713	10.387
Y7	5.207	-0.1478	5.060

OBSERVACIÓN: De acuerdo con el cuadro anterior, se observa que el muro que soporta mayor fuerza cortante es el muro X1 ($Vt1=12.55tn$), cuyo análisis del comportamiento mecánico se hará empleando el método aproximado del análisis sísmico manual.

XII. Análisis sísmico manual

Distribución de la fuerza cortante $Vt1$ a lo alto del muro confinado X1

$$F_i = \frac{iVt}{\Sigma i}$$

$$\underline{Vtx1} = 12.55 \underline{tnf}$$

$$\underline{Ei} = 4 + 3 + 2 + 1 = 10 \underline{tnf}$$

$$F_4 = \frac{(4)(12.55)}{10} = 5.02 \text{ tnf}$$

$$F_3 = \frac{(3)(12.55)}{10} = 3.77 \text{ tnf}$$

$$F_2 = \frac{(2)(12.55)}{10} = 2.51 \text{ tnf}$$

$$F_1 = \frac{(1)(12.55)}{10} = 1.26 \text{ tnf}$$

El momento flector estará dado por:

$$M_i = \sum F_i h_i$$

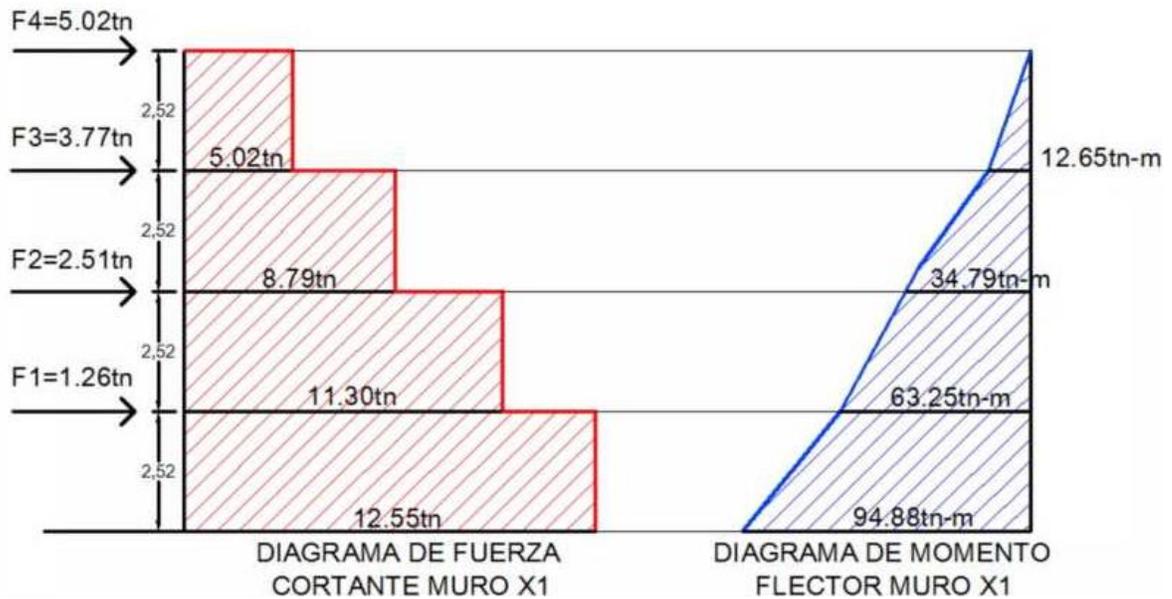
$$M_4 = (5.02)(2.52) = 12.65 \text{ tn} \cdot \text{m}$$

$$M_3 = (5.02)(5.04) + (3.765)(2.52) = 34.79 \text{ tn} \cdot \text{m}$$

$$M_2 = (5.02)(7.56) + (3.765)(5.04) + (2.51)(2.52) = 63.25 \text{ tn} \cdot \text{m}$$

$$\underline{M_1} = (5.02)(10.08) + (3.765)(7.56) + (2.51)(5.04) + (1.255)(2.52) = 94.88 \text{ tn} \cdot \text{m}$$

DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE Y MOMENTO FLECTOR PARA EL MURO X1



XIII. Diseño por reglamento

DATOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MURO X1

ALTURA LIBRE =2.4m

LONGITUD DEL MURO =3.65m

ESPELOR EFECTIVO =0.13m

ÁREA DE LA SECCIÓN NETA = (13cm)(3.65m) = 4745cm²,

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

$$I = \frac{13 * 365^3}{12}$$

I= 52679385.42 cm²

Resistencia a compresión de las pilas de albañilería $f_m=65\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad de la albañilería $E_a=32\ 000\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad del concreto $f_c=175\text{cm}^2$

Esfuerzo de fluencia del acero $f_y= 4200\text{kg/cm}^2$

Esfuerzo de trabajo del acero $f_g=0.5f_y=2100\text{kg/cm}^2$

CARGA AXIAL CON 25% DE SOBRECARGA

$$\begin{aligned} \text{PESO EN PISO TÍPICO} &= 4.662\text{tn} \\ \text{PESO ACUMULADO} &= 4 * 4.662 = 18.648\text{tn} \end{aligned}$$

CARGA AXIAL CON 100% DE SOBRECARGA

$$\begin{aligned} \text{PESO DEL TECHO (100\% DE SOBRECARGA)} &= 0.588\text{tn/m}^2 \\ \text{PESO PROVENIENTE DEL TECHO} &= (0.588)(2.94\text{m}^2) = 1.729\text{tn} \\ \text{PESO PROPIO MURO} &= (3.65)(0.7 \text{ tn/m}) = 2.555\text{tn} \\ \text{VENTANAS} &= (1.1 + 1)(0.39 \text{ tn/m}) = 0.819\text{tn} \\ \text{PESO TOTAL EN PISO TIPICO} &= 5.103\text{tn} \\ \text{PESO ACUMULADO EN EL 1}^\circ \text{ PISO} &= (4)(5.103\text{tn}) = 20.412\text{tn} \\ \mathbf{P_m} &= 20.412\text{tn} \end{aligned}$$

CARGA AXIAL PERMANENTE SIN SOBRECARGA

$$\begin{aligned} \text{PESO LOSA} &= 0.12(2.24)+0.1=0.388\text{tn/m}^2 \\ \text{PESO PROVENIENTE DE LOSA} &= (0.388\text{tn/m}^2)(2.94\text{m}^2)=1.141\text{tn} \\ \text{PESO MURO CONFINADO} &= 2.555\text{tn} \\ \text{VENTANAS} &= 0.819\text{tn} \end{aligned}$$

PESO TOTAL EN PISO TIPICO = 4.515tn

PESO ACUMULADO EN EL 1° PISO = 4(4.515)=18.06tn

Pd =18.06tn

CARGA AXIAL SÍSMICA PARA EL MURO X1

Ps = 40.5%(Peso con 25% de sobrecarga)

Ps= (0.405) (18.648tn)

Ps= 7.552tn

CORTANTE BASAL (V)

Se recomienda tomar el 90% del cortante del análisis manual

Vx1= 90%(Vmanual)

Vx1= 0.9 (12.55) = 10.123tn

Vx1 = 10.123tn

MOMENTO BASAL

46% del momento del análisis manual

M = 0.46 (94.88tn-m)

M = 43.645tn - m

DISEÑO POR COMPRESION AXIAL

$$F_{ad} = 0.2f'm\left(1 - \left(\frac{h}{35t}\right)^2\right)$$

$$F_{ad} = 0.2f'm\left(1 - \left(\frac{2.4}{35(0.13)}\right)^2\right)$$

$$\underline{F_{ad}} = 0.2f'm(0.722)$$

$$F_{ad} = 0.144 f'm$$

$$f'm = 65 \text{kg/cm}^2$$

$$F_{ad} = 9.383 \text{kg/cm}^2$$

CÁLCULO DE ESFUERZO AXIAL MÁXIMO (f_a)

$$f_a = \frac{Pm}{Am}$$

$$f_a = \frac{20412}{(13)(365)}$$

$$\underline{f_a} = 4.302 \text{kg/cm}^2$$

Como: $f_a = 4.302 \text{kg/cm}^2 < F_{ad} = 9.383 \text{kg/cm}^2$;BIEN ;

DISEÑO POR FUERZA CORTANTE

Cálculo de esfuerzo cortante admisible

$$\underline{V_{ad}} = 1.2 + 0.18f_d \leq 2.7 \text{kg/cm}^2$$

Donde:

$$f_d = \frac{Pd}{Am}$$

$$f_d = \frac{18060}{(13)(365)}$$

$$\underline{f_d = 5.512\text{kg/cm}^2}$$

Entonces se tiene:

$$V_{ad} \equiv 1.2 + 0.18(3.806)$$

$$V_{ad} = \underline{2.192\text{kg/cm}^2 < 2.7\text{kg/cm}^2}$$

ESFUERZO CORTANTE ACTUANTE

$$V_{ac} = \frac{V}{Am}$$

$$V_{ac} = \frac{10123}{(13)(365)}$$

$$\underline{V_{ac} = 2.133\text{kg/cm}^2}$$

$$V_{ac} = 2.133\text{kg/cm}^2$$

$$V_{ad} = 2.192\text{kg/cm}^2$$

Como $V_{ac} < V_{ad}$; BIEN!

XIV. Cálculo de áreas de acero

CÁLCULO DE ÁREA DE CONCRETO EN LA COLUMNA DE CONFINAMIENTO

$$A_c = \frac{0.9V}{\sqrt{f'_c}}$$

Para: $V = 10123.00 \text{ kg}$; $f'_c = 175.00 \text{ kg/cm}^2$

$$A_c = \frac{0.9 * 10123}{\sqrt{175}}$$

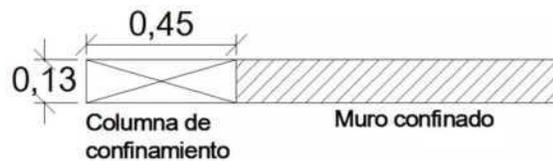
$$\underline{A_c = 521.12 \text{ cm}^2}$$

Cálculo de la longitud de la columna de confinamiento

$$L = \frac{521.12 \text{ cm}^2}{12.5 \text{ cm}}$$

$$\underline{L = 41.69 \text{ cm}}$$

Adoptamos $L = 45 \text{ cm}$



CÁLCULO DEL REFUERZO VERTICAL EN LA COLUMNA DE CONFINAMIENTO

$$A_s = \frac{1.4 * V * h}{f_y * L}$$

Para los datos: V= 10123.000 ; h= 2.520; f_y= 4200.000; L= 3.650

$$A_s = \frac{1.4(10123)(2.52)}{(4200)(3.65)}$$

$$\underline{A_s} = 2.3297 \text{ cm}^2$$

CÁLCULO DE ÁREA DE ACERO MÍNIMO

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.1 * f'_c * A_c}{f_y}$$

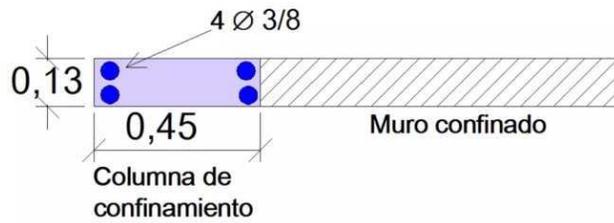
$$A_{s_{\min}} = \frac{0.1(175)(12.5)(45)}{4200}$$

$$\underline{A_{s_{\min}}} = 2.3438 \text{ cm}^2$$

Como: $A_{s_{\min}} > A_s$

Entonces se adopta por escoger el área de acero mínimo:

Usando Ø 3/8" resulta: $4 \text{ Ø } 3/8" = 4.52 \text{ cm}^2$



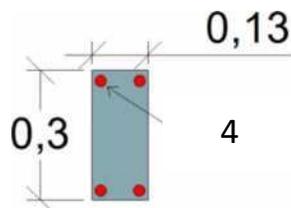
CÁLCULO DE ÁREA DE ACERO EN LA SOLERA

$$A_s = \frac{1,4 * V}{f_y}$$

$$A_s = \frac{1,4(10123)}{4200}$$

$$\underline{A_s = 3,374 \text{cm}^2}$$

Usando: Ø3/8" resulta: $4 \text{ Ø } 3/8" = 4,52 \text{cm}^2$



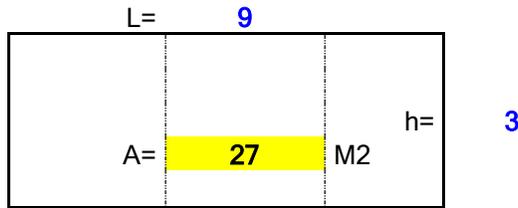
XV. Conclusiones

1. El efecto de la adición de Consolid es de código C presentando mayor compresión diagonal de murete 5.24 kg-fy/cm^2 , lo cual ha cumplido con los estándares de una unidad de albañilería tipo II, lo cual puede proporcionar buenas características a un edificio de 4 niveles, reduciendo su el área de los elementos estructurales notablemente.
2. El análisis sismorresistente del edificio de 4 niveles de albañilería confinada realizado da resultados con valores obtenido del desplazamiento en el eje “X” y eje “Y” que se encuentran en el rango permisible según la Norma E.030
3. El predimensionamiento estructural se basa en recomendaciones fundadas en información recopilada en experiencias de construcción. Al emplearlas en esta prueba, se ha podido comprobar que son herramientas de gran aporte para todo tipo de estructuras, incluidas viviendas económicas actuales.
4. Se ha diseñado la edificación ante las solicitaciones sísmicas cumpliendo con los reglamentos existentes en la actualidad en nuestro país tales como el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones).

Anexo 5: Análisis de la discusión por ítems, resultados y autores

Ítem	Resultados	Aporte a la investigación
Efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la compresión simple de ladrillos comprimidos de suelo cemento	En nuestro caso, hemos determinado que el Código C es la de mejor resistencia promedio con 76.50 kg/cm ² (7.502 MPa), exigido por la norma de adobe E 080, además de cumplir también con la norma ABNT	Campos <i>et al.</i> (2019), el cual manifiesta que para definir la mejor característica en la producción de los ladrillos de suelo-cemento, debe estar entre el rango mínimo de 1,7 MPa y un valor medio igual o superior a 2 MPa acorde a la norma ABNT.
Efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento	En nuestra investigación se obtuvo un valor de 76.50 kg/cm ² , mayor que el de Ramírez	Ramirez (2018), ha determinado una resistencia a la compresión simple experimental de $f'_{b}=69.67 \text{ kg/cm}^2$, que según la norma RNE E-070, tienen la resistencia característica del ladrillo tipo II que es de $f'_{b}=70 \text{ kg/cm}^2$
Efecto de la adición de Consolid en la resistencia de murete de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento	En nuestra investigación se determinó que la resistencia fue de 74,78 kg/cm ² .	Abanto & Akarley (2014), menciona que el efecto de adición frente a la resistencia a la compresión de ladrillos comprimidos suelos cemento es resistente Durand & Benites (2017), mencionan que la resistencia fue de 72,78 kg/cm ² , lo que lo califica como resistencia a la compresión buena.
Efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento	Nuestra investigación ha determinado la resistencia de la compresión diagonal de murete cuyo valor es $v'm = 5.24 \text{ kg-f/cm}^2$	Ramirez (2018), ha determinado experimentalmente un $v'm=4.381 \text{ kg/cm}^2$, aproximándose a lo estipulado por la norma RNE E-070, para ladrillo King Kong artesanal ($v'm=5.1 \text{ kg/cm}^2$). Monrroy (2020), determinó una resistencia al corte $v'm=3.76 \text{ kg/cm}^2$, con ladrillos de suelo estabilizado al 10%, no cumpliendo con la norma.
Efecto de la adición de Consolid en la resistencia a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento	los resultados evidencian que la resistencia promedio a la erosión de ladrillos comprimidos de Suelo – Cemento – Consolid según la norma española UNE 41410 es menor a 10 mm, lo cual hace que su resistencia a la erosión sea adecuada y cuyo valor está por debajo de lo permitido a la norma española UNE 41410 (< 10 mm), por lo que se indica que si son aptos y resistentes a los factores climatológicos de la ciudad	Ávalos & Velásquez (2018) y Quintana & Vera (2017), quienes determinaron que la resistencia a la erosión al ser menor de 10 mm como lo exige la norma, el efecto de adición de Consolid de los ladrillos comprimidos hace que su resistencia a la erosión sea la más optima.

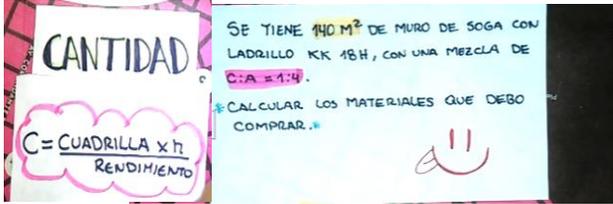
Anexo 6: Análisis de Costos Unitarios – Albañilería estabilizados con sistema CONSOLID



<u>PEON TRABAJO</u>		
1	FRENTE	1080
3	FRENTES	3240
1	FRENTEXHRA	135
3	FRENTEXHRA	405
1	FRENTEX1MIN	2
3	FRENTEX1MIN	7
1	FRENTEX3MIN	7
3	FRENTEX3MIN	20

Partida	07.06.01	MURO DE SOGA CON LADRILLO K.K.18H (0.24x0.09x0.14) MEZC. 1:4 J=1.5CM					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : m2	79.60	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0667	21.10	1.41
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	19.40	12.93
0101010005	PEON		hh	0.5000	0.3333	16.30	5.43
							19.77
Materiales							
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.0227	27.00	0.61
0207070002	AGUA		m3		0.0006	5.00	0.00
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.2007	27.00	5.42
02160100010001	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm		und		38.00	1.40	53.20
							59.23
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	19.77	0.59
							0.59

ladrillo
millar 1400



muro sogá



CANTIDAD = $\frac{1}{(L+j) \times (H+j)}$
FÓRMULA

RECALCULADO

CANTIDAD DE LADRILLOS DE MEZCLA C:A=1:4

L	H	e	Jh	Jv	desperdicio
0.24	0.09	0.14	0.015	0.015	5.00%

C.lad= 37.3483 C.lad.+desperdicio= 40

$V_{MEZCLA} = V_{LADRILLO} \times \#_{LADRILLO}$
 $= 1 \times 1 \times 0.14 - (0.24 \times 0.14 \times 0.09) \times 37.35$

CANTIDAD DE VOLUMEN DE MEZCLA EN 1.0 M2 DE MURO e=14CM

L	H	e	VOL Ladr	desperdicio
1.00	1.00	0.14	37.348	5.00%

V mez(M3)= 0.027059 V mez.+desperdicio= 0.02841

MEZCLA

CEMENTO: 1V
 A. GRUESA: 4V
 CEMENTO: 1V = 0.0094m³
 A. GRUESA: 4V = 0.027m³
 Y = 0.0054m³
 4y = 0.0054m³
 y = 0.22m³

Volumen

1 = 35.3147

Metro cúbico Pie cúbico

Formula para obtener un resultado aproximado, multiplica el valor de volumen por 35.315

= 0.17 pie³
PARA 140 M²

LADRILLO: 38 x 140 = 5320 UND
 CEMENTO: 0.19 x 140 = 26.7 ~ 27 BLS
 ARENA GRUESA: 0.22 x 140 = 3.08 M³

1 BOLSA CEMENTO = 1 ft3

	PROPOR	VOL (M3)	VOL (pie3)
C	1.00	0.0057	0.2007
A	4.00	0.0227	

	VOL (M3)	VOL (M3)
mezcla	1.0000	0.0284
agua	0.0200	0.0006

uni
1.40

Partida		07.06.01		MURO DE SOGA CON LADRILLO CODIGO "C" (0.25x0.10x0.13) MEZC. CON PEGAMENTO J=0.15CM			
Rendimiento	m2/DIA	27.0000	EQ.	27.0000	Costo unitario directo por : m2	72.30	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0296	21.10	0.63
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2963	19.40	5.75
0101010005	PEON		hh	0.3333	0.0988	16.30	1.61
							7.98
Materiales							
0207070001	COLA SINTÉTICA		GLN		0.0525	38.00	2.00
0207070002	AGUA		m3		0.0525	5.00	0.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.0525	27.00	1.42
02160100010001	LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm		und		40.00	1.51	60.40
							64.08
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.98	0.24
							0.24

RECALCULADO

CANTIDAD DE LADRILLOS DE MEZCLA CON COLA SINTÉTICA

L	H	e	Jh	Jv	desperdicio
0.25	0.10	0.13	0.002	0.002	5.00%
C.lad=		39.1738	C.lad.+desperdicio=		42

CANTIDAD DE VOLUMEN DE MEZCLA EN 1.0 M2 DE MURO e=14CM

L	H	e	VOL Ladr	desperdicio	
1.00	1.00	0.13	39.174	5.00%	
V mez(M3)=		0.002685	V mez.+desperdicio=		0.00282

	PROPOR	VOL (M3)	VOL (pie3)
C	1.00	0.0006	0.0199
A	4.00	0.0023	

VOL (M3)

VOL (M3)

mezcla	1.0000	0.0027
agua	0.0200	0.0001

Tabla 11 Resultados del ensayo de la resistencia

Muestra confinada	Código	Masa Inicial (gr)	Especimen ensayo		
			Largo	Anch.	Alto
M-01	CÓD A	3990	25,00	12,47	9,62
M-02	CÓD A	4195	25,00	12,46	9,80
M-03	CÓD A	4076	25,00	12,59	9,72
M-01	CÓD B	4322	24,99	12,59	10,03
M-02	CÓD B	4190	25,03	12,47	9,88
M-03	CÓD B	4212	25,07	12,48	9,87
M-01	CÓD C	3962	25,03	12,44	9,68
M-02	CÓD C	4203	24,99	12,64	9,74
M-03	CÓD C	4150	25,00	12,61	9,77



	UND	CANTIDAD	P.U.(S/)
COLA SINTÉTICA	GLN	1	
CEMENTO	BLS	1	27
PEÓN	MES	1	1400
OPERARIO	MES	1	1600

COTIZACION
1MES=25 DIAS

RENDIM. DIARIO 20 M2 DE MURO

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto	EFECTO DE LA ADICIÓN DE CONSOLID EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE RESISTENCIA A LA EROSIÓN DE LADRILLOS COMPRIMIDOS DE SUELO CEMENTO PUNO 2022		
Sub Presupuesto	01 - PROPUESTA 01		
Cliente	Entidad privada de Prefabricados y unidades de albañilería		
Ubicación	PUNO - PUNO - PUNO	Costo a:	Noviembre - 2023

Partida	01.01.01	LADRILLO CODIGO "A" CON DOSIFICACIÓN SUELO - CEMENTO	Rend:	250.0000 und/DIA			
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	8.00	0.26
	47 00009	PEON	HH	1.000	0.0320	7.00	0.22
							0.48
		Materiales					
	00 07060	CEMENTO PORTLANDTIPO IP (42.5KG)	BOL		0.0124	27.00	0.33
	00 10414	SUELO NATURAL	M3		0.0024	30.00	0.07
	05 00002	AGUA	M3		0.0001	2.50	-
							0.40
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01
							0.01
						Costo Unitario por und	0.89

Partida	01.01.02	LADRILLO CODIGO "B" CON DOSIFICACIÓN SUELO - CEMENTO - C-444 (min)	Rend:	250.0000 und/DIA			
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	8.00	0.26
	47 00009	PEON	HH	1.000	0.0320	7.00	0.22
							0.48
		Materiales					
	00 10415	C-444	lt		0.0017	185.00	0.31
	00 07060	CEMENTO PORTLANDTIPO IP (42.5KG)	BOL		0.0124	27.00	0.33
	00 10414	SUELO NATURAL	M3		0.0024	30.00	0.07
	05 00002	AGUA	M3		0.0001	2.50	-
							0.71
		Equipo					
	37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01
							0.01
						Costo Unitario por und	1.20

Partida	01.01.03	LADRILLO CODIGO "C" CON DOSIFICACIÓN SUELO - CEMENTO - C-444 (min) - SOLIDRY (max)				Rend:	250.0000 und/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	8.00	0.26	
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0320	7.00	0.22	
						0.48	
Materiales							
00 10415	C-444	lt		0.0017	185.00	0.31	
00 07060	CEMENTO PORTLANDTIPO IP (42.5KG)	BOL		0.0124	27.00	0.33	
00 10416	SOLIDRY	kg		0.0625	5.00	0.31	
00 10414	SUELO NATURAL	M3		0.0024	30.00	0.07	
05 00002	AGUA	M3		0.0001	2.50	-	
						1.02	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01	
						0.01	
						1.51	
						Costo Unitario por und : 1.51	

Partida	01.01.05	LADRILLO CODIGO "E" CON DOSIFICACIÓN SUELO - C-444 (min) - SOLIDRY (max)				Rend:	250.0000 und/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	8.00	0.26	
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0320	7.00	0.22	
						0.48	
Materiales							
00 10415	C-444	lt		0.0017	185.00	0.31	
00 10416	SOLIDRY	kg		0.0625	5.00	0.31	
00 10414	SUELO NATURAL	M3		0.0026	30.00	0.08	
05 00002	AGUA	M3		0.0001	2.50	-	
						0.70	
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01	
						0.01	
						0.01	
						Costo Unitario por und : 1.19	

Partida	01.01.06	LADRILLO CODIGO "F" CON DOSIFICACIÓN SUELO - C-444 (medio) - SOLIDRY (max)				Rend:	250.0000 und/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							

47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	8.00	0.26
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0320	7.00	0.22
0.48						
Materiales						
00 10415	C-444	lt		0.0052	185.00	0.96
00 10416	SOLIDRY	kg		0.0625	5.00	0.31
00 10414	SUELO NATURAL	M3		0.0026	30.00	0.08
05 00002	AGUA	M3		0.0001	2.50	-
1.35						
Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01
0.01						
Costo Unitario por und : 1.84						

Partida	01.01.07	LADRILLO CODIGO "G" CON DOSIFICACIÓN SUELO - C-444 (max) - SOLIDRY (max)				Rend:	250.0000 und/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	8.00	0.26	
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0320	7.00	0.22	
0.48							
Materiales							
00 10415	C-444	lt		0.0069	185.00	1.28	
00 10416	SOLIDRY	kg		0.0625	5.00	0.31	
00 10414	SUELO NATURAL	M3		0.0026	30.00	0.08	
05 00002	AGUA	M3		0.0001	2.50	-	
1.67							
Equipo							
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.48	0.01	
0.01							
Costo Unitario por und : 2.16							

Partida	01.01.08	LADRILLO CODIGO "H" CON DOSIFICACIÓN SUELO - C-444 (max) - SOLIDRY (max)				Rend:	250.0000 und/DIA
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
Mano de Obra							
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.0320	8.00	0.26	
47 00009	PEON	HH	1.000	0.0320	7.00	0.22	
0.48							

	Materiales					
00 10415	C-444	lt	0.0069	185.00		1.28
	CEMENTO					
00 07060	PORTLANDTIPO	BOL	0.0124	27.00		0.33
	IP (42.5KG)					
00 10414	SUELO NATURAL	M3	0.0024	30.00		0.07
05 00002	AGUA	M3	0.0001	2.50		-
						1.68
	Equipo					
37 00004	HERRAMIENTAS	%MO	3.0000	0.48		0.01
	MANUALES					
						0.01
					Costo	
					Unitario	2.17
					por und :	

Análisis de Costos Unitarios

Proyecto ACU PARA MURO DE SOGA CON LA MUESTRA
BASE Y LADRILLO CODIGO "C"

Sub Presupuesto 01 - PROPUESTA 01

Cliente Municipalidad Provincial de
Puno

Ubicación PUNO - PUNO - PUNO

Costo a :

Noviembre - 2023

Partida 01.0 MURO DE SOGA CON LADRILLO
1 K.K.18H (0.24x0.09x0.14) MEZC. 1:4 Rend: 12.0000 m2/DIA
J=1.5CM

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0667	21.10	1.41
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.6667	19.40	12.93
47 00009	PEON	HH	0.500	0.3333	16.30	5.43
						19.77
Materiales						
00 07060	CEMENTO PORTLANDTIPO IP (42.5KG)	BOL		0.2007	27.00	5.42
02 10417	AGUA, INCLUYE TRANSPORTE A PIE DE OBRA (CAMIÓN CISTERNA Y MOTOBOMBA)	m3		0.0006	5.00	-
02 10418	LADRILLO DE ARCILLA KING KONG 18 HUECOS DE 9X13X24CM (MAQUINADO)	und		38.0000	1.40	53.20
04 00029	ARENA GRUESA	M3		0.0227	27.00	0.61
						59.23
Equipo						
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	19.77	0.59
						0.59
						79.59
						Costo Unitario por m2 :

Partida 01.0 MURO DE SOGA CON LADRILLO
2 CODIGO "C" (0.25x0.10x0.13) MEZC. CON PEGAMENTO J=0.15CM Rend: 27.0000 m2/DIA

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						

47 00006	CAPATAZ	HH	0.100	0.0296	21.10	0.62
47 00007	OPERARIO	HH	1.000	0.2963	19.40	5.75
47 00009	PEON	HH	0.333	0.0987	16.30	1.61
						7.98
	Materiales					
00 07060	CEMENTO PORTLANDTIPO IP (42.5KG) AGUA, INCLUYE	BOL		0.0525	27.00	1.42
02 10417	TRANSPORTE A PIE DE OBRA (CAMIÓN CISTERNA Y MOTOROMBA)	ms		0.0525	3.00	0.28
02 10419	LADRILLO CODIGO "C" DE 10X13X25CM (MAQUINADO)	und		40.0000	1.51	60.40
43 00071	COLA SINTETICA	GLN		0.0525	38.00	2.00
						64.08
	Equipo					
37 00004	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	7.98	0.24
						0.24
						72.30
					Costo Unitari o por m2 :	