



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Diseño de bloque de tierra comprimida estabilizado con cemento, como material sostenible, para el uso en la construcción de viviendas rurales en la provincia de San Martín, Región San Martín

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Oscar Medina Saucedo

ASESOR:

Ing. Santiago Chávez Cachay

Tarapoto – Perú

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN- TARAPOTO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA



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.


AUTOR:

Oscar Medina Saucedo


Sustentada y aprobada el día 15 de diciembre del 2020, ante el honorable jurado:


Ing. Gilberto Aliaga Atalaya

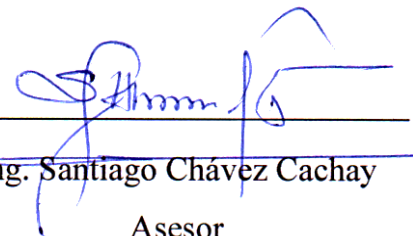
Presidente


Ing. Ernesto Eliseo García Ramírez

Secretario (a)


Ing. Juvenal Vicente Díaz Agip

Miembro


Ing. Santiago Chávez Cachay

Asesor

Declaratoria de autenticidad

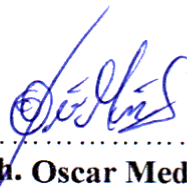
Oscar Medina Saucedo, con DNI N° 45199682, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada: **Diseño de bloque de tierra comprimida estabilizado con cemento, como material sostenible, para el uso en la construcción de viviendas rurales en la provincia de San Martín, Región San Martín.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 15 de diciembre del 2020.



.....
Bach. Oscar Medina Saucedo

DNI N° 45199682

Declaración jurada

Oscar Medina Saucedo, con DNI N° 45199682, con domiciliado en Jr. Progreso N°550 – Tarapoto, a efecto de cumplir con las Disposiciones Vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **Declaro bajo juramento**, todos los documentos, datos e información en la presente tesis, son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las Normas Académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 15 de diciembre del 2020.



.....
Bach. Oscar Medina Saucedo

DNI N° 45199682

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Medina Saucedo Oscar		
Código de alumno :	083158	Teléfono:	969988748
Correo electrónico :	osmmes04@gmail.com	DNI:	45199682

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ingeniería Civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería Civil

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título :	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
Año de publicación:	2020

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia **CREATIVE COMMONS**

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma y huella del Autor

8. Para ser llenado en el Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento.

14 / 01 / 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T.
Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e
Innovación de Acceso Abierto - UNSM-T.

Ing. M. Sc. Alfredo Ramos Perea
Responsable

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis padres y hermanos:

Dedico este trabajo a mis padres: JUSTINIANO Y ALEJANDRINA, a mis hermanos Robert, Yola y Elmer Personas que considero importantes para mí, quienes me dieron, su apoyo, consejos y motivación en mi Formación profesional.

A la señorita Liz Emily por su constante apoyo y motivación.

A mi abuelo:

Griseldo Medina Pérez

Por permitir conocerlo y quien amo con todo mi corazón, por ser ejemplo a seguir y que ahora está gozando de la gloria de dios.

Agradecimiento

Al ingeniero: Santiago Chávez Cachay

Mi agradecimiento a mi asesor por la Orientación y su apoyo para el desarrollo De la presente tesis.

Agradecimiento: a la Universidad nacional de San Martín Expreso mi cordial agradecimiento a nuestra Alma mater “Universidad Nacional de San Martín, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, a la plana de docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por sus enseñanzas y sus Sabios consejos durante la preparación profesional

Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	xii
Índice de gráficos o figuras	xiii
Listado de siglas o abreviaturas.....	xv
Resumen	xvi
Abstract.....	xvii
Introducción.....	1
CAPÍTULO I	6
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	6
1.1. Antecedentes de la investigación.....	6
1.2. Bases Teóricas	9
1.2.1. Bloques de tierra comprimida (BTC)	9
1.2.1.1. Tipos de máquinas.....	10
1.2.1.2. Propiedades de la mezcla	12
1.2.1.3. Proceso de fabricación.....	13
1.2.1.4. Dimensiones del bloque	14
1.2.2. Especificaciones y propiedades de bloques de tierra comprimida	14
1.2.3. Componentes del bloque de tierra comprimida (BTC).....	14
1.2.3.1. Suelo.....	14
1.2.3.2. Cemento.....	17
1.2.3.3. Agua	18
1.2.4. Suelos aptos para mezclas de suelos - cemento.....	18
1.2.5. Diseño de bloques de tierra comprimida	18
1.2.6. Propiedades de la mezcla.....	19
1.2.7. Contenido de agua compactación y densidad.....	19
1.2.8. Técnicas de estabilización de suelos.....	21
1.2.8.1. Estabilizadores.....	21
1.2.8.2. Estabilización química con cemento	21

1.2.8.3. Estabilización mecánica	21
1.2.9. Pruebas especialmente diseñadas para suelo-cemento	22
1.2.10. Normas y reglamentos internacionales	23
1.2.11. Normas y reglamentos nacionales	24
1.2.12. Ensayos	24
1.2.12.1. Ensayo de contenido de materia orgánica	25
1.2.12.2. Ensayo de contenido de humedad	26
1.2.12.3. Ensayo de consistencia de suelo.....	26
1.2.12.4. Ensayo de resistencia a la compresión seca	27
1.3. Definición de términos básicos.....	27
1.3.1. Suelo	27
1.3.2. Agua.....	27
1.3.3. Bloques de tierra comprimida.....	27
1.3.4. Cemento portland.....	27
1.3.5. Estabilización.....	28
1.3.6. Resistencia de compresión (f'c).....	28
 CAPÍTULO II.....	 29
MATERIAL Y MÉTODOS	29
2.1. Materiales, equipos y herramientas	29
2.1.1 Materiales.....	29
2.1.2 Equipos	30
2.1.3 Herramientas.....	35
2.2. Metodología.....	35
2.2.1 Tipo y nivel de investigación.....	35
2.2.1.1 Tipo de investigación	35
2.2.1.2 Nivel de investigación	35
2.2.2 Diseño de investigación.....	35
2.2.3 Variable y operacionalización de variables	37
2.2.3.1 Sistema de variables	37
2.2.3.2 Operacionalización de variables.....	37
2.3. Características físicas del suelo	37
2.3.1. Contenido de humedad	41
2.3.2. Gravedad específica.....	41

2.3.3. Ensayo de Limites de Atterberg.....	42
2.3.4. Análisis granulométrico por tamizado	43
2.3.5. Clasificación del suelo	43
2.3.6. Ensayo de Proctor Modificado	43
2.3.7. Compresión no confinada en muestras de suelo	44
2.4. Cemento portland.....	44
2.4.1. Cemento portland como aglomerante para el diseño de BTC	44
2.5. Diseño de muestras de suelo - cemento	45
2.5.1. Elaboración de los especímenes de suelo - cemento	45
2.5.2. Compresión no confinada en muestras de suelo – cemento	46
2.6. Diseño de bloque de tierra comprimida (BTC), estabilizado con cemento	46
2.6.1. Elaboración de los bloques de tierra comprimida.....	46
2.6.2. Prensadora Cinva Ram – Modifica.....	47
2.6.3. Ensayo a la compresión del BTC, estabilizado con cemento	48
2.6.4. Ensayo de absorción de BTC, estabilizado con cemento	49
2.6.5. Ensayo de alabeo BTC, estabilizado con cemento	50
2.6.6. Ensayo de densidad del BTC, estabilizado con cemento.....	50
2.6.7. Ensayo de dimensionamiento, BTC estabilizado con cemento.	51
2.7. Características de las pilas	51
CAPÍTULO III	53
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
3.1. Resultado de las propiedades físicos y mecánicos del suelo.	53
3.2. Resultados de los ensayos de las muestras de suelo – cemento.....	59
3.2.1. Compresión no confinada en muestras de suelo – cemento	59
3.3. Resultados de los ensayos de bloque de tierra comprimida (BTC)	60
3.3.1. Resistencia a compresión del BTC, patrón.....	60
3.3.2. Resistencia a compresión de BTC, estabilizado con cemento	63
3.3.3. Ensayo de absorción al bloque de tierra comprimida	66
3.3.4. Ensayo de alabeo al bloque de tierra comprimida	67
3.3.5. Ensayo de densidad del BTC, estabilizado con cemento.....	68
3.3.6. Ensayo de dimensionamiento del BTC, estabilizado con cemento	68
3.3.7. Resistencia a la compresión de pilas de BTC, estabilizados con cemento	68
3.4. Análisis y discusión resultados de bloques de tierra comprimida (BTC).....	69

3.4.1. Propiedades físicas y clasificación del suelo	69
3.4.2. Compresión no confinada de las muestras de suelo - cemento.....	69
3.4.3. Resistencia a compresión del Bloque de tierra comprimida (BTC)	69
3.4.3.1 Resistencia a compresión del BTC patrón	69
3.4.3.2 Resistencia a compresión del BTC, estabilizado con cemento	70
3.4.4. Ensayo de absorción de BTC, estabilizado con cemento	70
3.4.5. Ensayo de alabeo del bloque de tierra comprimida	70
3.4.6. Ensayo de densidad del bloque de tierra comprimida	70
3.4.7. Ensayo de dimensionamiento del bloque de tierra comprimida	70
3.4.8. Resistencia a la compresión de pilas de BTC, estabilizado con cemento.....	70
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
ANEXOS	76
Anexo A: Ensayo del suelo.	78
Anexo B: Diseño bloque de tierra comprimida.	113
Anexo C: Resistencia a la compresión del Bloque de Tierra Comprimida, bloque patrón.	121
Anexo D: Resistencia a la compresión del Bloque de Tierra Comprimida estabilizado con Cemento.	133
Anexo E: Ensayos de calidad.	153
Anexo F: Panel fotográfico.....	162

Índice de tablas

Tabla 1: Tamaños de las partículas de un suelo.	15
Tabla 2: Máxima pérdida permisible.....	22
Tabla 3: Norma y reglamentos internacionales	23
Tabla 4: Norma y reglamento nacional.	24
Tabla 5: Materiales para el diseño del BTC	29
Tabla 6: Contenido de humedad de las canteras.	53
Tabla 7: Gravedad específica de las canteras.	54
Tabla 8: Límite de Atterberg de las canteras.....	54
Tabla 9: Granulometría por tamizado cantera N° 01 (Mirador Lagartococha).....	55
Tabla 10: Granulometría por tamizado cantera N° 02 (Nueva California)	56
Tabla 11: Granulometría por tamizado cantera N° 03 (Cacatachi)	57
Tabla 12: Relación densidad – humedad cantera	57
Tabla 13: Compresión no confinada en suelo cemento.....	59
Tabla 14: Resultados a compresión simple del BTC patrón, 7 días.....	60
Tabla 15: Resultados a compresión simple del BTC patrón, 14 días.....	61
Tabla 16: Resultados a compresión simple BTC patrón, 21 días.....	62
Tabla 17: Resumen final de resistencia de la muestra patrón	62
Tabla 18: Resultados del BTC + 10% de cemento, 1, 3 y 5 días	63
Tabla 19: Resultados de BTC + 10% de cemento, 7 días	64
Tabla 20: Resultados de BTC + 10% de cemento, 14 días	64
Tabla 21: Resultados de BTC + 10% de cemento, 21 días	65
Tabla 22: Resumen general de resistencia a compresión BTC+10% de cemento	66
Tabla 23: Ensayo de absorción de 24 horas en unidades de BTC.....	66
Tabla 24: Ensayo de alabeo en unidades de BTC	67
Tabla 25: Ensayo de densidad en unidades del BTC	68
Tabla 26: Ensayo de dimensionamiento en unidades de BTC	68
Tabla 27: resistencia de pilas de BTC, estabilizados con cemento	68

Índice de figuras

Figura 1: Bloque de tierra comprimida.	10
Figura 2: Máquina CINVA RAM con molde macizo o molde tipo LEGO.	10
Figura 3: Prensas industriales para fabricación de BTC.	11
Figura 4: Tipo de BTC.	11
Figura 5: Elaboración del BTC en la CINVA RAM.	14
Figura 6: Nomenclatura de las superficies.	14
Figura 7: Tamaños de las partículas de un suelo.	16
Figura 8: Limite de atterberg.	17
Figura 9: Equipo utilizado en el ensayo Proctor.	20
Figura 10: Ensayo para contenido de materia orgánica.	25
Figura 11: Ensayo para contenido de humedad de suelo.	26
Figura 12: Limites de atterberg.	27
Figura 13: Extracción del suelo.	29
Figura 14: Cemento.	30
Figura 15: juego de tamices.	30
Figura 16: Copa de casagrande.	31
Figura 17: Ensayo proctor modificado.	31
Figura 18: Equipo manual para la compresión no confinada.	32
Figura 19: Prensa para Fabricar bloques de tierra comprimida.	33
Figura 20: Ensayo a la compresión.	33
Figura 21: Horno para secado de los especímenes.	34
Figura 22: Baños maría.	34
Figura 23: Balanza eléctrica.	35
Figura 24: Extracción de la muestra del suelo.	38
Figura 25: Ubicación de la cantera N°01.	38
Figura 26: Extracción de la cantera N° 02.	39
Figura 27: Ubicación de la cantera N°02.	39
Figura 28: Extracción de la cantera.	40
Figura 29: Ubicación de la cantera N°03.	40
Figura 30: Ingreso de la muestra de suelo de las tres canteras.	41
Figura 31: Compactado en capas de 3 y cada capa 25 golpes.	44

Figura 32: Extracción de la muestra de la maquina Cinva Ram - Modificada	48
Figura 33: El asesor de tesis verificando las pruebas de rotura de los BTC	48
Figura 34: Se muestra los resultados de los BTC a los 21 días de curado	49
Figura 35: Se muestra los BTC, sumergidos en agua por 24 horas	49
Figura 36: Verificando el alabeo en los bordes del BTC	50
Figura 37: Las muestras sumergidas por 24 horas para determinar su densidad	50
Figura 38: verificando las medidas de los bloques de tierra comprimida.....	51
Figura 39: Presentación de la pila de BTC.....	51
Figura 40: se procedió a romper la pila de BTC, verificado por el Asesor.....	51
Figura 41: Contenido de humedad de las canteras.....	53
Figura 42: Gravedad específica de las canteras (gr/cm ³).....	54
Figura 43: Límite de Atterberg de las canteras.	55
Figura 44: Granulometría por tamizado cantera N° 01.....	56
Figura 45: Granulometría por tamizado cantera N°02.....	56
Figura 46: Granulometría por tamizado cantera N°03.....	57
Figura 47: Relación densidad – humedad cantera.....	58
Figura 48: Compresión no confinada en muestras de suelo.....	58
Figura 49: Compresión no confinada en suelo cemento.	59
Figura 50: Resultados a compresión simple del BTC patrón, 7 días.	60
Figura 51: Resultados a compresión simple del BTC patrón, 14 días.	61
Figura 52: Resultado a compresión simple BTC patrón, 21 días.....	62
Figura 53: Resumen final de la muestra patrón.....	63
Figura 54: Resultados del BTC + 10% de cemento, 1, 3 y 5 días.....	63
Figura 55: Resultados de BTC + 10% cemento, 7 días.....	64
Figura 56: Resultados de BTC + 10% cemento, 14 días.....	65
Figura 57: Resultados de BTC + 10% cemento, 21 días.....	65
Figura 58: Resumen general de resistencia a compresión BTC + 10% de cemento.	66
Figura 59: Ensayo de absorción de 24 horas en unidades de BTC.	67

Listado de siglas o abreviaturas

Símbolo	Significado
FICA	Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.
UNSM	Universidad Nacional de San Martín.
M	Metro, metros.
BTC	Bloque de tierra comprimida.
q	Capacidad portante del suelo.
Kg/cm ²	Kilogramo sobre centímetro cuadrado.
CO ₂	Dióxido de carbono.
NPT	Norma Técnica Peruana.
Gr/cm ³	Gramo sobre centímetro cúbico.
N	Newton.
RCD	Residuos de construcción demolidos.
Ca	Coefficiente de abrasión.
BSC	Bloque de suelo cemento.
%	Porcentaje.
σ	Resistencia a la compresión.

Resumen

La presente investigación estudia un material alternativo, bloque de tierra comprimida (BTC), estabilizado con cemento para promover la construcción en zonas rurales que es poco usado en la actualidad debido a la falta de difusión e investigación. Para el desarrollo de la investigación se analizó tres tipos de suelos arcillosos a fin de demostrar que a mayor plasticidad de la tierra, la resistencia a compresión del mampuesto aumenta, se utilizó Cantera N° 01 – Mirador Lagartococha; cantera N° 02 Nueva California y la cantera N° 03 Cacatachi, los resultados arrojaron que la cantera N° 01 tiene mejores resultados en plasticidad, en cohesión: 1.48 grs/cm², cohesión: 0.74 grs/cm², densidad máxima: 1.81 grs/cm³ y humedad óptima: 10.30% esto hace que mezclado con el cemento presenta mejores resultados a los ensayos a compresión. Obteniendo las características físicas de suelo, se elaboró especímenes con proporciones de 6%, 8%, 10% y 12% de cemento, y se verificó que la proporción de 10% de cemento respecto a la cantidad de suelo, presenta mejores resultados en compresión: 119.08 kg/cm² y cohesión: 59.54 grs/cm², con estos resultados se diseñaron los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizado con cemento: 7000 gramos, 700 gramos y 721 mililitros de agua potable. Se elaboró 40 bloques de tierra comprimida (BTC) patrón, que arrojaron los siguientes resultados a compresión: 7 días, 25.56 kg/cm²; 14 días; 30.20 kg/cm² y 21 días, 33.81 kg/cm². Se desarrolló 119 bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizado con el 10% de cemento respecto a la cantidad de suelo, arrojando los siguientes resultados: 1 día, 14.25 kg/cm²; 3 días, 23.35; 5 días 30.93 kg/cm²; 7 días, 39.02 kg/cm²; 14 días; 76.96 kg/cm² y 21 días, 119.08 kg/cm². Concluyendo que, la adición del 10 % cemento respecto a la cantidad de muestra aumenta significativamente la resistencia a compresión en 52.66% a los 7 días de curado, 154.83% a los 14 días de curado y 252.20% a los 21 días.

Palabra clave: Bloque, tierra comprimida, cemento, resistencia.

Abstract

The present research investigates an alternative material, compressed earth block (CEB), stabilized with cement to promote construction in rural areas that is currently underused due to lack of dissemination and research. For the research development, three types of clay soils were analyzed in order to demonstrate that the greater plasticity of the soil is, the compressive strength of the masonry increases: Quarry N° 01 - Mirador Lagartococha, Quarry N° 02 Nueva California and Quarry N° 03 Cacatachi were used. The results showed that quarry N° 01 has better results in terms of plasticity and cohesion: 1.48 grs/cm², cohesion: 0.74 grs/cm², maximum density: 1.81 grs/cm³ and optimum humidity: 10.30%. This means that when mixed with the cement, it presents better results in the compression tests. Obtaining the physical characteristics of the soil, samples were elaborated with proportions of 6%, 8%, 10% and 12% of cement, and it was verified that the proportion of 10% of cement with respect to the quantity of soil, presents better results in compression: 119.08 kg/cm² and cohesion: 59.54 grs/cm². With these results, the compressed earth block (CEB) can be designed, stabilized with cement: 7000 grams, 700 grams and 721 milliliters of drinkable water. Forty standard compressed earth block (CEB) were produced, which showed the following compression results: 7 days, 25.56 kg/cm²; 14 days; 30.20 kg/cm² and 21 days, 33.81 kg/cm². A total of 119 compressed earth block (CEB) were developed, stabilized with 10% cement with respect to the amount of soil, giving the following results: 1 day, 14.25 kg/cm²; 3 days, 23.35; 5 days 30.93 kg/cm²; 7 days, 39.02 kg/cm²; 14 days; 76.96 kg/cm² and 21 days, 119.08 kg/cm². In conclusion, the addition of 10% cement with respect to the sample quantity significantly increases the compressive strength by 52.66% at 7 days of curing, 154.83% at 14 days of curing and 252.20% at 21 days.

Key word: Block, compressed earth, cement, resistance.



Introducción

La tierra es el material de construcción utilizado desde inicio de la humanidad, ha demostrado a través de la historia ser uno de los pocos materiales que combinan de forma exclusiva la capacidad térmica y acústicas, en su gran mayoría son apropiadas para trabajar como material de construcción. Por las características y propiedades que estas presentan, se puede llegar afirmar que es un material de construcción básico, quienes construyen mampostería haciendo uso de técnicas domésticas, esta práctica se realiza mayormente en zonas rurales, desde hace varias décadas se usa como material confinado en la construcción de muros.

En particular el bloque de tierra comprimida (BTC) estabilizado con cemento, ha llegado a ser un importante material de construcción especialmente para viviendas. Este es el producto de una mezcla apropiada de suelo, cemento y agua posteriormente dosificado, mezclado, prensados y curados, que se convierte en una masa sólida. Estos bloques de tierra comprimida, además de ser de bajo costo, tienen una ventaja interesante que es el uso de la tierra que, al mismo tiempo de ser material fácil de obtener, tiene un impacto ecológico importante reduciendo la contaminación en grandes proporciones.

Esta investigación se apoyará de ensayos en laboratorio, los cuales se harán determinadas dosificaciones (selecciones de proporciones) para obtener varios valores de resistencia a compresión del suelo-cemento, estos ensayos de laboratorio se ejecutarán siguiendo todos los parámetros de mezcla, se realizará utilizando tierra no fértil como materia prima.

La presente investigación pretende difundir ampliamente los conocimientos teóricos y prácticos sobre la tecnología de los bloques de tierra comprimida estabilizado con cemento, y mostrar a la industria de la construcción que usando materiales del medio local se puede obtener bloques tierra comprimida de resistencia a la compresión, y así puede servir como punto de partida para futuros proyectos y poder introducir en el mercado un producto alternativo de construcción que sea económico, viable y pueda cumplir con las especificaciones de la norma peruana de construcción.

Planteamiento del problema

El deterioro ambiental viene agravándose en las últimas décadas en todo el mundo, afecta fundamentalmente a la naturaleza, a través de elevados niveles de explotación de los

recursos naturales (incluyendo en ellos suelos fértiles), contaminación de la atmósfera, agotamiento y contaminación de los recursos hidrológicos, todos ocasionados por la acción del hombre. (Galíndez, 2017)

La tierra ha sido empleada durante siglos en la construcción de viviendas, los hombres se familiarizaron con sus características y aprendieron a manejarlas empíricamente agregándole fibras de vegetales y materiales de refuerzo para mejorar la resistencia, sin embargo y debido a algunos factores como la destrucción de casas en terremotos. La inclinación en las universidades hacia la enseñanza sobre construcción de viviendas de ladrillo y concreto, a la idea formada que la casa de adobe y tapial son para familias de bajo nivel social y económico insidioso que se dejara de lado el profundizar sobre investigaciones acerca de la construcción con tierra.

El material más usado en la construcción de viviendas es el ladrillo de arcilla cocido, pero en su proceso de fabricación produce una degradación enorme del suelo sumando a la emanación de gases tóxicos producto de la quema de combustibles para cocer el ladrillo, para ello se está proponiendo un nuevo producto de construcción que no emite gases tóxicos al medio ambiente y que es económico. Frente a este problema en el presente proyecto de investigación se está planteando el diseño de bloques de tierra comprimida (BTC), estabilizado con cemento de buena resistencia, y pueda cumplir con los requisitos mínimos de la Norma del Adobe E.070.

Conocer la resistencia, características y propiedades de los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cemento, con fines de presentar un producto nuevo como alternativa de construcción en la región San Martín, se desarrollará una nueva pieza constructiva que disminuye la emisión de CO₂ a la atmósfera. Con este trabajo de investigación se pretende crear un nuevo concepto de autoconstrucción para las regiones más pobres.

En la región San Martín, en donde la industria de la construcción va en aumento trayéndose consigo mayores problemas en la autoconstrucción, generando la necesidad de contar con un material nuevo el cual permitirá brindar una alternativa de construcción y poder solucionar problemas constructivos principalmente a la familia de escasos recursos.

Formulación del problema

Problema general

¿De qué manera se lograría obtener un bloque de tierra comprimida, estabilizado con cemento de buena resistencia y que cumpla los requisitos mínimos que exige la Norma de Adobe E.080 y la norma de albañilería E.070, para el uso en la construcción de las viviendas rurales en la provincia de San Martín, región San Martín?

Problema específico

¿De qué manera varía las propiedades físicas y mecánicas del bloque de tierra comprimida estabilizado (resistencia a la compresión y absorción) al adicionarle cemento portland?

Justificación del problema

La investigación se justifica, debido a la necesidad de contar con un producto alternativo de construcción utilizando insumos locales (suelo), nos permitirá tener a la mano las especificaciones técnicas para la elaboración de bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizado con cemento.

Beneficio Estructural

Los resultados finales permitirán evaluar el diseño de bloque de tierra comprimida estabilizado con cemento si es viable para los procesos constructivos de edificaciones.

Beneficio ambiental

Al usar bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados con cemento se estará apoyando a la no contaminación del medio ambiente debido que este tipo de producto no utiliza energía para su fabricación, será una alternativa que impactará en la construcción por ser un material de buena resistencia y económico.

Beneficio social

El bloque de tierra comprimida (BTC), estabilizado con cemento será el punto de partida para futuros proyectos, usando este tipo de material se pretende terminar con su escaso uso, dando a conocer a la industria de la construcción regional todo lo relacionado a este tipo de producto. Es decir, sus características, ventajas, aplicaciones, materiales a utilizar, ensayos a realizarse (equipo, proceso e interpretación y manejo de resultados).

Hipótesis

La adición de cemento aumentará la resistencia a compresión del bloque de tierra comprimida (BTC) y poder cumplir los requisitos mínimos de la Norma del Adobe E.070 y la Norma de Albañilería E.080, y ser usado como material sostenible para el uso en la construcción de vivienda rural en la provincia de San Martín.

Objetivos

Objetivo general

- Diseñar bloques 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 de San Martín.

Objetivo específico

- Obtener bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizado con cemento, de buena resistencia bajo diseños experimentales.
- Determinar la dosificación más adecuada para la elaboración de bloques de tierra comprimida estabilizado con cemento.
- Determinar la resistencia a compresión de los bloques de tierra comprimida incorporando cemento.
- Lograr que los resultados cumplan con los requisitos mínimos establecidos con la norma peruana de construcción.
- Desarrollar un espécimen que no contribuye emisión de CO₂ a la atmósfera.

Estructura del proyecto de investigación

En el presente informe de investigación, consiste en 3 capítulos en la siguiente forma

- **Capítulo I (Revisión Bibliográfica):** En este capítulo utilizaremos antecedentes bibliográficos a nivel internacional, nacional y local, se desarrollará la base teórica sobre: Bloques de tierra comprimida (BTC), especificaciones y propiedades para el suelo – cemento, componente para el bloque de tierra comprimida, los suelos aptos para la mezcla de suelo–cemento, diseño de bloques de tierra comprimida, propiedades de la mezcla, contenido de agua compactación y densidad, técnicas y estabilización del suelo, pruebas especialmente diseñada para suelo–cemento, definiciones de términos básico, agua, cemento portland, estabilización y resistencia a la compresión suelo.

- **Capítulo II (Materiales y Métodos):** En este capítulo se describen los materiales, herramientas y equipos utilizados en los ensayos, las variables su operacionalización, las características físicas del suelo, cemento portland, diseño de las muestras de suelo – cemento, diseño de bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizado con cemento y los procedimientos desarrollados en laboratorio.
- **Capítulo III (Resultados y Discusión):** En este capítulo se presentarán los resultados de las características físicas del suelo, los resultados de las muestras de suelo–comentó, los resultados del diseño de bloques de tierra comprimida (BTC), se analizará e interpretará los resultados obtenidos en laboratorio mediante cuadros, gráficos y curvas. Al finalizar la presentación de todos los resultados obtenidos se dará paso a las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Para la elaboración del presente proyecto de investigación se ha revisado material bibliográfico e investigaciones realizadas con temas similares, que nos permitirá tomar nota de antecedentes y resultados, que deben considerarse para los fines convenientes siendo como sigue:

A nivel internacional

- Mejía Pacheco, P.J. (2018). *Bloques de tierra comprimida con agregados de residuos de construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en la ciudad de Saraguro, Loja, Ecuador* (Tesis de maestría), Ecuador. El objetivo de su investigación es elaborar un prototipo de Bloque de Tierra Comprimida (BTC) con suelos de la ciudad de Saraguro, provincia de Loja, con agregados de Residuos de Construcción y Demolición (RDC), en sustitución de agregado vírgenes, que cumplan los requisitos y estándares mecánicos para su utilización como mampuestos. Concluye, los resultados obtenidos en los ensayos indican que, el comportamiento de los BTC con RCD ante las exigencias físicas y mecánicas de la NTC 5324 supera al mostrado por los BTC con arena tradicional. En el caso del ensayo a la compresión, la dosificación que contiene 70% de agregado de RCD supera la exigencia de la norma ASTM c34 hasta el 250%.

- Bustamante K. y Mendoza D. (2017) *BTC con adición de ceniza de bagazo de caña como solución a la autoconstrucción de vivienda en zona rural del municipio de Nimaima* (Tesis de pregrado). Colombia. El objetivo su investigación es plantear un prototipo de vivienda autoconstruida para la vereda el Cálamo del municipio de Nimaima Cundinamarca, a partir del uso del bloque de tierra compactada con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y materiales de la región. Concluye, la tierra que presentó mejores resultados para la fabricación de bloques de tierra comprimida (BTC) en la vereda Cálamo del municipio de Nimaima es la que presenta: 60% tierra y 40% de arena, y la mezcla que mejor comportamiento tuvo para los bloques de 5x5x5 fue de proporción tierra: arena: Ceniza: 3:3:3 que presento una resistencia de 0.08 Mpa.

- Berlingieri R. (2017). *Caracterización de bloques suelo cemento como mampuesto* (Informe de investigación), Argentina. El objetivo de su investigación lograr un bloque de suelo cemento que cumpla con las normas vigentes. Su informe concluye que los bloques cumplieron con los requisitos según CIRSOC como mampostería sismorresistente tipo III.
- Molina Vinasco. G.M (2016). *Bloques de tierra comprimida con adición de residuos de concreto y cemento como solución sostenible para la construcción de muros no estructurales*. (Tesis de pre grado), Colombia. El objetivo de su investigación es determinar la dosificación óptima para la realización de bloques de tierra comprimida compuestos por suelos derivados de cenizas volcánicas, escombros de concreto y cemento, como alternativa de construcción sostenible de muros no estructurales, donde obtuvo los siguientes resultados. Concluyendo, la dosificación con mejores resultados fue aquella con 80% de suelo derivado de cenizas volcánicas, 15% de residuo de concreto y 5% de cemento, siendo esta combinación porcentual la que arrojó mejores resultados de investigaciones anteriores con adición de ladrillo en lugar de escombros de concreto y cal en lugar de cemento.
- Reyes Lluberes C. W y Peralta Berroa J. R. (2014). *Análisis de Resistencia a Compresión de Tierra Comprimida Estabilizada para la Fabricación de Bloques Estructurales*. (proyecto de pre grado), Republica Dominicana. El objetivo de su investigación es determinar la resistencia a compresión del material terreo moldeado. Concluye que los bloques de tierra comprimida son una técnica que pueden dar buenos resultados en la lucha contra la falta de vivienda digna en el país, no solo por su economía, también por su resistencia, sin embargo, muy pocos lo conocen.
- Galíndez F. (2007). *Bloque de tierra comprimida (BTC) sin adición de cemento*. (investigación), Argentina. El objetivo de su investigación es aportar al desarrollo de la tecnología para la fabricación de mampuesto para la construcción de edificios, con bajo costo energético, ambiental y que puedan ser producidos por medio de autoconstrucción y/o pequeñas unidades productivas. Concluye, demostrando empíricamente, a partir de los resultados obtenidos con probetas de distintos tipos de tierra, que la resistencia a compresión aumenta conforme aumenta la plasticidad de las tierras.

A nivel nacional

- Mantilla Calderón J. C (2018). *Variación de las Propiedades Físico Mecánicas del Adobe al Incorporar Viruta y Caucho*, (Tesis de pre grado), Cajamarca. El objetivo es

determinar la variación de las propiedades físico–mecánicas del adobe con adición de la viruta y caucho en porcentajes de 2%, 3% y 5%. Concluye que las propiedades físico–mecánicas han variado favorablemente con la incorporación de viruta y caucho al adobe, ya que la resistencia a compresión ha aumentado hasta en 36% en comparación al adobe tradicional (al adicionar 3% de viruta). En resistencia a flexión hubo un incremento hasta del 4% al adicionar 3% de fibra de viruta. En cuanto a la resistencia a la absorción de agua, se ha disminuido hasta en un 4% con la adición de 5% de fibra de caucho, finalmente frente a la exposición de saturación total los bloques de adobe con adición de 5% de caucho presentan ligera exposición y menor desgaste frente a los adobes tradicionales.

➤ Valverde B.J (2019). *Resistencia a la compresión de adobe, estabilizado en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz* (Tesis de pregrado), Chimbote. El objetivo principal de su investigación determinar la resistencia a la compresión de adobe, cuyas unidades serán estabilizadas en 2% y 3% con cenizas de cascara de huevo y cascara de arroz. Concluye, afirmando el suelo utilizado para elaborar las unidades de adobe, es arcilloso con poca presencia de humedad y una consistencia de mediana plasticidad. Además, muestra niveles altos de acidez; mientras que las cenizas de cáscara de huevo y cáscara de arroz manifiestan niveles altos de alcalinidad, al evaluar el crecimiento de la resistencia, el adobe 1 y 2 no lograron superar al promedio de la resistencia a la compresión del adobe patrón.

➤ Villanueva. J. T (2106). *Propiedades mecánicas y físicas del adobe compactado con adición de viruta y aserrín*. (tesis de pregrado), Cajamarca. El objetivo de su proyecto de investigación es determinar las propiedades físicas del adobe compactado con 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de viruta y 1.5%, 3.0% y 4.5% adición de aserrín de Eucalipto. Concluye afirmando que su hipótesis cumple debido que los ensayos demostraron que las unidades de adobe compactado con adición de viruta en sus diversos porcentajes obtuvieron una resistencia mínima de 28.04 kg/cm²; por otro lado las unidades de adobe compactado con adición de aserrín obtuvieron una resistencia minia de 13.64 kg/cm² demostrando lo contrario, ambas en compresión, mientras que en flexión las unidades de adobe compactado con adición de viruta tuvieron una resistencia mínima de 19.38 kg/cm² y las unidades de adobe compactado con adición de aserrín tuvieron una resistencia mínima de 9.81 kg/cm². además, afirma que las propiedades físicas de dichos adobes con cualquier dosificación de fibra vegetal se mantienen constante en la resistencia a la absorción de agua.

➤ Abanto Flores P. J y Akarley Poma L. M (2014). *Características Físicas y Mecánicas de Unidades de Albañilería Ecológicas Fabricadas con Suelo-Cemento en la Ciudad de Trujillo* (Tesis de pre grado), Trujillo. El objetivo de su investigación, es determinar las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo-cemento en la ciudad de Trujillo. Concluye que empleando un diseño de mezcla: cemento, suelo, arena y agua 1:5:05.1, se lograron unidades a una resistencia a compresión 74.78 kg/cm², mayor en 36% a la resistencia mínima exigida por la norma E.070 (55 kg/cm²) para ladrillos de arcilla King Kong artesanal.

➤ Rojas Vargas J. (2014). *Comportamiento Sísmico de un Módulo de Dos Pisos Reforzado y Construido con Ladrillo Ecológicos Prensado* (Tesis de pre grado), Lima. El objetivo de su investigación, es analizar experimentalmente el comportamiento sísmico de la albañilería compuesta por ladrillos ecológicos prensados, así como estudiar el efecto del refuerzo horizontal y vertical, utilizado para proveer ductilidad e integración entre los muros. Concluye afirmando que la mezcla conformada por tierra arcillosa (65%), cemento (20%), arena fina (10%) y agua (5%) se lograron ladrillos de suelo cemento con una resistencia a la compresión de 99.5 kg/cm², valor superior a la resistencia mínima exigida por la Norma de Adobe E0.80 (12 kg/cm²) y siendo equivalente a la resistencia característica a compresión de los ladrillos clase III (95 kg/cm²) de la norma de Albañilería E0.70.

A nivel local

No existe antecedentes

1.2. Bases Teóricas

Según se describe en los antecedentes, existen investigaciones respecto al uso del suelo – cemento.

1.2.1. Bloques de tierra comprimida (BTC)

Los bloques de tierra comprimida o BTC son bloques elaborados con tierra cruda en forma de ladrillo a los que se les ha aplicado una compresión que permita cohesionar de mejor manera las partículas de los componentes. (Mejía, 2018).

Los bloques de tierra comprimida o BTC son bloques elaborados con tierra cruda en forma de ladrillo a los que se les ha aplicado una compresión que permita cohesionar de mejor manera las partículas de los componentes.

La construcción con BTC, por múltiples ventajas, como: consumo de energía para su elaboración, no genera contaminación y principalmente se puede hacer uso del propio suelo donde se emplaza el proyecto. (Pacheco y Jalali, 2012).

Los bloques de suelo cemento (BSC) son productos de forma generalmente paralelepípedo, los bloques se obtiene por compresión estática o dinámica del suelo en un estado húmedo, seguido de un desmolde inmediato. Estos bloques son generalmente instalados con justas de mortero, que sirven para la construcción de muros y divisiones. (NTC 5324).

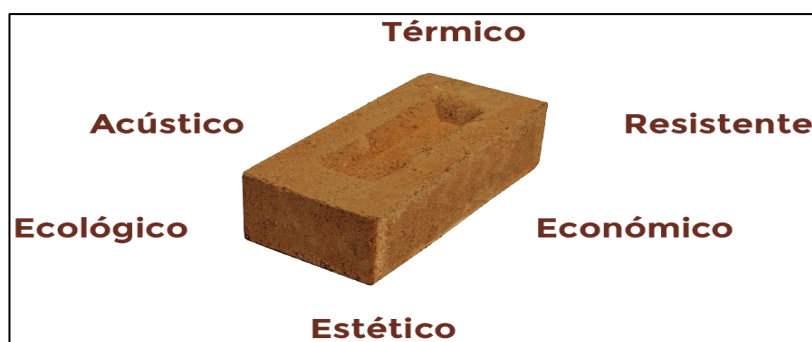


Figura 1: Bloque de tierra comprimida. (Fuente: <http://tierratec.com/>)

1.2.1.1. Tipos de máquinas

Para el proceso de compactación existen diferentes tipos de máquinas, entre manuales, semi industriales y completamente industriales.

Respecto a la maquinaria manual, la mayoría usa la CINVA RAM, inventada por el Ing. Raúl Ramírez, chileno, para el CENTRO INTERAMERICANO DE VIVIENDA (CIV), con sede en Bogotá, Colombia en la década de 1950, fue pensada para comunidades en las que se fomenta la autoconstrucción debido a su independencia energética, pues solamente hace falta la fuerza del operario, para la compactación del bloque mediante una palanca. Existen modelos para la fabricación de uno o dos bloques simultáneos y la forma del bloque depende de la infinidad de modelos de bloques que se pueden conseguir e inclusive fabricar. Son máquinas muy versátiles y económicas.



Figura 2: Máquina CINVA RAM con molde macizo o molde tipo LEGO. (Fuente: Papercrete, 2010)

En cuanto a máquinas semi industriales e industriales, existen en una gama muy variada de tamaños, producción, moldes, estáticas, transportables, auto recargables. Máquinas pensadas para el emprendimiento de pequeña y mediana empresa como una forma de crecimiento económico en sectores deprimidos de la sociedad. Con fabricantes en varios países; Estados Unidos, China, Brasil, Alemania, Italia entre otros.



Figura 3: Prensas industriales para fabricación de BTC. (Fuente: Qingdao, 2017).

La versatilidad de los moldes es otro factor de gran importancia, pues existen varios tipos de ladrillos en cuanto a formas y tamaños, pero además se pueden fabricar bloques accesorios, para remates de esquinas, para conducción de instalaciones, para dinteles.

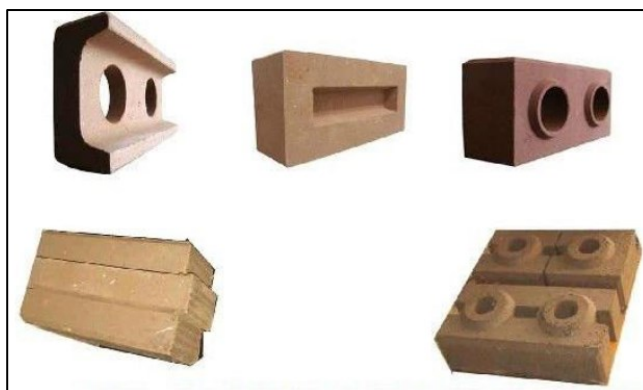


Figura 4: Tipo de BTC. (Fuente: Rocha, 2015)

Ventajas

- Unidades muy regulares en tamaño y peso.
- Producción en serie.
- Posibilidad de almacenaje inmediato.
- El potencial de fabricación en formas diversas.
- Permite disminuir el uso del material si el molde tiene agujeros.

- Puede tener cámara de aire que ayuda a la regulación térmica y acústica.
- Conserva todas las propiedades de la construcción en tierra.
- Es de fácil deconstrucción y reciclaje.
- No necesita cocción.
- Se pueden fabricar todo tipo de bloques accesorios para esquinas, acanalados, dinteles, etc.
- Disminución de fisuras en muros por la baja presencia de agua durante la fabricación.
- Mayor resistencia a la compresión que los adobes.
- Las posibilidades constructivas son similares a las realizadas con ladrillos cocidos.

Patologías

- Dentro de las pocas patologías que se pueden presentar en los BTC:
- Precisa de tratamiento de superficies o impermeabilización para ser colocado en exteriores.
- Precisa de combinación con otros sistemas constructivos para mejorar su comportamiento sismorresistente.
- Se recomienda usar una cadena de hormigón para separarlo del suelo y así evitar humedad.

Como desventajas podemos acotar lo siguiente:

- La fabricación es más lenta que otros materiales estandarizados.
- El costo de producción se ve directamente afectado por las maquinarias que puedan ser adquiridas para la elaboración.

1.2.1.2. Propiedades de la mezcla

Para el proceso de fabricación del BTC, se necesita que la tierra contenga humedad entre el 20 y 25 % y que presente una composición granulométrica fina con un diámetro máximo de partículas de 5 mm, en varios casos es necesario realizar la estabilización del suelo mediante la adición de cal entre el 3 y 15% o cemento entre el 5 y 15%, los que agregan resistencia e impermeabilidad a la unidad producida.

Según investigaciones, mediante el tratamiento químico basado en la adición de aditivos como cal o cemento, se puede mejorar la resistencia a la compresión, alcanzando valores de hasta 75 Kg/cm². (Barbeta, 2002), (Aubert, Fabbri, Morel, y Maillard, 2013)

El uso del cemento o cal como estabilizantes, es recomendado para suelos lateríticos. La lateritia es un suelo propio de las regiones cálidas, con baja cantidad de sílice y alta cantidad de hierro y alúmina. También se recomiendan estabilizantes en suelos que tienen altos porcentajes de óxido de silicio o dióxido de silicio SiO_2 más conocido como sílice que está presente de manera natural en la arena, llamado también cuarzo. La alúmina, es el óxido de aluminio, junto con la sílice, son los componentes más importantes de las arcillas, aportando a su resistencia y aumento de temperatura de maduración, para mejorar las prestaciones de los BTC y su comportamiento frente a los requerimientos exigidos por las normativas aplicables, para ser considerado como un material de construcción. (Martínez, 2012), (Nagarajet al., 2014).

También ha sido demostrado que mediante la adición de paja o fibras naturales incrementa la resistencia a la tracción hasta un 35%, que mejoran las características del suelo contra la acción el salitre, mejoran la resistencia a la abrasión y mejoran la resistencia a la compresión mediante el uso de emulsión asfáltica hasta el 10% en peso, cemento entre el 5% y 15% en peso, cal hidratada hasta el 15% en peso. (Martínez, 2012), (Danso, Martinson, Ali y Williams, 2015), (Barbeta, 2002), (Kijjanapanich, Annachhatre, Esposito, van Hullebusch, y Lens, 2013).

1.2.1.3. Proceso de fabricación

El concepto utilizado para la fabricación del BTC es muy sencillo, consiste en tener el suelo listo, un molde de la forma y tamaño que se quiere para el BTC, una tapa para el molde, accionada con una palanca para compactar el material dentro del molde y que a la vez expulsa el bloque desde el interior del molde una vez compactado.

Para este proceso, existen muchas variaciones, pero generalmente se cuenta con la CINVA RAM, una máquina de acción manual, difundida ampliamente a nivel mundial, accionada por la fuerza del operador y la palanca de la máquina como multiplicador de esa fuerza para lograr una compresión al BTC de hasta 7Mpa, aproximadamente.

Si hablamos de una maquina manual que depende de la fuerza del operador, resulta conveniente la disponibilidad de varios operarios para evitar que el cansancio influya directamente en la calidad del bloque, pues como más adelante veremos, la presión ejercida por la máquina al BTC es directamente proporcional a la compactación del bloque, condición que aporta resistencia a la compresión.



Figura 5: Elaboración del BTC en la CINVA RAM. (Fuente: Criativa, 2015)

1.2.1.4. Dimensiones del bloque

Vienen dadas principalmente por la facilidad para tomarlos con una sola mano al momento de su colocación.

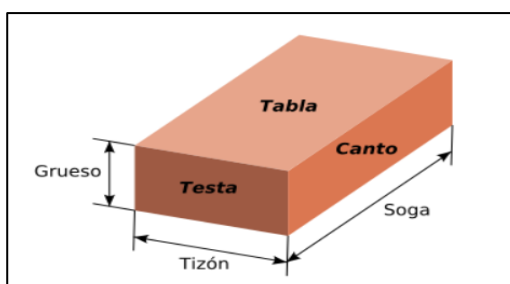


Figura 6: Nomenclatura de las superficies. (Fuente: Pablo J. Mejía P., 2017)

1.2.2. Especificaciones y propiedades de bloques de tierra comprimida

Los efectos del cemento en el suelo son:

- Disminuye el peso específico seco.
- Aumenta la resistencia a la compresión
- Disminuye la sensibilidad a la acción del agua
- Disminuye la retracción por secado
- Aumenta la resistencia a la erosión

1.2.3. Componentes del bloque de tierra comprimida (BTC)

El conjunto de elementos (suelo, cemento y agua), dosificados mezclados y compactados forman los BTC.

1.2.3.1. Suelo

Define; el suelo es una delgada capa sobre la corteza terrestre de material que proviene de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los residuos de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan. (Crespo, 2004).

El término “suelo” ha sido definido de diferentes maneras, ya sea que dicha definición provenga del geólogo, del agrónomo o del ingeniero civil.

El geólogo define al suelo como el material resultante de la descomposición y desintegración de la roca por el ataque de agentes atmosféricos. (Chiossi, 2004)

Algunos ingenieros civiles definen al suelo como conjunto de partículas materiales, producto de la desintegración mecánica o de la descomposición química de rocas preexistentes. (A. Rico y H. del Castillo, 2004).

Otro autor, doctor en la ingeniería, lo define como sedimentos no consolidados y depósitos de partículas sólidas derivadas de la desintegración de las rocas. (Alfred R. Jumikis, 2004).

1.2.3.1.1. Distribución del tamaño de partículas

a. Física del suelo

Menciona que la física del suelo está relacionada a su parte sólida, la cual está conformada por una diversa gama de partículas. Estas son clasificadas según su tamaño, cuyos límites varían según las organizaciones que los definen. (Valdivia, 2016).

Tabla 1

Tamaños de las partículas de un suelo.

Nombre de la organización	Tamaño de partículas (mm)			
	Grava	Arena	Limo	Arcilla
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	<0.003
American Association of State Highway and Transportation (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.004
Unified Soil Clasification System (US)	75 a 4.75	4.75 a 0.075	Finos (limos y arcillas) <0.075	

Fuente: Das Braja, 2012

Para establecer una idea acerca de las propiedades físicas del suelo, lo analizaremos bajo un estado de composición. Al aplicar una fuerza de compresión sobre el suelo, las partículas se

adecúan con el fin de encontrar una posición más estable. En este acomodo, las partículas de menor tamaño ocupan los espacios dejados por las de mayor tamaño. En conclusión, el suelo ha modificado (reducido) su volumen para poder resistir la carga “un aumento de densidad va acompañado de un aumento de resistencia. (Torrente y Sagüés, 1974).

b. Suelos gruesos

Los suelos están constituidos de partículas con textura granular compuesta de fragmentos de roca y mineral. De acuerdo al sistema de clasificación unificado estas partículas tienen un tamaño comprendido entre 75 y 0.075mm, que corresponde al tamaño de grava y arena. Aunque en su mayoría contienen partículas mayores a 0.075mm también contienen material fino en pequeña cantidad, como conjunto estos suelos tienen mayor resistencia a la erosión. (Campos y German, 2005).

La muestra de suelo debe ser tamizada por los menos 15 minutos, donde cada tamiz retendrá una fracción de masa de suelo cemento y el plato inferior retendrá las partículas mas finas del suelo menores a 0.075mm para otro propósito.

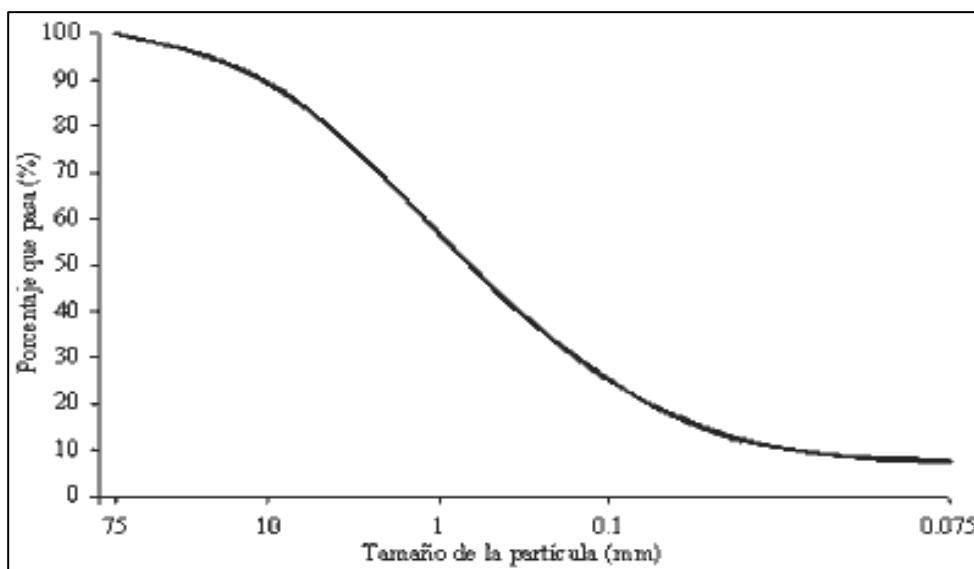


Figura 7: Tamaños de las partículas de un suelo. (Fuente: Campos y German, 2005)

c. Suelos finos

Los suelos están constituidos de partículas compuestas de fragmentos diminutos de roca, minerales y minerales de arcilla, con textura granular y en hojuelas. De acuerdo al sistema de clasificación unificado estas partículas tienen un tamaño inferior a 0.075mm, que corresponden a la categoría del limo y la arcilla, por lo que toda fracción de suelo que pasa el tamiz n° 200 es considerado como suelo fino. (Campos, 2005).

d. Límites de Atterberg

La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en todas las épocas. Las arcillas presentan esta propiedad en grado variable. Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de atterberg, quien por medio de ellos separó los cuatros estados de consistencia de los suelos coherentes.



Figura 8: Limite de atterberg. (Fuente: Carlo Crespo Villallaz, 2004)

Los mencionados límites son: limite liquido (L.L), limite plástico (L.P) y límite de contracción (L.C), y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio. Todos los límites de consistencia se determinan empleado suelo que pasa la malla N° 40. La diferencia entre los valores del límite liquido (L.L) y del límite plástico (L.P) da el llamado índice plástico (I.P) del suelo. Los límites líquido y plástico dependen de la cantidad y tipo de arcilla del suelo, pero el índice plástico depende generalmente de la cantidad de arcilla.

Cuando no se puede determinar el límite plástico de un suelo se dice que no es plástico (N.P), y en este caso el índice plástico se dice que es igual a cero. El índice de plasticidad indica el rango de humedad a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de un material plástico. (Carlo Crespo Villalaz, 2004).

1.2.3.2. Cemento

Sostiene que los cementos son materiales pulverizados, que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como el aire, y formar compuestos estables.

El cemento portland normal es el producto obtenido por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan de 1% en peso del total y que la norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionales deberán ser pulverizados conjuntamente con el Clinker. (López, 2012).

Define el cemento es un material, producto de la pulverización y posterior calcinación de caliza, arcillas y otros óxidos. Este material, al entrar en contacto con el agua, genera una pasta conglomerante, producto de una reacción química exotérmica y capaz de endurecer tanto al aire libre como en un ambiente húmedo. (Valdivia, 2016).

1.2.3.3. Agua

No existe grandes limitaciones para el uso de agua en las mezclas de suelo–cemento, cualquier agua potable es apta para emplear entre dichas mezclas. (Toirac, 2008).

1.2.4. Suelos aptos para mezclas de suelos - cemento

Se considera suelos aptos para mezclas de suelo–cemento aquellos consumos de cemento en peso se encuentren entre 5 y 12% con respecto al peso del suelo. Además, que la borabilidad sea tal que permita la producción de elementos a fabricar. (Toirac, 2008).

Afirma que un suelo ideal para la mezcla de suelo–cemento, debe presentar las siguientes características:

- Máximo agregado de arena 80% (óptimo del 55% al 75%).
- Máximo agregado de limo 30% (óptimo 0% al 28%).
- Máximo agregado de arcilla 50% (óptimo 15% al 18%).
- Máximo agregado de materia orgánica 3%
- Debe pasar por un tamiz de 4.8mm (#4).

1.2.5. Diseño de bloques de tierra comprimida

Los BTC se obtienen a partir de la mezcla de tierra, arena y cemento, para luego ser compactada. El material debe ser cernido previamente al mezclado y estabilizado. La máquina utilizada para la compactación es conocida como prensa o bloquera; la más conocida es la CINVA RAM, que tiene una caja metálica de 16cm de alto, 29cm de largo y 14cm de ancho. Se compone también de una barra metálica o palanca, la cual es accionada por un operador humano. (Molina, 2016).

El bloque de tierra compactada, también conocido como BTC, es un elemento de construcción elaborado con una mezcla de tierra y un material estabilizante, como cal aérea, cal hidráulica, cemento o arcilla, que es comprimida y moldeada utilizando una prensa manual o mecánica. El BTC es un sustituto del ladrillo corriente en actividad de construcción. (Alvarado, 2015).

1.2.6. Propiedades de la mezcla

Según investigaciones, mediante el tratamiento químico basado en la adición de aditivos como cal o cemento, se puede mejorar la resistencia a la compresión, alcanzando valores de hasta 75Kg/cm². (Barbeta, 2002), (Fabbri y Maillard, 2013).

El uso del cemento o cal como estabilizantes, es recomendado para suelos lateríticos. La laterita es suelo propio de las regiones cálidas, con baja cantidad de sílice y alta cantidad de hierro y alúmina. También se recomienda estabilizantes en suelos que tienen altos porcentajes de óxido de silicio o dióxido de silicio (SiO₂) más conocido como sílice que está presente de manera natural en la arena, llamado también cuarzo. La alúmina, es el óxido de aluminio, junto con la sílice, son los componentes más importantes de las arcillas, aportando a su resistencia y aumento de temperatura de maduración, para mejorar las prestaciones de los BTC y su comportamiento frente a los requerimientos exigidos por las normativas aplicables, para ser considerado como un material de construcción. (Nagarajet al., 2014).

1.2.7. Contenido de agua compactación y densidad

El agua facilita el mezclado, activa los estabilizantes químicos como el cemento y, en una proporción adecuada, ayuda a alcanzar una mayor densidad y resistencia en los bloques. Se deberá alcanzar el contenido de humedad óptimo, es decir la humedad necesaria para conseguir el peso unitario máximo al compactar. Debido a la compactación los granos del suelo estarán más cerca uno del otro, lo cual aumenta la fricción interna y esto a su vez provoca un aumento de resistencia a la compresión.

Las pruebas Proctor Modificado y Proctor estándar son utilizada para determinar las relaciones entre el contenido de agua y el peso unitario seco, ha sido estandarizadas por la ASTM D-1557 y ASTM D-698 respectivamente.

Para llevar a cabo esta prueba es necesario el uso de un molde y pistón o martillo metálicos que posean las formas y dimensiones mostradas en la figura.

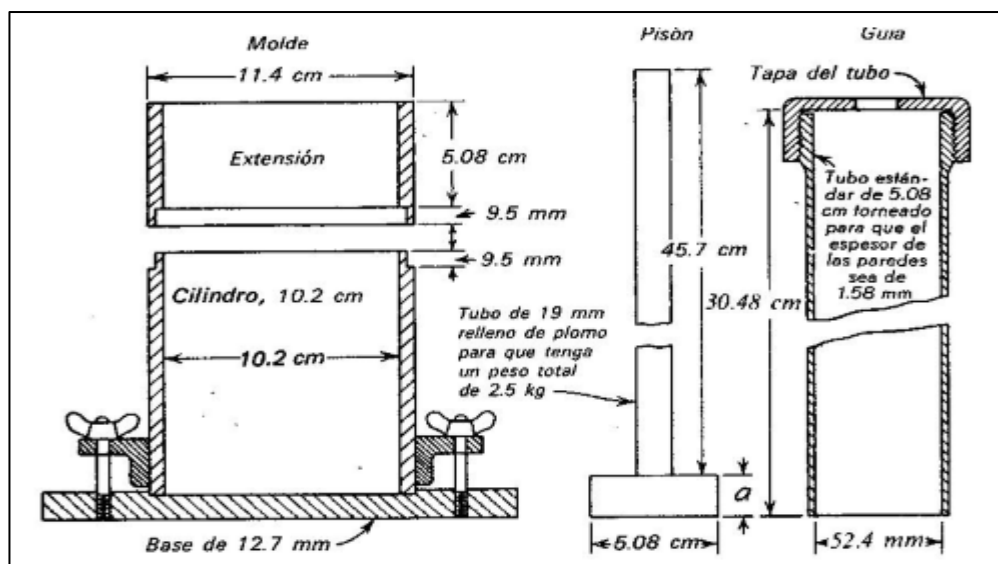


Figura 9: Equipo utilizado en el ensayo Proctor. (Fuente: R.B. Peck, W.E. Hanson y Thornburn, 2009)

Dentro del molde se colocan capas de tierra con contenido de agua arbitrario, a cada una de las capas se le aplican golpes con el martillo, luego se enraza y se pesa. Se repite esta operación para distintos contenidos de agua. La cantidad de golpes y capas varían según el material y la energía de compactación.

Se determina los pesos unitarios y los porcentajes de humedad de la muestra y se grafican en los ejes del plano de las abscisas y de las ordenadas respectivamente formando lo que se conoce como curva de compactación. Mediante esta curva se determinan la densidad máxima y humedad óptima. El Proctor deberá realizarse a la muestra de suelo previamente mezclada con el estabilizador debido a que este modifica sus propiedades de compresibilidad. Es preciso tener en cuenta la energía de compactación de estos ensayos y compararlas con la energía de la maquinaria utilizar.

Diferentes ensayos de compactación pueden ser realizados cambiando el peso del pisón o la altura de caída para obtener una energía similar a las prensas disponibles, cuando la energía Proctor modificada y estándar no se ajustan. También se pueden comparar las densidades obtenidas en el ensayo con las obtenidas con la prensa y así verificar si se alcanzó la máxima o un porcentaje alto de la misma. El peso de los bloques dependerá tanto del suelo como del estabilizador.

Es posible determinar la densidad y humedad adecuada por prueba y error fabricando varios bloques con distintas humedades; la cantidad de agua óptima será la que produzca bloques de mayor peso.

La cantidad óptima de agua también puede ser estimada mediante pruebas sencillas de campo como la prueba de bola: se moldea un poco de tierra húmeda para formar una esfera firme del tamaño de una naranja y se deja caer desde la altura de los hombros, si la bola se mantiene casi con la misma forma desprendiéndose pocos pedazos, tiene el contenido correcto de humedad, si se aplasta o se deforma, le sobra humedad y si al moldearse es quebradiza está muy seca.

1.2.8. Técnicas de estabilización de suelos

1.2.8.1. Estabilizadores

El modificar las propiedades del suelo agregando otro material para mejorar la durabilidad, se llama estabilización del suelo, método que ha sido usado desde 1970 en adelante, principalmente para la construcción vial. (Mazarrón y Cañas, 2012).

Varios estabilizadores han sido probados, tales como: cemento portland materiales bituminosos, yeso laminado, álcalis, hidróxido de calcio, cloruro de sodio, cloruro de calcio, compuestos de aluminio, silicatos, resinas, polímeros y desperdicios agrícolas e industriales, lo más usados son: el cemento portland, la cal y materiales bituminosos por su bajo costo y disponibilidad. El uso del estabilizador adecuado mejora la resistencia a la compresión del suelo hasta el 500%, aumentando además la resistencia a la abrasión. (Adam y Agib, 2001).

1.2.8.2. Estabilización química con cemento

Las mezclas suelo – cemento se deben compactar inmediatamente después de mezclar para no romper el gel recién creado y por lo tanto reducir el fortalecimiento. La función básica de la cementación es hacer que el suelo sea resistente al agua reduciendo el hinchamiento y aumentando su resistencia a la compresión. (Adam y Agib, 2001).

La estabilización con cemento plantea dos criterios fundamentales a saber: la durabilidad y resistencia, repercutiendo ambos en el aspecto económico. Este último punto es muy importante, ya que se ha detectado que el empleo de aditivos en la mezcla de suelo – cemento, aporta ahorros muy significativos, así como una mejora de las propiedades del suelo tratado por dicho procedimiento. (Roux Rodríguez, 2010).

1.2.8.3. Estabilización mecánica

Consiste en la aplicación de una carga de compactación al momento de elaborar el bloque para que mediante la compresión se disminuya en la mayor cantidad posible la presencia de vacíos para así incrementar la resistencia a la compresión y reducir la permeabilidad. (Riza y Rahman, 2014).

La compactación aumenta en forma considerable la resistencia a la compresión simple y la durabilidad, también es benéfica porque disminuye significativamente la permeabilidad y la tendencia al agrietamiento. (De la fuente, 2013).

1.2.9. Pruebas especialmente diseñadas para suelo-cemento

Las principales pruebas para el suelo-cemento.

a. Prueba de resistencia a la compresión simple

Medir la resistencia a la compresión simple de un suelo arcillosos tratado con cemento portland, generalmente a los 7, 14 y 21 días después del preparado.

b. Prueba de humedecimiento - secado

Similar las fuerzas de tensión y compresión generadas internamente en la masa de suelo – cemento compactado debido a los cambios de humedad para que, por medio del análisis de las mediciones respectivas, se puede evaluar los más aproximadamente posible el comportamiento de los suelos tratados cuando les ocurran cambios de humedad en el campo.

Para realizar los cálculos se utilizarán criterios de comparación con la máxima pérdida tolerable establecidos previamente que se muestran en la tabla.

Tabla 2

Máxima pérdida permisible.

Tipo de suelo	Clasificación AASHO	Máximo de pérdidas
Gravas y arenas	A-1, A-3, A-2-4, A-2-5	14%
Suelos limosos	A-2-6, A-2-7, A-4, A-5	10%
Suelos arcillosos	A-6, A-7	7%
* Este criterio puede modificarse de acuerdo a las condiciones climáticas regionales, según la PCA.		+

Fuente: De la fuente, 2013

c. Prueba de compactación para suelo - cemento

El propósito es obtener el peso volumétrico seco máximo y la humedad óptima para un suelo – cemento, cuando se usa el criterio similar al ensayo Proctor, este ensayo está regido por normas ASTM D558. (De la fuente, 2013).

1.2.10. Normas y reglamentos internacionales

En este apartado se muestran el conjunto de normas y reglamentos, publicados por organismos nacionales, sobre la construcción con tierra.

Tabla 3

Norma y reglamentos internacionales

País	Norma / reglamento	Organismo	Estabilización	Técnica			Notas
				Adobe	BTC	Tapial	
Brasil	NBR 8491: 1986	ABNT	x	x			BTC estabilizado con cemento Especific., métodos de ensayo
	NBR8492: 1986						
	NBR 10832: 1989						
	NBR 10833: 1989						
	NBR 10834: 1994						
	NBR 10835: 1994						
	NBR 10836: 1994						
Colombia	NBR 12025: 1990	ICONTEC					Especif. y métodos de ensayo de bloques de suelo - cemento
	NBR 13554: 1996						
	NBR 13555: 1996						
	NTC 5324						
EEUU	NMAC, 147.4: 2009	CID					Estatado de Nuevo México
	ASTM E2392 M-10						
España	ASTM E2392 M-10	ASTM					American Society for Testing and Materials
España	UNE 41410: 2008	AENOR					Primera norma a Europa
Francia	XP P13-901, 2001	AFNOR					Norma experimental
	IS 2110: 1980						
India	IS 1725: 1982	BIS					Directrices para la resistencia a terremotos de edificios de tierra
	IS 13827: 1993						

Fuente: Cañas Guerrero. I 2007

1.2.11. Normas y reglamentos nacionales

Normas y reglamentos realizadas en Perú y que han cumplido las especificaciones de la norma técnica NTE E.80 de adobe, no han sufrido daños estructurales a pesar de la intensidad del terremoto producido en el 2007. Pero actualmente siguen buscando alternativas a futuros refuerzos estructurales que se puedan incorporar en este tipo de construcciones.

Tabla 4

Norma y reglamento nacional.

País	Norma / reglamento	Organismo	Estabilización	Técnica			Notas
				Adobe	BTC	Tapial	
Perú	NTE E 0.80:2000	SENCICO		x			
	NPT 331.201:1979						
	NPT 331.202:1979	INDECOPI	x	x			
	NPT 331.203:1979						

Fuente: Sencico 2000

La norma peruana NTE E080 (Sencico 2000) del 200 procede de una versión anterior de 1977 del ININVI (instituto nacional de investigación y normalización de vivienda) que fue absorbido por el organismo público SENCICO (servicio nacional de normalización, capacitación e investigación para la industria de la construcción). Mediante la resolución ministerial n°070-2008, del 26 de marzo del 2008, se aprueba el anexo n°1” refuerzo de geomalla en edificaciones de adobe” a la norma técnica E.080 “adobe”, del reglamento nacional de edificaciones. Actualmente la norma peruana se encuentra en una segunda revisión y ampliación.

1.2.12. Ensayos

En este punto, se proceden a citar los ensayos y procedimientos a realizar en la investigación, para determinar la composición de los áridos y el comportamiento de los BTC según lo establecen las normas ASSHTO, ASTM, NTC 5324.

1.2.12.1. Ensayo de contenido de materia orgánica

El ensayo determina de manera visual la composición de los áridos en cuanto a sus cantidades de agregados finos, gruesos y materia orgánica. Para ello se recurre a la decantación y precipitación de las partículas dentro de un medio líquido, para este caso se recurre al agua.

Se coloca dentro de probetas de cristal transparente con graduación de 1000 ml, una cantidad del material a examinar en un medio líquido; que consiste en una solución de agua con hidróxido de sodio (NaOH) al 3% con un volumen ligeramente mayor al volumen del árido (300ml). Como siguiente paso se agita vigorosamente la probeta de manera que se consiga mezclar todo el material con la solución. Se deja reposar por 24 hr para que luego por precipitación y decantación las partículas se depositen en el fondo de la probeta de cristal en forma de capas de acuerdo a su composición y el medio líquido que queda por sobre el material. Se observa y compara la coloración adoptada para reportar si el color del líquido sobre el material se asemeja con alguno de los colores de la carta de colores de Gardner.

Esta placa contiene cinco colores que van desde el N°1 que es el más claro al N°5 que es el más oscuro. Teniendo como color estándar al N° 3, de modo que de manera visual se determina cual es el color más cercano al líquido de la probeta.

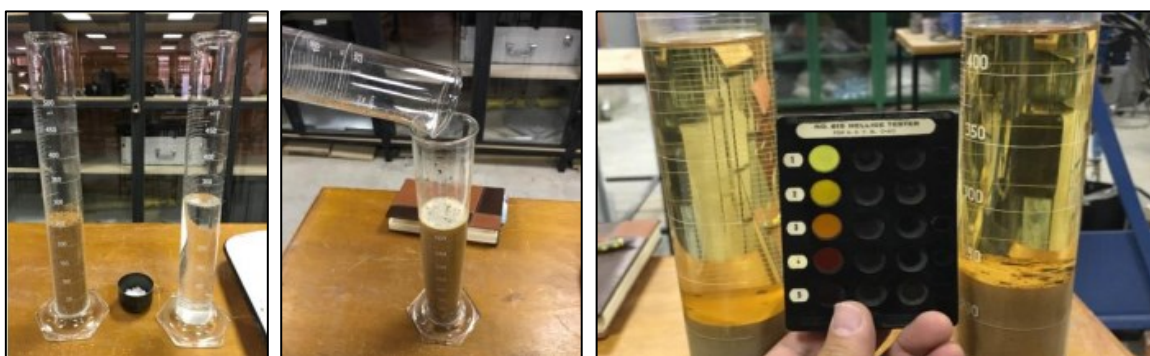


Figura 10: Ensayo para contenido de materia orgánica. (Fuente: Pablo J. Mejía P., 2017)

La norma ASTM C87 dicta que si el líquido presenta un color más oscuro que el N°3 de la carta, el árido puede resultar contraproducente para su uso y podría reducir de manera significativa la resistencia a la compresión en los elementos que se elaboren con este árido.

En la figura, observamos las probetas de cristal transparente, 250 gr de material y 300ml de Agua Potable. En el pequeño envase metálico el hidróxido de sodio en una cantidad de 15 gr equivalente al 3% del volumen del agua.

Como dicta la norma, ASTM C87, se prepara la solución y luego se vierte el árido, se agita vigorosamente y se deja en reposo por un lapso de 24h. Como podemos apreciar en la fig. 19, los líquidos que quedan sobre los áridos examinados, (suelo y arena) se asemejan a los colores N°1 y N°2 de la placa de colores de Gardner.

Por lo tanto, el suelo y la arena con los que se van a trabajar son elementos aptos para la fabricación de los BTC y no representan amenazas a las prestaciones mecánicas de los productos terminados. (Universidad Centroamericana, 1997).

1.2.12.2. Ensayo de contenido de humedad

Para elaborar este ensayo se procede a hacer uso de tres recipientes metálicos, se los ha pesado y se les agrega 40 gramos de suelo en estado natural.

Posterior mente se los coloca en el horno de convección, por 24 horas a 275 grados Fahrenheit, y se los vuelve a pesar para determinar la cantidad de agua evaporada.



Figura 11: Ensayo para contenido de humedad de suelo. (Fuente: Pablo J. Mejía P., 2017)

1.2.12.3. Ensayo de consistencia de suelo

Cuando dentro de un suelo de grano fino se encuentran presentes minerales de arcilla, este puede cambiar de estado debido a la injerencia de humedad.

Según Albert Mauritz Atterberg, “a muy bajo contenido de agua, el suelo se comporta como un sólido frágil. Cuando el contenido de agua es muy alto, el suelo y el agua fluyen como un líquido”. (Das, 1985).

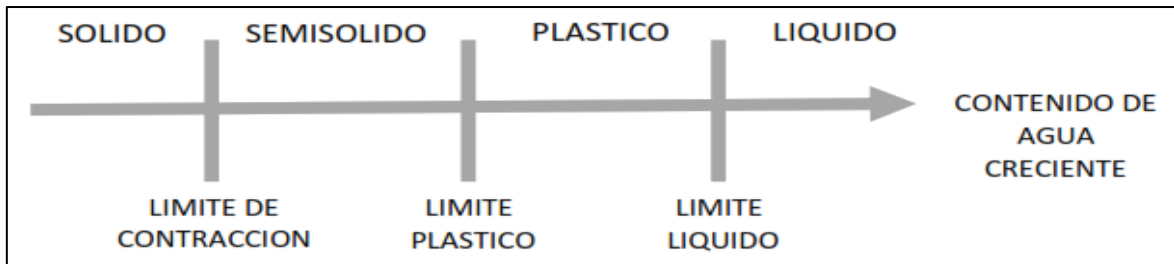


Figura 12: Límites de atterberg. (Fuente: Das, 1985)

1.2.12.4. Ensayo de resistencia a la compresión seca

Consiste en determinar la magnitud de la carga máxima a compresión que puede tomar el bloque antes de su fracaso o rotura.

La NTC 5324, establece que los bloques sujetos de estudio pertenecen a la categoría S, que son bloques destinados a ser usados en un medio seco, teniendo una resistencia despreciable a la compresión húmeda. Como categoría adicional tenemos que los bloques están clasificados por la resistencia mínima a la compresión seca.

1.3. Definición de términos básicos

1.3.1. Suelo

Según **Braja M. Das, 2012** describe “suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas”.

1.3.2. Agua

No existe grandes limitaciones para el uso de agua en las mezclas de suelo-cemento, cualquier agua potable es apta para emplear en dichas mezclas (Toirac, 2008)

1.3.3. Bloques de tierra comprimida

Según **Molina Vinasco. G.M. (2016)**, define que los bloques de tierra se obtiene a partir de la mezcla de tierra, arena y cemento, para luego ser compactada. El material debe ser cernido previamente al mezclado y estabilizado.

1.3.4. Cemento portland

Según **Adam Neville (1999)**, define como un material sintético, producto de la pulverización y posterior calcinación de calizas, arcillas y otros óxidos. Este material, al entrar en contacto con el agua, genera una pasta conglomerante.

1.3.5. Estabilización

Según **Mazarrón y Cañas (2012)**, define que al modificar las propiedades del suelo agregando otro material para mejorar la durabilidad, se llama estabilización, método que ha sido usado desde 1940 en adelante, principalmente para la construcción vial.

1.3.6. Resistencia de compresión ($f'c$)

Según **Rivva López, 2012** como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos a la compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales, equipos y herramientas

En este capítulo se describirán los materiales y equipos utilizados en la elaboración de los bloques de tierra comprimida (BTC), se realizaron diversos ensayos a la tierra con finalidad de obtener sus principales propiedades físicas y mecánicas y poder determinar el tipo de suelo más apropiado para el diseño de los (BTC) con adición de cemento.

Para el desarrollo del proyecto de investigación se tomó tres tipos de suelos extraídos de tres canteras de la jurisdicción de la provincia de San Martín, región de San Martín

2.1.1 Materiales

Los materiales que se usaron para el diseño de los bloques de tierra comprimida (BTC) son: tierra, cemento y agua potable.

Tabla 5

Materiales para el diseño del BTC

Insumo	Tipo	Efecto
Suelo	Material arcilloso	Mecánico
Cemento	Aglomerante	Químico
Agua potable	Componente	Químico

Fuente: Elaboración propia, 2020

- Suelo

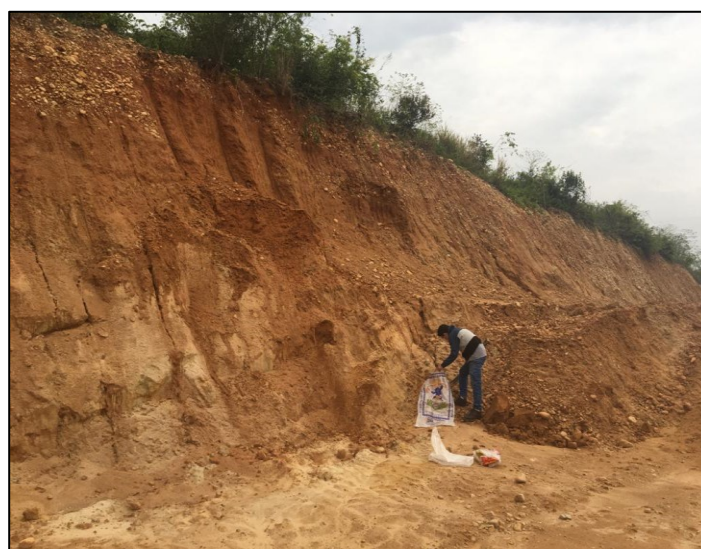


Figura 13: Extracción del suelo (Fuente: Propia)

- Cemento



Figura 14: Cemento (Fuente: Propia)

2.1.2 Equipos

Se describe los equipos más importantes utilizados para el desarrollo del presente proyecto de investigación.

- a) Equipos utilizados para determinar las propiedades físicas del suelo.
 - Ensayo de granulometría

Juego de tamices: Este equipo se utiliza para determinar la distribución de las partículas, mediante este ensayo se puede tener información para la clasificación del suelo.



Figura 15: Juego de tamices (Fuente: Propia)

- Ensayo de Limites de Atterberg

Copa de Casagrande: este equipo se utiliza para determinar el límite líquido de una muestra de suelo, está compuesto por un casquete esférico de metal, fijado a un dispositivo y una base de caucho duro.



Figura 16: Copa de casagrande (Fuente: Propia)

- Ensayo de proctor modificado

Este ensayo permite determinar la relación entre el contenido de agua y el peso unitarios seco del suelo. Se utilizó el molde para prueba de compactación proctor modificado y martillo proctor.



Figura 17: Ensayo proctor modificado (Fuente: Propia)

- Ensayo compresión no confinada

Este ensayo permite determinar la resistencia no confinada de una probeta cilíndrica de suelo.



Figura 18: Equipo manual para la compresión no confinada (Fuente: Propia)

b) Prensa para fabricar bloque de tierra comprimida (BTC)

Es un equipo portátil diseñado y fabricado bajo un mecanismo hidráulico, en la ciudad de Tarapoto, instalado en los ambientes de mecánica de suelos en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín.

Su estructura está compuesta:

- Gata hidráulica
- Palanca para determinar la fuerza de compresión.
- Una caja molde con cuatro patas.
- Base de plancha de metal.
- Manómetro que indica la presión de compactación.
- Tapa que soporta la compresión.

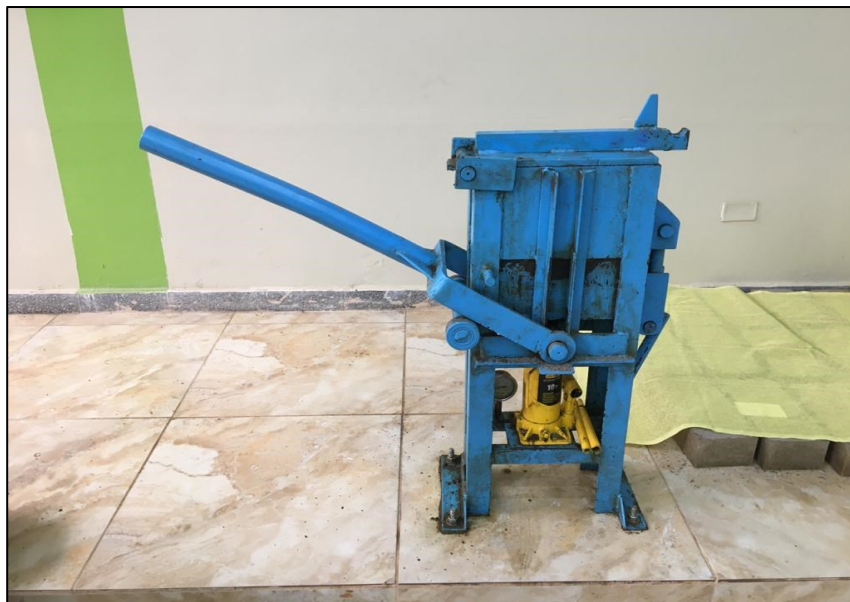


Figura 19: Prensa para Fabricar bloques de tierra comprimida (BTC)

c) Equipo para el ensayo a la compresión (BTC)

Es un equipo de fabricación americana, modelo MC-300 PR, capacidad de (1,335 KN) para el ensayo de resistencia de probetas de hormigón, cuenta con los siguientes componentes:

- Las bombas sumergidas en aceite
- Marco cumple o excede las recomendaciones de ACI 363
- Pistón con orificio de purga a presión evita el uso de la capacidad máxima.
- Platos de retención y almohadilla de neopreno de 6" y 4"



Figura 20: Ensayo a la compresión (Fuente: Propia)

d) Otros equipos para el ensayo a la compresión (BTC)

- Horno: este equipo se utiliza para el secado de las muestras.



Figura 21: Horno para secado de los especímenes (Fuente: Propia)

- Baño de maría para laboratorio: este equipo se utiliza para el curado de las muestras, permite establecer temperatura deseada.



Figura 22: Baños maría (Fuente: Propia)

- Balanza eléctrica



Figura 23: Balanza eléctrica (Fuente: Propia)

2.1.3 Herramientas

Se describe las herramientas más importantes utilizados para el desarrollo del presente proyecto de investigación: cronometro, comba de goma, cucharon de aluminio, espátula, tara y/o recipiente

2.2. Metodología

2.2.1 Tipo y nivel de investigación

2.2.1.1 Tipo de investigación

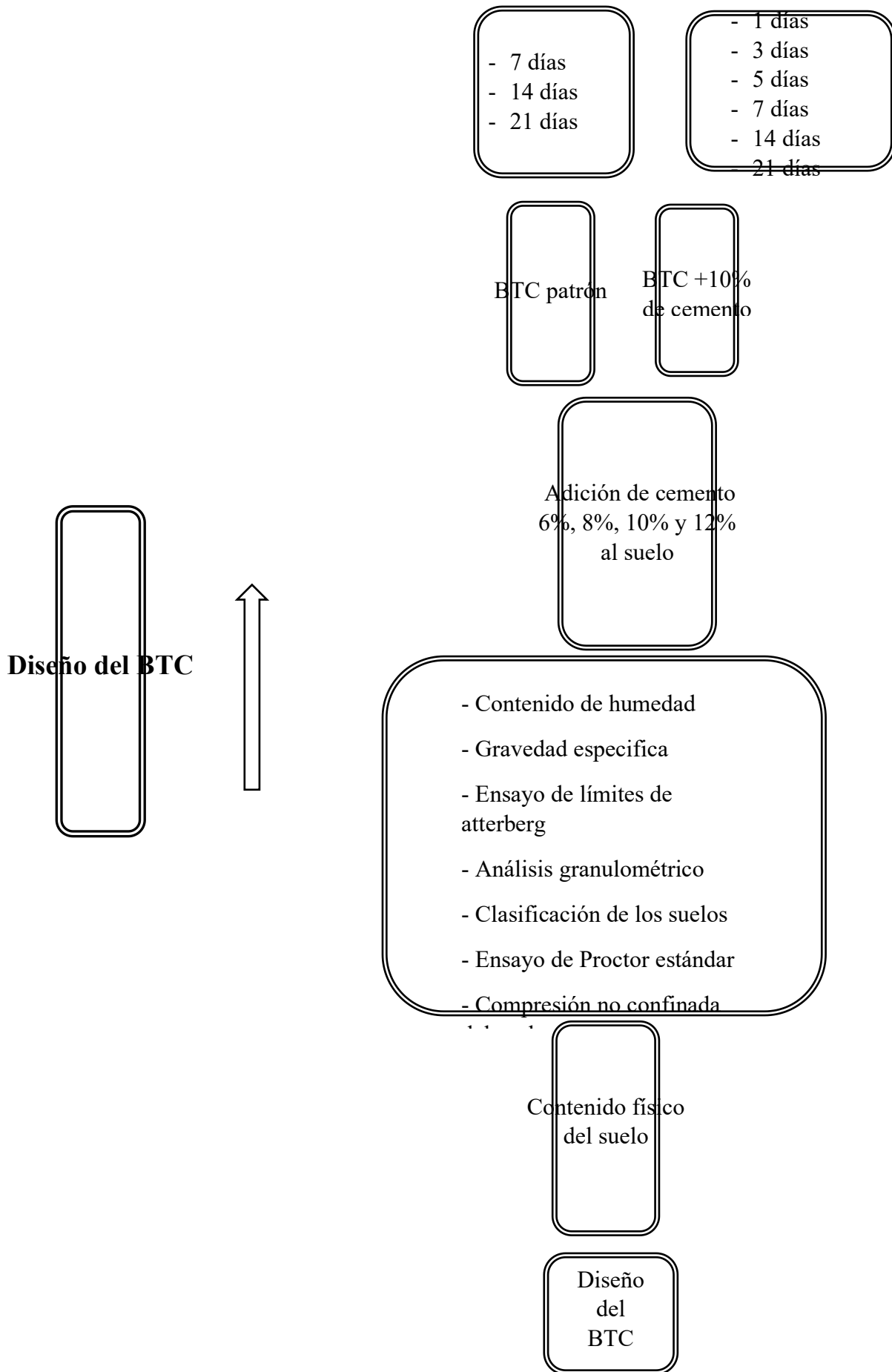
El presente proyecto de investigación es de tipo **experimental** debido que se realizará la manipulación de las variables en laboratorio, posteriormente se obtendrán datos con el uso de fórmulas para luego procesarlas y obtener resultados.

2.2.1.2 Nivel de investigación

El presente proyecto el nivel de investigación a realizar es **descriptivo**.

2.2.2 Diseño de investigación

La investigación se realizó en campo y gabinete (laboratorio), para el cual se presenta el siguiente esquema.



2.2.3 Variable y operacionalización de variables

2.2.3.1 Sistema de variables

2.2.3.1.1 Variable independiente

V₁: Cemento

2.2.3.1.2 Variable dependiente

V₂: Resistencia a compresión del bloque de tierra comprimida (BTC)

2.2.3.2 Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Cemento	El cemento es un polvo fino que se obtiene de la calcinación de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro,	Proceso que involucra al ser mezclado el suelo y el agua para tener una elevada resistencia a compresión del BTC.	Porcentaje de adición de cemento.	8% 10% 12% 14%	Porcentaje en relación al peso del suelo (gr).
Resistencia a compresión del bloque de tierra comprimida (BTC)	Es la capacidad carga que resiste el BTC estabilizado con cemento.	Determinar la resistencia a compresión	Calidad endurecida	Compresión (F ³ c)	Kg/cm ²

2.3. Características físicas del suelo

Para el diseño de bloque de tierra comprimida (BTC) se extrajo el suelo de tres canteras pertenecientes a la Provincia de San Martín, Región San Martín (Perú). Todos los ensayos se realizaron en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, en las instalaciones de los laboratorios de mecánica suelos y pavimentos.

a) Cantera N° 01 (Mirador Lagartococha)

Está ubicado en el sector Laguna Lagartococha en el distrito de la Banda Shilcayo provincia de San Martín, región de San Martín cuya coordenadas UTM son.

N: 9279620 E: 350499



Figura 24: Extracción de la muestra del suelo (Fuente: Propia)



Figura 25: Ubicación de la cantera N°01 (Fuente: Google Earth)

b) Cantera N° 02 (Nueva California)

Está ubicado en el sector Santa Rosa de Cumbaza. Parte de baja de distrito de Tarapoto provincia de San Martín, región San Martín cuya coordenadas UTM son.

N: 9277875 E: 346387



Figura 26: Extracción de la cantera N° 02 (Fuente: Propia)



Figura 27: Ubicación de la cantera N°02 (Fuente: Google Earth)

c) Cantera N° 03 (Cacatachi)

Ubicado en la parte alta de la localidad de Cacatachi, carretera a la localidad de Pachilla km 01+000 del distrito de Cacatachi, provincia de San Martín, región San Martín, cuya coordenadas UTM son:

N: 9286797 E: 339224



Figura 28: Extracción de la cantera (Fuente Propia)



Figura 29: Ubicación de la cantera N°03 (Fuente: Google Earth)

2.3.1. Contenido de humedad

Para determinar el contenido de humedad de un suelo se usó la NTP 339.127 y la norma ASTM 2216.

Para este ensayo se pesó los recipientes y/o taras en gramos y se tomó tres muestras de suelo húmedo de cada cantera N° 01 (Mirador de Lagartococha), cantera N° 02 (Nueva California) y cantera N° 03 de la localidad de (Cacatachi), se colocó en el recipiente y se registró su peso posteriormente se llevó a la estufa pasada las 24 horas se volvió a pesar y se procesaron los datos finalmente se obtiene el promedio de contenido de humedad del suelo, para obtener el resultado se aplicó la fórmula

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_{ms}} \times 100$$



Figura 30: Ingreso de la muestra de suelo de las tres canteras

2.3.2. Gravedad específica

Para este tipo de ensayo de tomo como referencia la NTP 339.131 y la norma ASTM D-856.

Para este ensayo se usó dos Picnómetros para cada cantera, se verifica el volumen de cada frasco a temperatura a 20°C, se coloca agua y se adiciona el suelo luego pesa. A temperatura de 23°C, al picnómetro se adiciona agua y se registra su peso, luego se utiliza dos unidades de plato evaporado se coloca el suelo seco y se registra su peso, posteriormente se pesa el suelo seco, finalmente se procesan los datos obteniendo el promedio de Gs.

Este ensayo permite encontrar la relación del peso en el aire de una cantidad de suelo y el peso en el aire de un volumen de agua destilada, realizando las pruebas a temperatura de 20°C y 30°C. permite remover el aire que presenta el volumen de suelo.

2.3.3. Ensayo de Limites de Atterberg

▪ **Limite liquido:**

Para determinar este tipo de ensayo se basó NTP 339.129 y la norma ASTM D-4318

En este ensayo se colocó aproximadamente 280 gr de muestra en un recipiente aluminio después de 24 horas se sacó y paso por el tamiz N° 40, se agregó una ligera cantidad de agua y se mezcló, homogenizando de la forma que se obtuvo un masa uniforme y consistente.

Se regula la Copa de Casagrande posteriormente se pone la masa y con la ayuda del ranurador se dividió en dos mitades la muestra que está en la copa, luego se empezó a girar la manivela del equipo (a razón de 2 golpes por segundo) hasta que se cerró la ranura aproximadamente $\frac{1}{2}$ ", registrándose el número de golpes en los cuales se cerró la ranura, luego se pesó el recipiente vacío se tomó la porción de la muestra del suelo, del sector donde se cerró la ranura se vuelve a pesar para luego llevar al horno luego de 24 horas se saca la muestra y se vuelve a pesar, finalmente se procesan los datos para determinar su contenido de humedad W (%). Se repitió el ensayo dos veces más incrementando agua en cada uno de ellos, teniendo en cuenta que el número de golpes para cerrar la ranura debe estar comprendido entre 10 y 40. Se determino para cada ensayo su contenido de humedad y se graficó la curva flujo, determinando el LL como el valor de contenido de humedad.

Todos los ensayos descritos se hicieron para la cantera N° 01, de la misma forma se hizo para la cantera N° 02 y 03.

▪ **Limite plástico**

Para determinar este tipo de ensayo se basó NTP 339.131 y la norma ASTM D-4318

En este ensayo la muestra seca pasa por el tamiz N° 04, posteriormente se coloca en un recipiente y se mezcla con agua de tal forma que se obtuvo una masa uniforme y consistente. Se moldeo una especie de esfera con ayuda de las manos y luego se tomó uno de los pedazos de masa y se rodó sobre el vidrio, hasta formar un rollito de 3mm de diámetro, se repito por 5 veces más hasta obtener 6 rollitos. Se pesa el recipiente vacío luego se adiciona los rollitos y se vuelve a pesar posteriormente se lleva el horno pasadas las 24 horas se saca del horno y se vuelve a pesar, finalmente se procesan los datos para obtener su contenido de humedad.

Se repitió el proceso para las otras porciones de suelo y finalmente se determinó el LP, que es el promedio de los contenidos de humedad W (%)

2.3.4. Análisis granulométrico por tamizado

En este ensayo se por tamizado se utilizó NPT 400.012 y la norma ASTM D – 422.

Se tomo 480 gramos de suelo seco antes de lavado. El ensayo consistió en lavar el material hasta que el agua del lavado quede cristalina, el material retenido se llevó a un recipiente para ser secado en la estufa por 24 horas, luego se sacó la muestra de la estufa y se pesó, determinando la cantidad de material perdido en el lavado, posteriormente se pasó por los tamices desde la malla N° 4 hasta la malla N° 200, pesando el material retenido en cada tamiz y sacando los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz. Finalmente se dibuja la curva granulométrica.

2.3.5. Clasificación del suelo

La clasificación del suelo se obtuvo mediante los resultados obtenidos en laboratorio, el suelo obtenido pasa por el tamiz N° 04 se pesa el suelo retenido, finalmente pasa por el tamiz N° 200 (0.075mm). se hace el ensayo de Atterberg utilizando la NTP 339.134

2.3.6. Ensayo de Proctor Modificado

Este ensayo consiste determinar la relación entre la densidad seca máxima y la humedad de compactación (Proctor modificado) ASTM D-1557. MTC E-115

Se pasa la muestra pasa el tamiz N° 04 (4.75mm), se pesa 2500 gramos de muestra, luego se pesa el molde vacío, se registra el peso, se coloca el suelo en el molde y se compacta con el martillo Proctor 25 golpes por capa y se repite nuevamente por cuatro capas más, posteriormente se enraza la parte superior del molde y se registra su peso, luego se saca la muestra del molde y separa la parte del centro de la muestra por tener mayor compactación se llena los recipientes con las muestras se registra su peso y se lleva al horno, luego de 24 horas se saca la muestra del horno y se registra su peso, posteriormente se procesara los datos para obtener el promedio de contenido de humedad.



Figura 31: Compactado en capas de 3 y cada capa 25 golpes

2.3.7. Compresión no confinada en muestras de suelo

Este ensayo también es conocido como ensayo a compresión simple o compresión uniaxial, con este ensayo obtenemos el valor de la carga última del suelo. El objetivo de este ensayo es obtener los parámetros de resistencia y deformación de un suelo fino. Este tipo de ensayo se realizó a las tres canteras, el cual definirá cual cantera se escoge para realizar el diseño de los bloques de tierra comprimida (BTC).

Se coloca el espécimen en el aparato de carga en la parte baja de esta se coloca una platina en la parte inferior del espécimen y en la parte superior de tal manera que quede centrado, se ajusta el instrumento de carga cuidadosamente de tal manera que la platina superior apenas haga contacto con el espécimen. Se coloca en cero el indicador de deformación y se aplica la carga, se registra los valores de deformación y tiempo a intervalos para definir la curva esfuerzo-deformación.

2.4. Cemento portland

2.4.1. Cemento portland como aglomerante para el diseño de BTC

El cemento es aquel que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa solida de resistencia y durabilidad adecuadas. El cemento portland es un material grisáceo finamente pulverizado, conformado por silicatos de calcio y aluminio (Arthur H., 1999).

En este trabajo de investigación, se utilizó cemento portland como aglomerante del bloque de tierra comprimida para incrementar la resistencia a compresión.

2.5. Diseño de muestras de suelo - cemento

Luego del estudio las características del suelo se optaron por la cantera N° 01 (Mirador Lagartococha), por presentar mejores propiedades en resistencia y cohesión esta última hace que al mezclar con el cemento tenga mejores resultados, este proyecto de investigación se optó por adicionar 6%, 8%; 10% y 12% de cemento respecto a la cantidad de suelo.

2.5.1. Elaboración de los especímenes de suelo - cemento

El proceso que se siguió para la elaboración de los especímenes de suelo – cemento es el siguiente

- Tamizado del Suelo

La muestra de suelo se hace pasar por la malla N° 04 (abertura 4.75mm) y así evitar partículas ajenas al suelo. Luego se pesa 2500 gramos de muestra.

- Obtención del cemento portland

Se pesa el cemento 6%, 8%, 10% y 12% respecto a la cantidad de suelo.

- Agua potable

El agua de preferencia que sea potable y se lo adiciona 10.30% dato obtenido de la humedad óptima para obtener la mezcla ideal de la cantera N° 01 (Mirador Lagartococha)

- Mezclado

En un recipiente se hace el mezclado del suelo, cemento y agua hasta obtener una mezcla homogénea y consistente.

- Molde Proctor

Una vez obtenida la mezcla homogénea se usará el Molde Proctor modificado. Agregamos mezcla hasta un 1/3 del molde y se compacta 25 golpes por capa con el martillo Proctor, se repite por dos capas más, posteriormente se enraza la parte superior del espécimen hasta quedar nivelado, se pesa el molde más mezcla, luego se retira el Molde Proctor, la muestra se pone en una bolsa plástica por 24 horas luego se pone en el horno por 7 días.

Se pasa la muestra pasa el tamiz N° 04 (4.76mm), se pesa 2500 gramos de muestra, luego se pesa el molde vacío, se registra el peso, se coloca el suelo en el molde y se compacta con el martillo Proctor 25 golpes por capa y se repite nuevamente por cuatro capas más,

posteriormente se enraza la parte superior del molde y se registra su peso, luego se saca la muestra del molde y separa la parte del centro de la muestra por tener mayor compactación se llena los recipientes con las muestras se registra su peso y se lleva al horno, luego de 24 horas se saca la muestra del horno y se registra su peso, posteriormente se procesara los datos para obtener el promedio de contenido de humedad.

Este proceso se repetirá para las proporciones 6%, 8%, 10% y 12%, luego se obtendrá los resultados de compresión confina o compresión biaxial.

2.5.2. Compresión no confinada en muestras de suelo – cemento

Este ensayo permite obtener el máximo esfuerzo a la rotura de un espécimen al ser sometido a una carga uniaxial, los especímenes que se sometieron a esfuerzos fueron de forma cilíndrica de volumen: 943.69 cm^3 , diámetro: 101.60mm, altura: 117mm y peso unitario húmedo: 1.81 gr/cm³, peso unitario seco: 1.64 gr/cm³ datos obtenidos del ensayo de Proctor modificado del suelo.

Los especímenes que se ensayaron fueron 1 por cada porcentaje de adición de cemento, los cuales en total fueron 4 especímenes. Los ensayos se hicieron en la máquina de compresión uniaxial de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín.

La proporción de suelo – cemento que mejor resultados da en este ensayo será escogida para el diseño de los bloques de tierra comprimida. Y así determinar las dimensiones del BTC que mejor cumpla los estándares de la norma E.080.

2.6. Diseño de bloque de tierra comprimida (BTC), estabilizado con cemento

Después romper los especímenes representativos de 6%, 8%, 10% y 12%, se optó por la proporción que mejor resultado dio en enfuerzo y cohesión; para 2500 gramos de suelo se usó el 10% de cemento.

Se hizo cuatro diseños bloques de suelo-cemento, con variación de la cantidad de suelo y cemento, pero con la misma proporción, el objetivo era tener un (BTC) con las dimensiones del ladrillo artesanal y la norma de albañilería recomienda.

2.6.1. Elaboración de los bloques de tierra comprimida

El proceso que se siguió para la elaboración de los especímenes de suelo – cemento es el siguiente.

- **Tamizado del Suelo**

La muestra de suelo se disgrega con la comba de goma hasta formar partículas pequeñas, se pasa por la malla N° 04, se coloca 7000 gramos de muestra en un recipiente de aluminio de acuerdo a las proporciones trabajadas para hallar las dimensiones requeridas por la norma de albañilería.

- **Obtención del cemento portland**

Se pesa 700 gramos de cemento de acuerdo a la proporción seleccionada para obtener un BTC de dimensiones de: 29.50x14x9cm.

- **Agua potable**

El agua de preferencia que sea potable y se lo adiciona 10.30% de la cantidad de muestra, dato obtenido de la humedad óptima del ensayo Proctor estándar.

- **Mezclado**

Se coloca 7000 gramos de suelo en un recipiente de aluminio y se adiciona 700 gramos de cemento luego 721 mililitros de agua hasta homogenizar la mezcla.

- **Prendado**

Luego de obtener el mezclado homogéneo se coloca en la prensa y se comprime hasta adquirir 7000 psi (48.26 MPa), posteriormente se desmolda. Para el curado hemos utilizado el Yute el cual permitirá proteger de posibles fisuras. Los BTC se sometieron a pruebas de compresión a los días (1, 3, 5, 7, 14 y 21), obteniendo mejores resultados a los 21 días. Se elaboraron 160 muestras.

2.6.2. Prensadora Cinva Ram – Modifica

La máquina compactadora es un equipo portátil fabricado en la ciudad de Tarapoto por encargo del Ingeniero Gilberto Aliaga Atalaya e instalada en la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, distrito de Morales, provincia de San Martín región de San Martín.

Esta máquina es de funcionamiento manual la sección del molde es acorde con la unidad de albañilería y la tapa tiene la función de sostener la fuerza que trasmite la gata hidráulica al momento que se incrementa la presión de abajo hacia arriba, finalmente para extraer la muestra se desplaza la palanca hacia abajo esto hace que el BTC suba verticalmente y así poder retirarla.



Figura 32: Extracción de la muestra de la maquina Cinva Ram – Modificada.

2.6.3. Ensayo a la compresión del BTC, estabilizado con cemento

La máquina de compresión del concreto de la serie MC-300 tienen capacidades de 3000,000 lbf (1,335 KN) y cumplen o exceden las estrictas recomendaciones del ACI 363 pueden equiparse con accesorios para adaptarse a las pruebas de resistencia a la compresión de muchos cubos, núcleos, prismas de mampostería y cilindros de diferentes tamaños, así como muestras de vigas a flexión. Para el ensayo se adaptó dos tipos accesorios: cilindros y plancha de acero.

El controlador (PROFI X6 PLUS) mide a fuerza de carga y la resistencia ultima en KN, la velocidad KN/s y el tiempo de la rotura

Para el desarrollo del proyecto de investigación los ensayos se realizaron en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, en verificación de mi asesor de Tesis el Ingeniero Santiago Chávez Cachay.



Figura 33: El asesor de tesis verificando las pruebas de rotura de los BTC

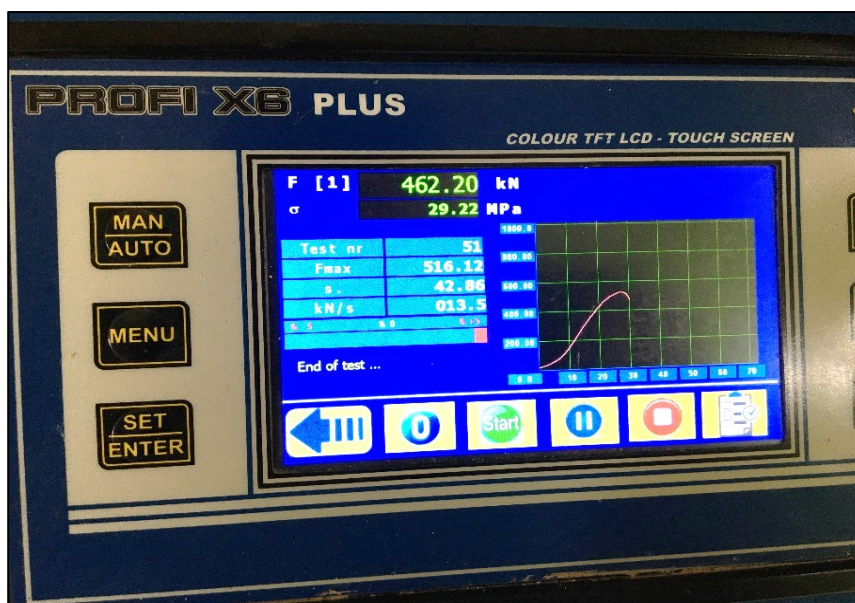


Figura 34: Se muestra los resultados de los BTC a los 21 días de curado

2.6.4. Ensayo de absorción de BTC, estabilizado con cemento

Para el desarrollo del ensayo, se puso dos especímenes (BTC patrón y BTC con el 10% de cemento) en el horno por 3 horas a temperatura de 110 °C, después de secado se colocó los especímenes bajo sombra a temperatura ambiente por 2 horas luego se registró su peso en seco posteriormente se sumergió por 24 horas en una bandeja con agua potable, finalmente se retiró los especímenes y se volvió a pesar y se registraron los datos.



Figura 35: Se muestra los BTC, sumergidos en agua por 24 horas

2.6.5. Ensayo de alabeo BTC, estabilizado con cemento

Este ensayo es similar a la variación dimensional del BTC, permite conocer la distorsión de los bordes el alabeo se midió con una regla graduada milimétrica.



Figura 36: Verificando el alabeo en los bordes del BTC

2.6.6. Ensayo de densidad del BTC, estabilizado con cemento

Este tipo de ensayo se basa en la NTP 339.613 y 339.604. Antes de sumergir los BTC se registra su peso luego de sumerge por 24 horas los BTC patrón y BTC estabilizado con el 10% de cemento, pasado el tiempo se retira los bloques y se registra su peso saturado, para posteriormente procesar los datos.



Figura 37: Las muestras sumergidas por 24 horas para determinar su densidad

2.6.7. Ensayo de dimensionamiento, BTC estabilizado con cemento.

Este tipo de ensayo se basa en la NTP 339.613 y 339.604, la importancia de la prueba del dimensionamiento, es la relación que mantiene con el espesor de la junta, esto indica que a mayor variación de las dimensiones del BTC mayor será la variación de la junta.



Figura 38: verificando las medidas de los bloques de tierra comprimida

2.7. Características de las pilas

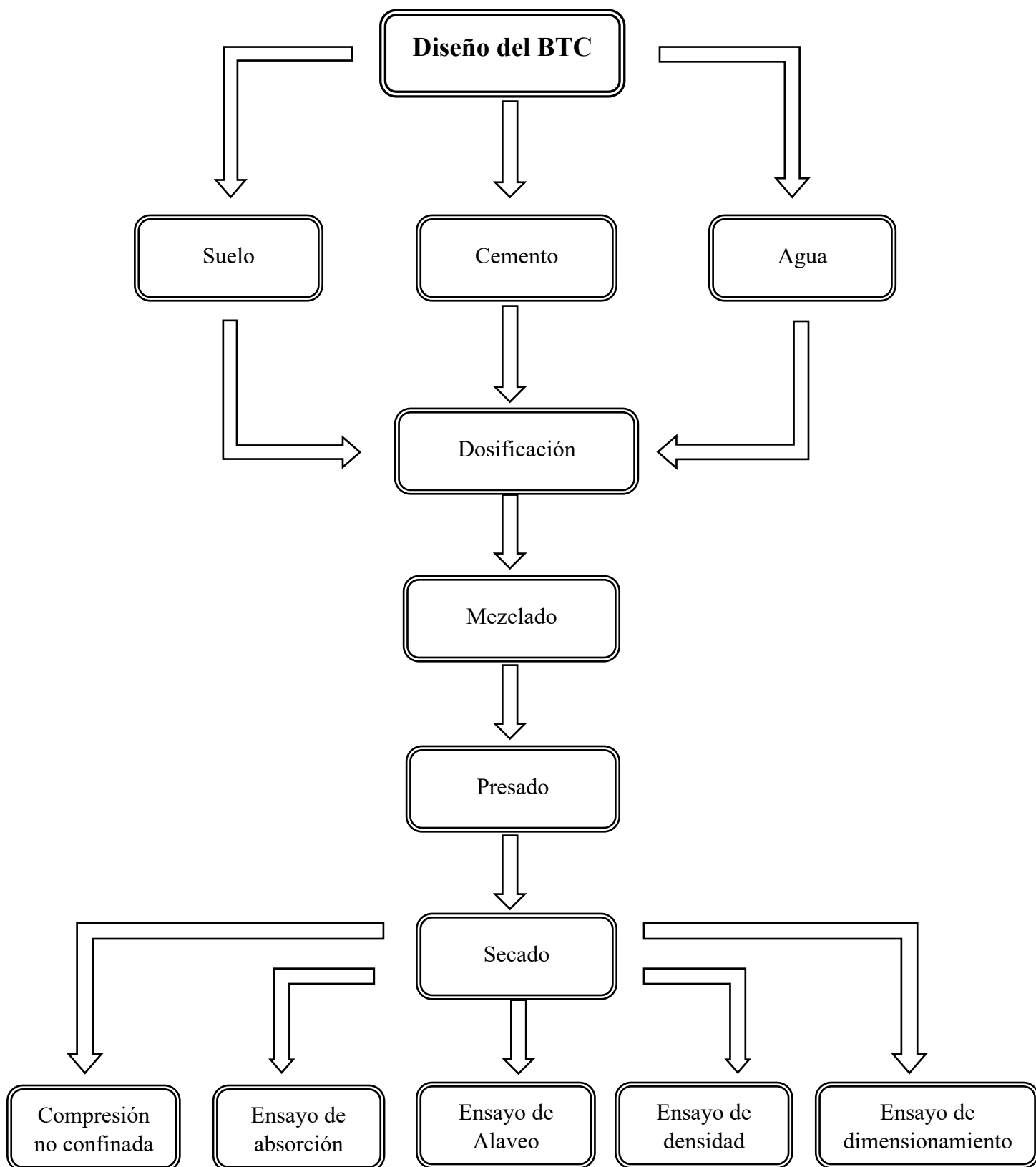
Se desarrollo tres pilas a la edad de 21 días se determinará la resistencia a compresión, sus resultados darán un concepto sobre si se puede utilizar para el diseño estructural de un muro para viviendas.



Figura 39: Presentación de la pila de BTC



Figura 40: se procedió a romper la pila de BTC, verificado por el Asesor



CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultado de las propiedades físicos y mecánicos del suelo.

- Contenido de humedad

Tabla 6

Contenido de humedad de las canteras.

Muestra	Contenido de Humedad (%)
Cantera 1	6.18
Cantera 2	6.40
Cantera 3	7.71

Fuente: Elaboración propia.

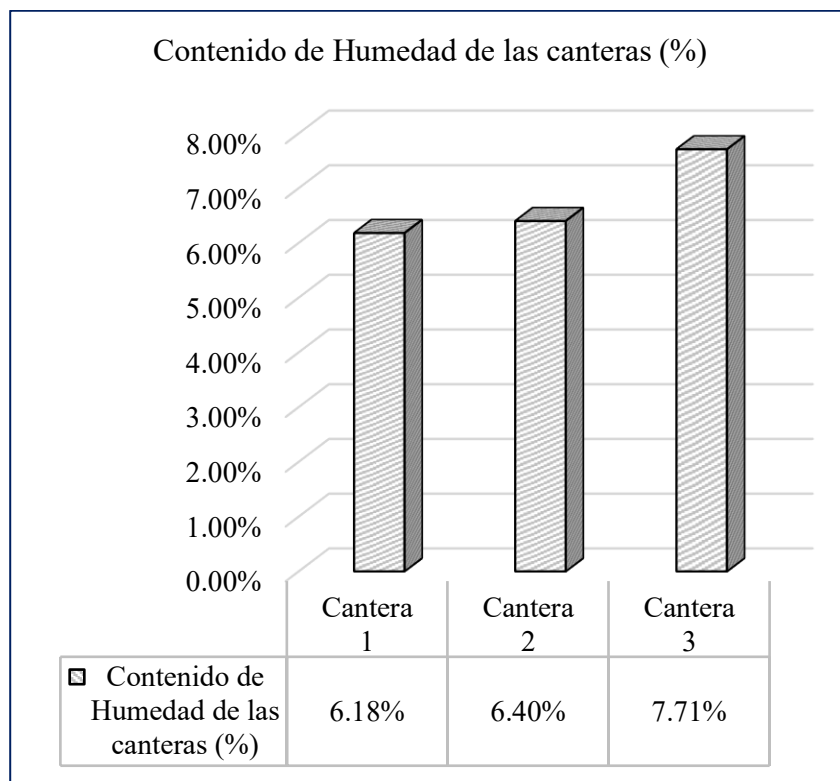


Figura 41: Contenido de humedad de las canteras. (Fuente: Elaboración Propia)

- **Gravedad específica**

Tabla 7

Gravedad específica de las canteras.

Muestra	Gravedad específica (gr/cm ³)
Cantera 1	2.62
Cantera 2	2.55
Cantera 3	2.57

Fuente: Elaboración propia, 2020

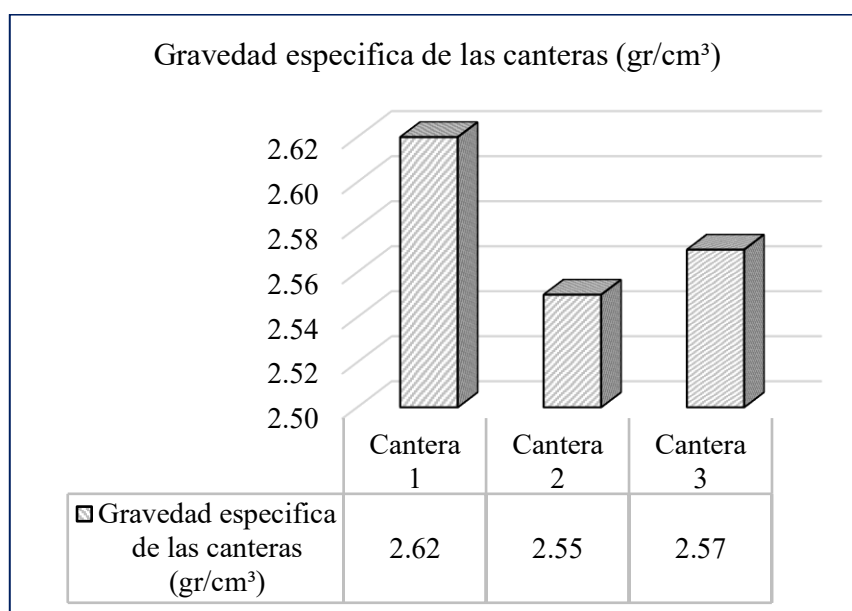


Figura 42: Gravedad específica de las canteras (gr/cm³). (Fuente: Elaboración Propia)

- **Límite de Atterberg**

Tabla 8

Límite de Atterberg de las canteras

Muestra	Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice plástico (%)
Cantera 1	27.57	15.47	12.10
Cantera 2	19.86	15.50	4.36
Cantera 3	24.47	17.25	7.22

Fuente: Elaboración propia, 2020

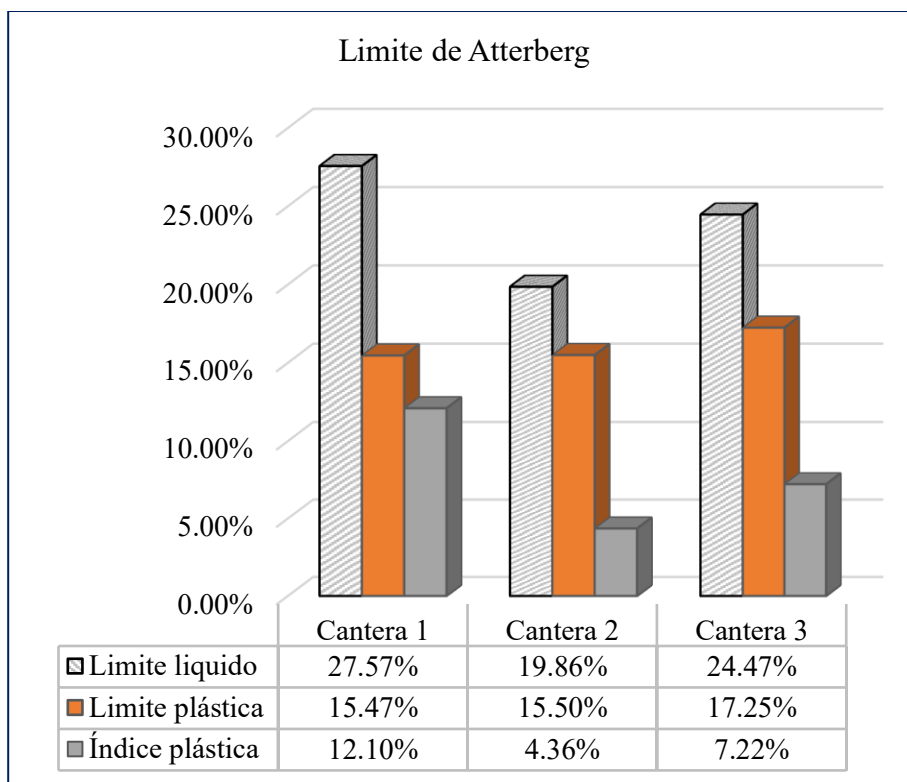


Figura 43: Límite de Atterberg de las canteras. (Fuente: Elaboración Propia)

- **Granulometría por tamizado**

Tabla 9

Granulometría por tamizado cantera N° 01 (Mirador Lagartococha)

Ensayo	Valor obtenido
Análisis granulométrico:	
Pasa la malla N° 4	99.55%
Pasa la malla N° 10	97.84%
Pasa la malla N° 40	90.01%
Pasa la malla N° 200	54.95%
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(4)

Fuente: Elaboración propia, 2020

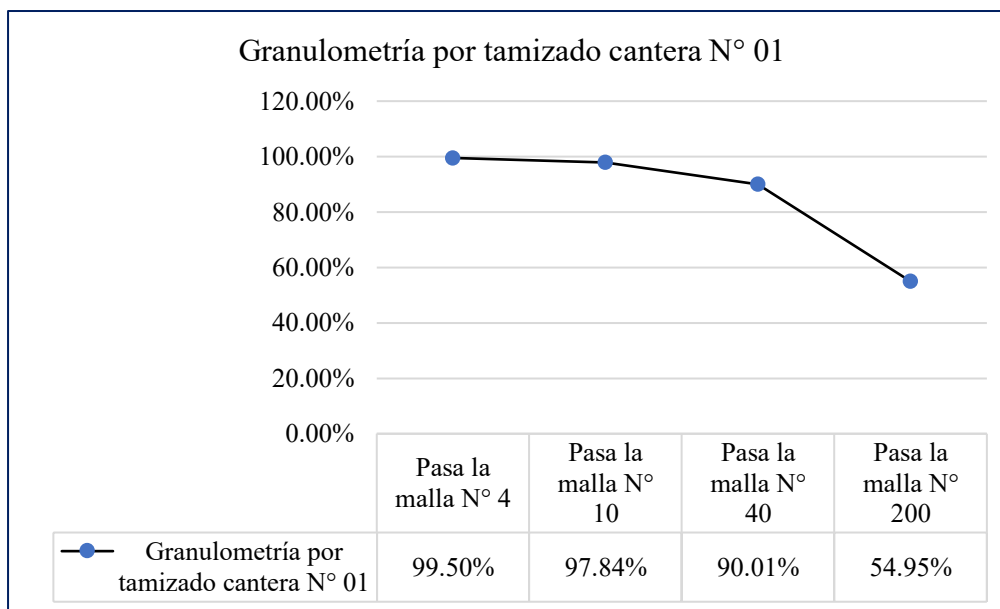


Figura 44: Granulometría por tamizado cantera N° 01. (Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 10

Granulometría por tamizado cantera N° 02 (Nueva California)

Ensayo	Valor obtenido
Análisis granulométrico:	
Pasa la malla N° 4	99.18%
Pasa la malla N° 10	97.15%
Pasa la malla N° 40	73.66%
Pasa la malla N° 200	40.79%
Clasificación SUCS	SM-SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)

Fuente: Elaboración propia, 2020

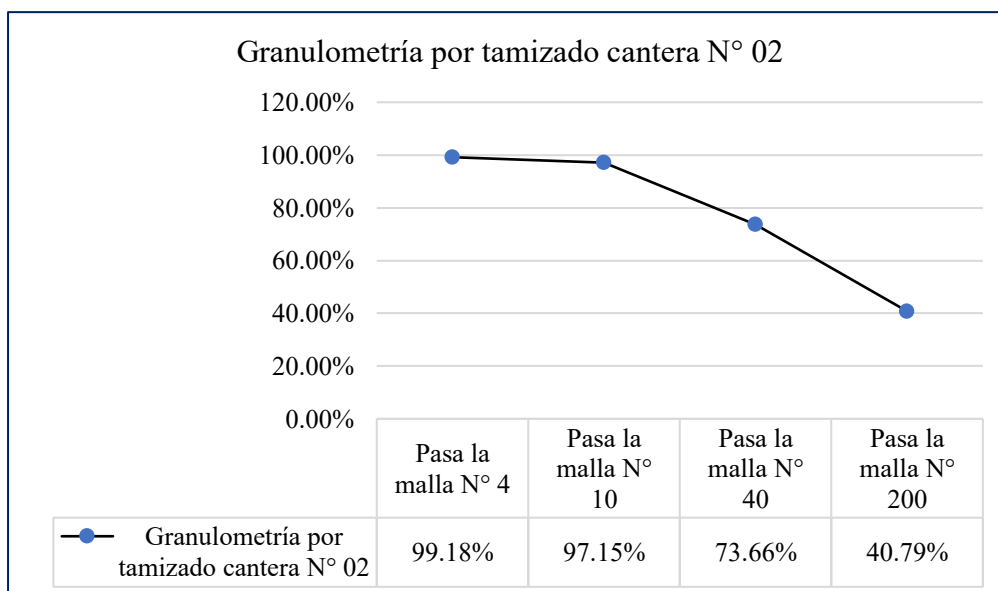
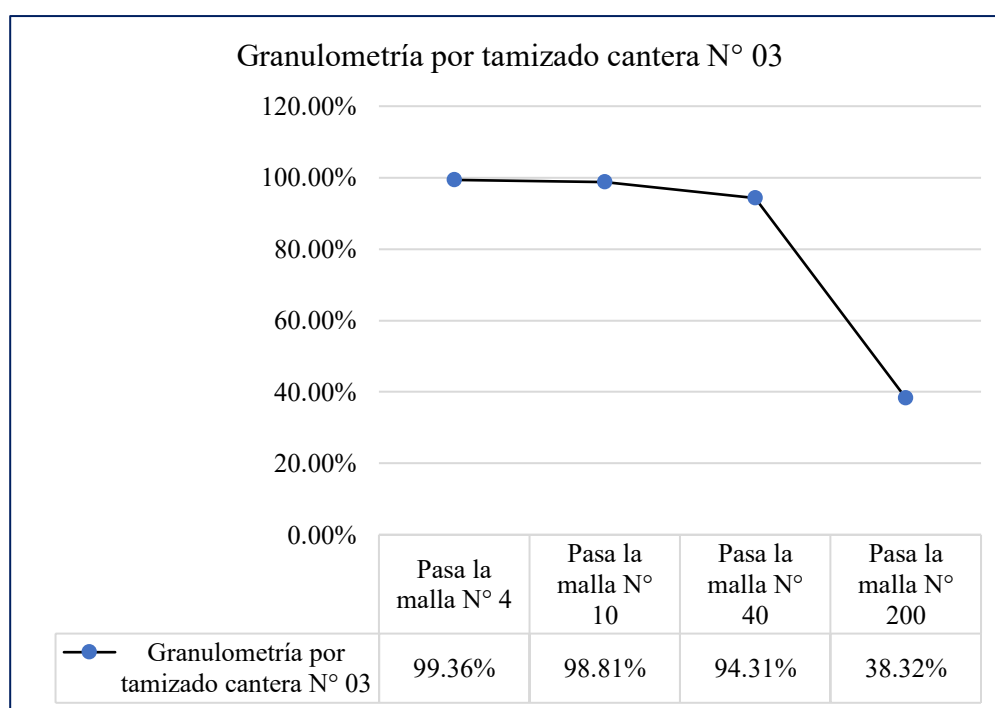


Figura 45: Granulometría por tamizado cantera N°02. (Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 11*Granulometría por tamizado cantera N° 03 (Cacatachi)*

Ensayo	Valor obtenido
Análisis granulométrico:	
Pasa la malla N° 4	99.36%
Pasa la malla N° 10	98.81%
Pasa la malla N° 40	94.31%
Pasa la malla N° 200	38.32%
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-4(1)

Fuente: Elaboración propia, 2020

**Figura 46:** Granulometría por tamizado cantera N°03. (Fuente: Elaboración Propia)

- Proctor modificado

Tabla 12*Relación densidad – humedad cantera*

Muestra	Densidad Máxima (grs/cm ³)	Humedad optima (grs/cm ³)
Cantera 1	1.81	10.30
Cantera 2	1.92	5.50
Cantera 3	1.90	7.00

Fuente: Elaboración propia, 2020

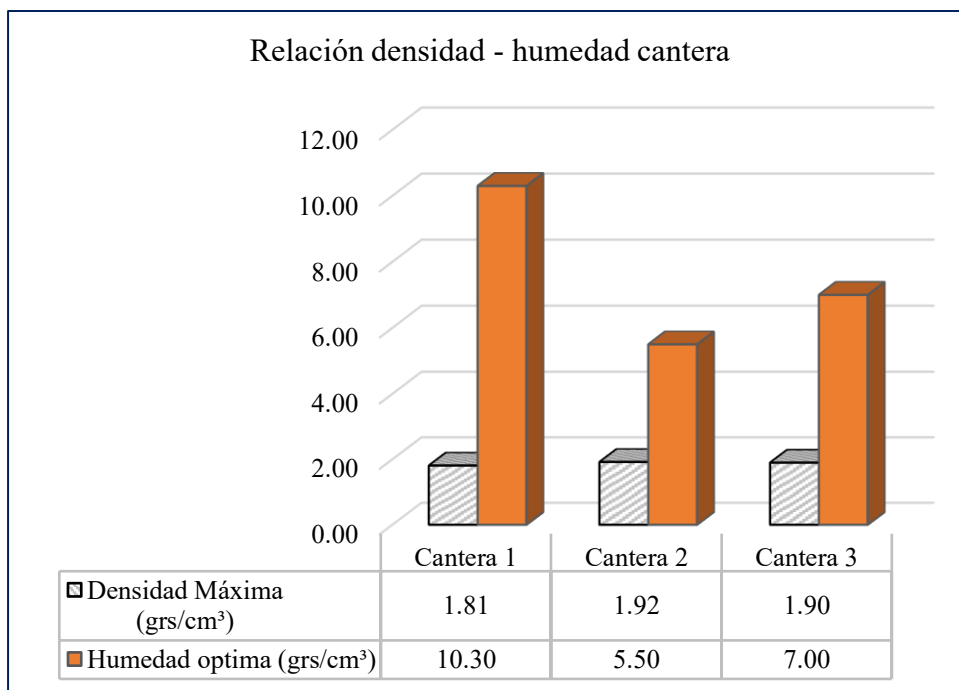


Figura 47: Relación densidad – humedad cantera. (Fuente: Elaboración Propia)

- **Compresión no confinada en muestras de suelo**

Muestra	Compresión no Confinada (kg/cm ²)	Cohesión (kg/cm ²)
Cantera 1	1.48	0.74
Cantera 2	0.92	0.466
Cantera 3	0.97	0.49

Fuente: Elaboración propia, 2020

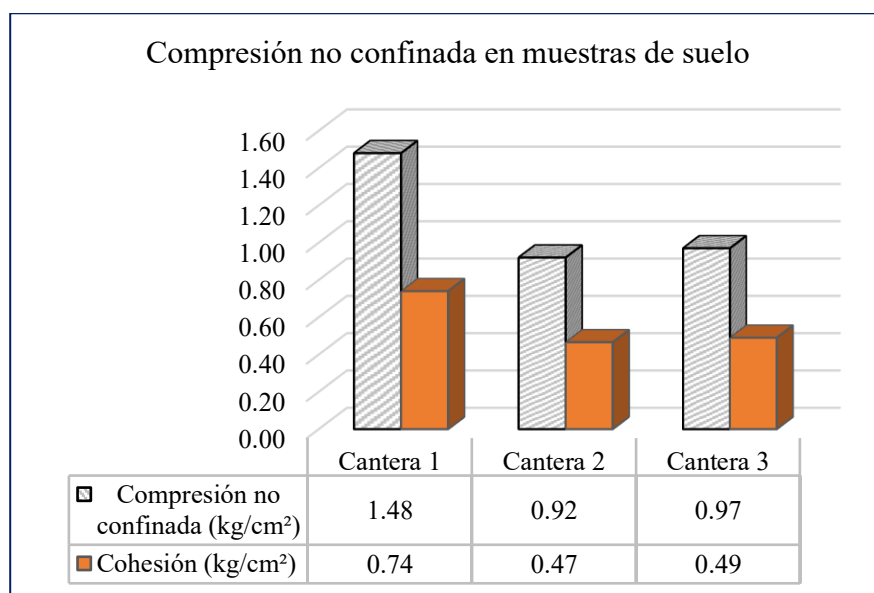


Figura 48: Compresión no confinada en muestras de suelo. (Fuente: Elaboración Propia)

3.2. Resultados de los ensayos de las muestras de suelo – cemento

3.2.1. Compresión no confinada en muestras de suelo – cemento

Tabla 13

Compresión no confinada en suelo cemento

Cemento %	% humedad optima	Peso del espécimen (gr)	Carga aplicada (kg -f)	Resistencia a la compresión f'c (kg/cm ²)	tiempo (días)
6%	10.30%	137.50	10,608.97	58.05	21
8%	10.30%	143.50	18,002.82	97.78	21
10%	10.30%	150.50	23,721.82	119.08	21
12%	10.30%	148.50	23,395.02	117.31	21

Fuente: Elaboración propia, 2020

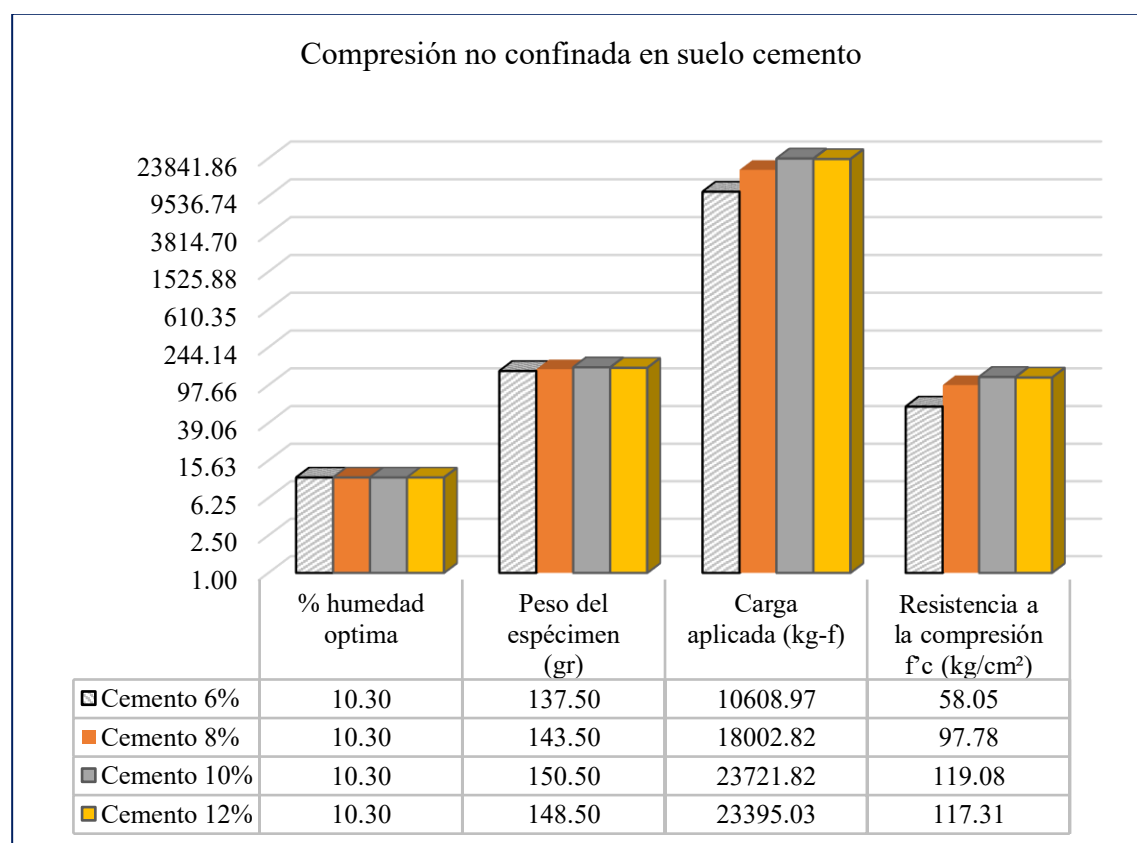


Figura 49: Compresión no confinada en suelo cemento. (Fuente: Elaboración Propia)

3.3. Resultados de los ensayos de bloque de tierra comprimida (BTC)

3.3.1. Resistencia a compresión del BTC, patrón

Tabla 14

Resultados a compresión simple del BTC patrón, 7 días

N° unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1 al 10	Patrón	7.00	10,554.91	413.00	25.56	7am - 10am
1 al 10	Patrón	7.00	7,427.10	413.00	17.98	10am - 1pm

Fuente: Elaboración propia, 2020

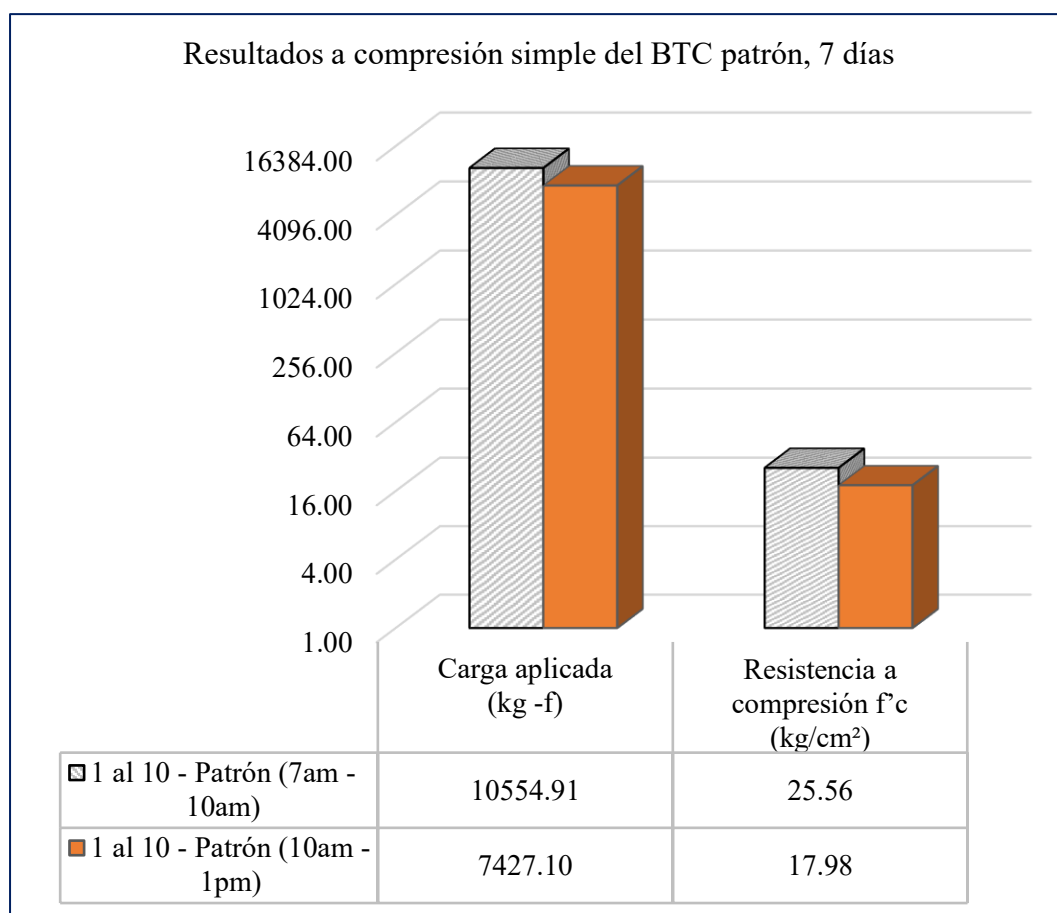


Figura 50: Resultados a compresión simple del BTC patrón, 7 días. (Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 15*Resultados a compresión simple del BTC patrón, 14 días*

N° unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1 al 10	Patrón	14.00	12,472.60	413.00	30.20	7am - 10am
1 al 10	Patrón	14.00	10,469.48	413.00	25.35	10am - 1pm

Fuente: Elaboración propia, 2020

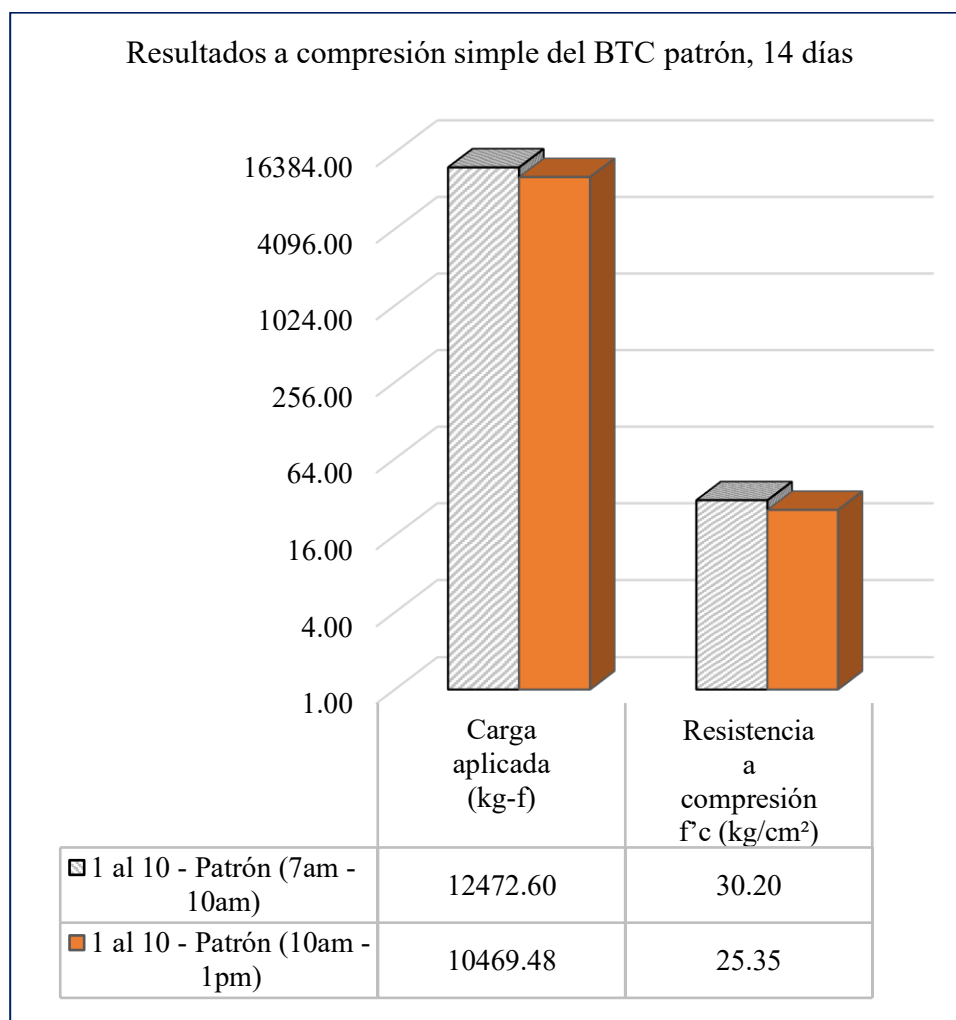
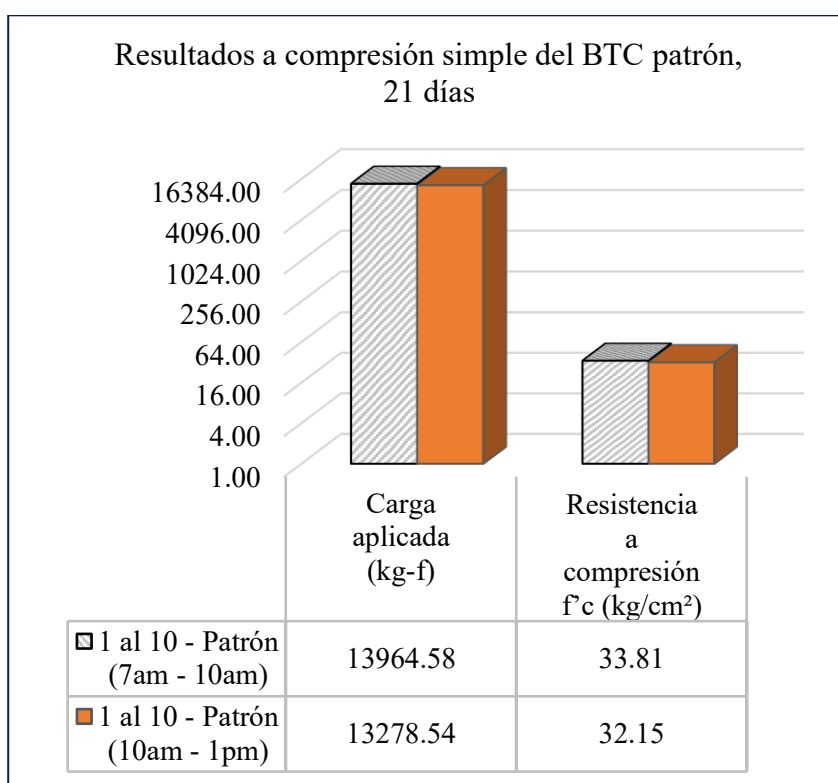
**Figura 51:** Resultados a compresión simple del BTC patrón, 14 días.
(Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 16*Resultados a compresión simple BTC patrón, 21 días*

Nº unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1 al 10	Patrón	21.00	13,964.58	413.00	33.81	7am - 10am
1 al 10	Patrón	21.00	13278.54	413.00	32.15	10am - 1pm

Fuente: Elaboración propia, 2020

**Figura 52:** Resultado a compresión simple BTC patrón, 21 días. (Fuente: Elaboración Propia)**Tabla 17***Resumen final de resistencia de la muestra patrón*

Identificación	Días	Resistencia (kg/cm ²)
Patrón	7.00	25.56
Patrón	14.00	30.20
Patrón	21.00	33.81

Fuente: Elaboración propia, 2020

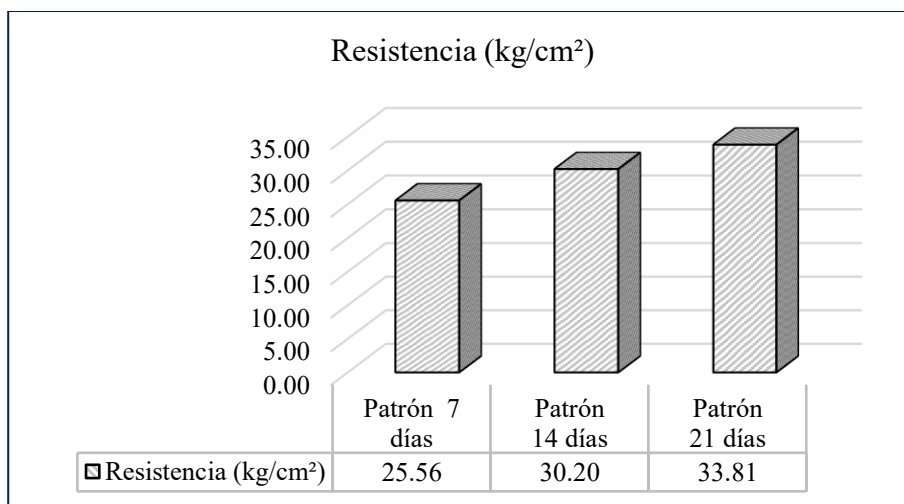


Figura 53: Resumen final de la muestra patrón. (Fuente: Elaboración Propia)

3.3.2. Resistencia a compresión de BTC, estabilizado con cemento

Tabla 18

Resultados del BTC + 10% de cemento, 1, 3 y 5 días

N° unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1 al 3	10% cemento	1.00	5,886.89	413.00	14.25	7am - 10am
4 al 6	10% cemento	3.00	9,642.68	413.00	23.35	7am - 10am
7 al 9	10% cemento	5.00	12,773.07	413.00	30.93	7am - 10am

Fuente: Elaboración propia, 2020

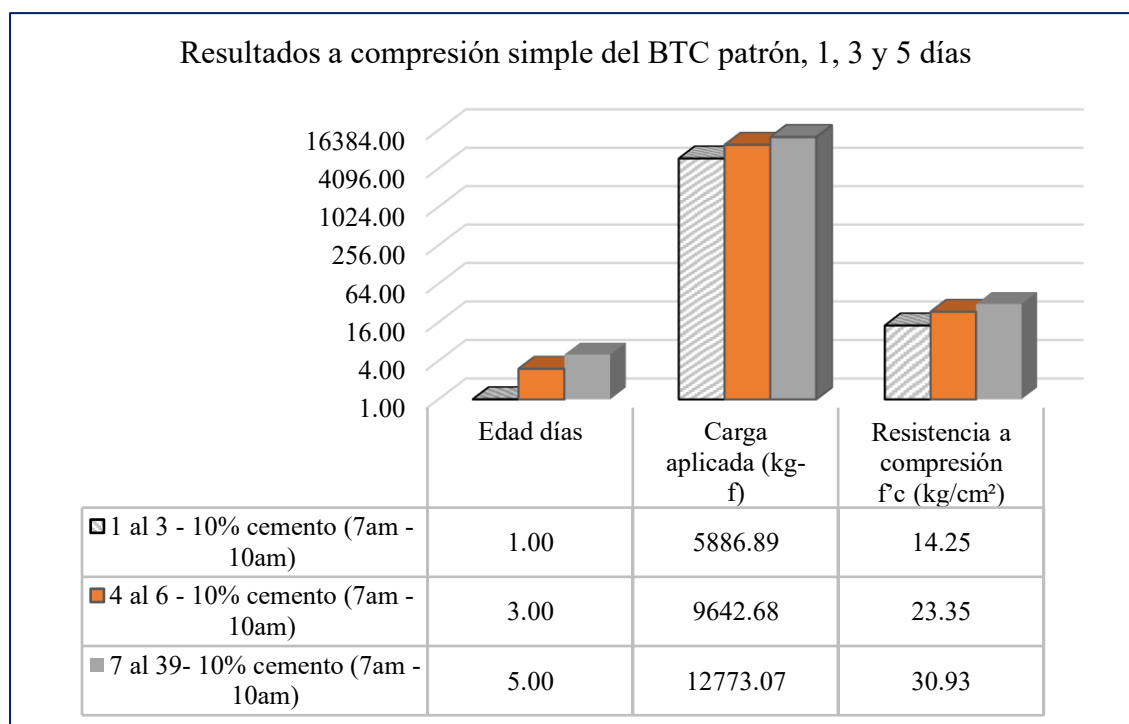
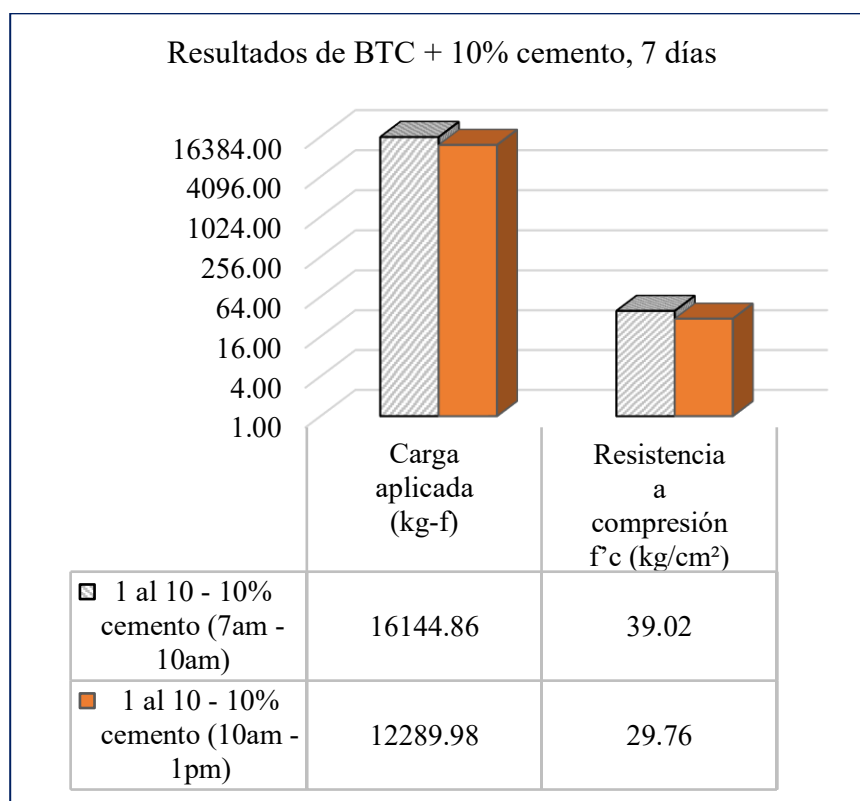


Figura 54: Resultados del BTC + 10% de cemento, 1, 3 y 5 días. (Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 19*Resultados de BTC + 10% de cemento, 7 días*

N° unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1 al 10	10% cemento	7.00	16,144.86	413.00	39.02	7am - 10am
1 al 10	10% cemento	7.00	12,289.98	413.00	29.76	10am - 1pm

Fuente: Elaboración propia, 2020

**Figura 55:** Resultados de BTC + 10% cemento, 7 días. (Fuente: Elaboración Propia)**Tabla 20***Resultados de BTC + 10% de cemento, 14 días*

N° unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1 al 10	10% cemento	14.00	31,784.03	413.00	76.96	7am - 10am
1 al 10	10% cemento	14.00	30,172.50	413.00	73.06	10am - 1pm

Fuente: Elaboración propia, 2020

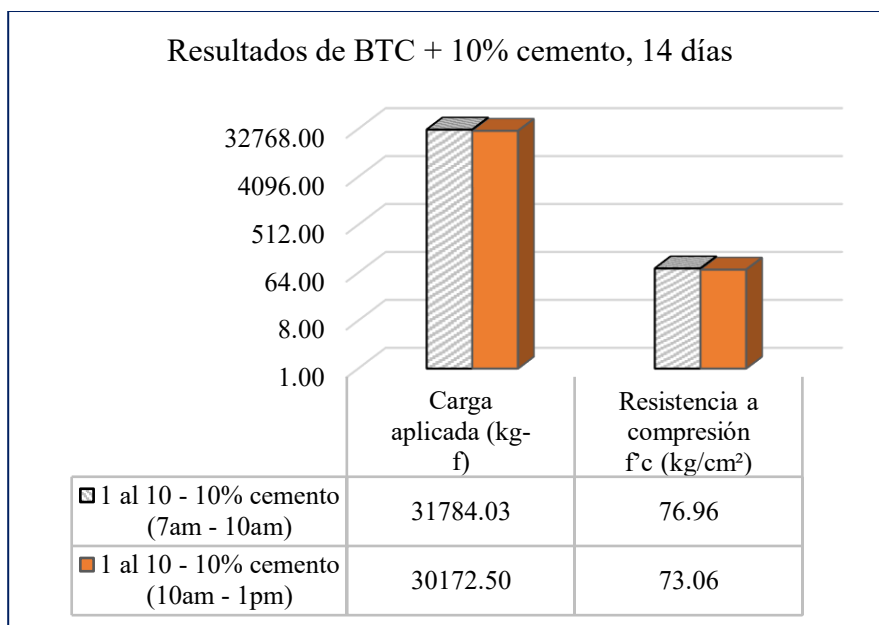


Figura 56: Resultados de BTC + 10% cemento, 14 días. (Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 21

Resultados de BTC + 10% de cemento, 21 días

N° unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1 al 50	10% cemento	21.00	49,179.22	413.00	119.08	7am - 10am
1 al 10	10% cemento	21.00	42,670.92	413.00	103.32	10am - 1pm

Fuente: Elaboración propia, 2020

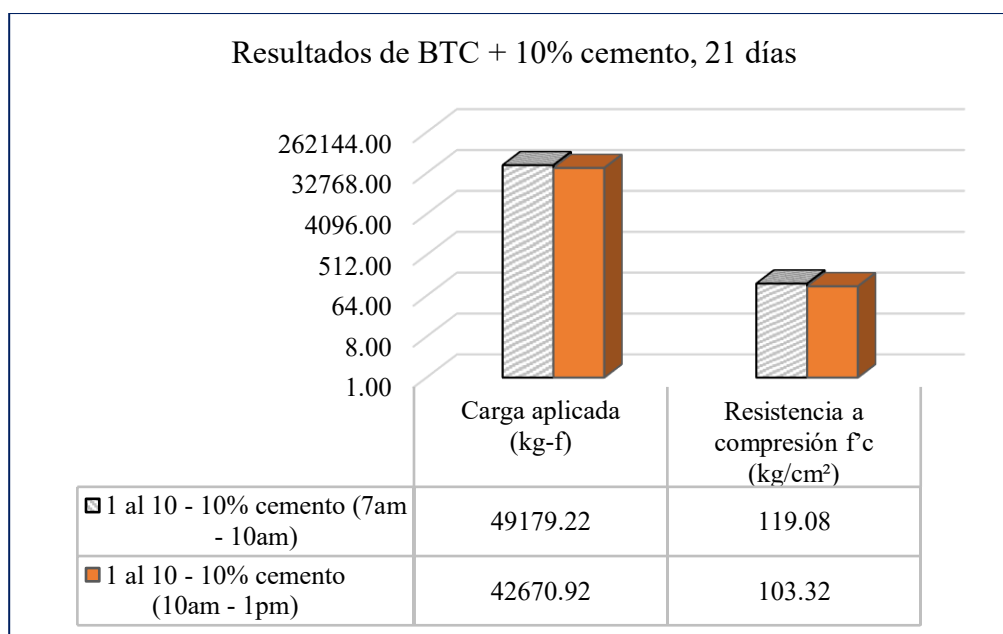
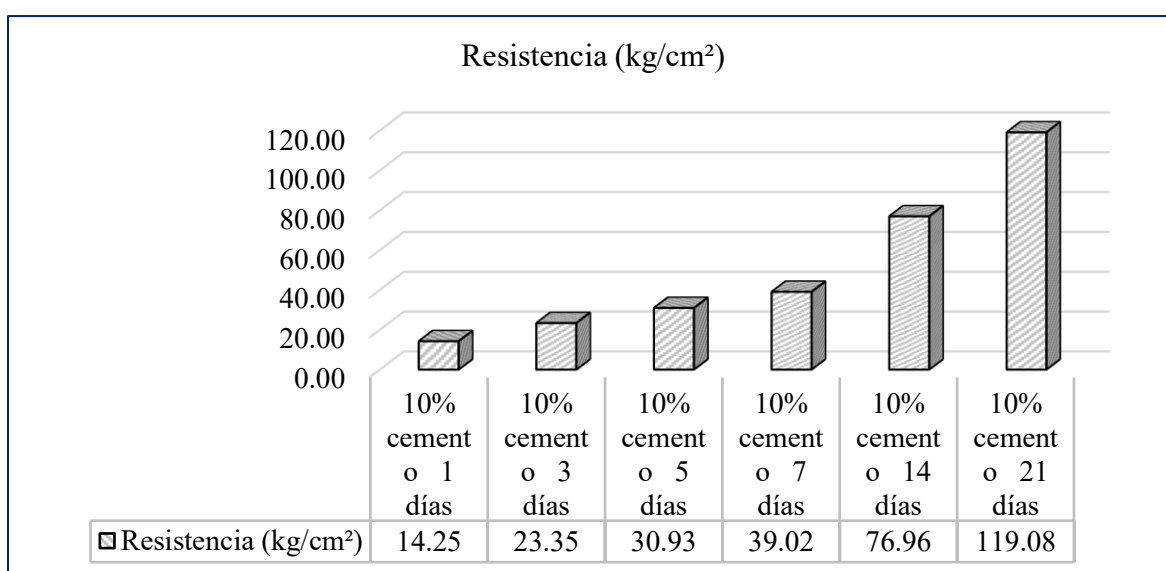


Figura 57: Resultados de BTC + 10% cemento, 21 días. (Fuente: Elaboración Propia)

Tabla 22*Resumen general de resistencia a compresión BTC+10% de cemento*

Identificación	Días	Resistencia (kg/cm ²)
10% cemento	1.00	14.25
10% cemento	3.00	23.35
10% cemento	5.00	30.93
10% cemento	7.00	39.02
10% cemento	14.00	76.96
10% cemento	21.00	119.08

Fuente: Elaboración propia, 2020

**Figura 58:** Resumen general de resistencia a compresión BTC + 10% de cemento. (Fuente: Elaboración Propia)**3.3.3. Ensayo de absorción al bloque de tierra comprimida****Tabla 23***Ensayo de absorción de 24 horas en unidades de BTC*

Muestra	BTC Patrón	BTC adición de cemento
M-1	9.88%	4.68%
M-2	9.82%	4.65%
M-3	9.85%	4.67%
M-4	9.84%	4.69%
M-5	9.86%	4.68%

Fuente: Elaboración propia, 2020

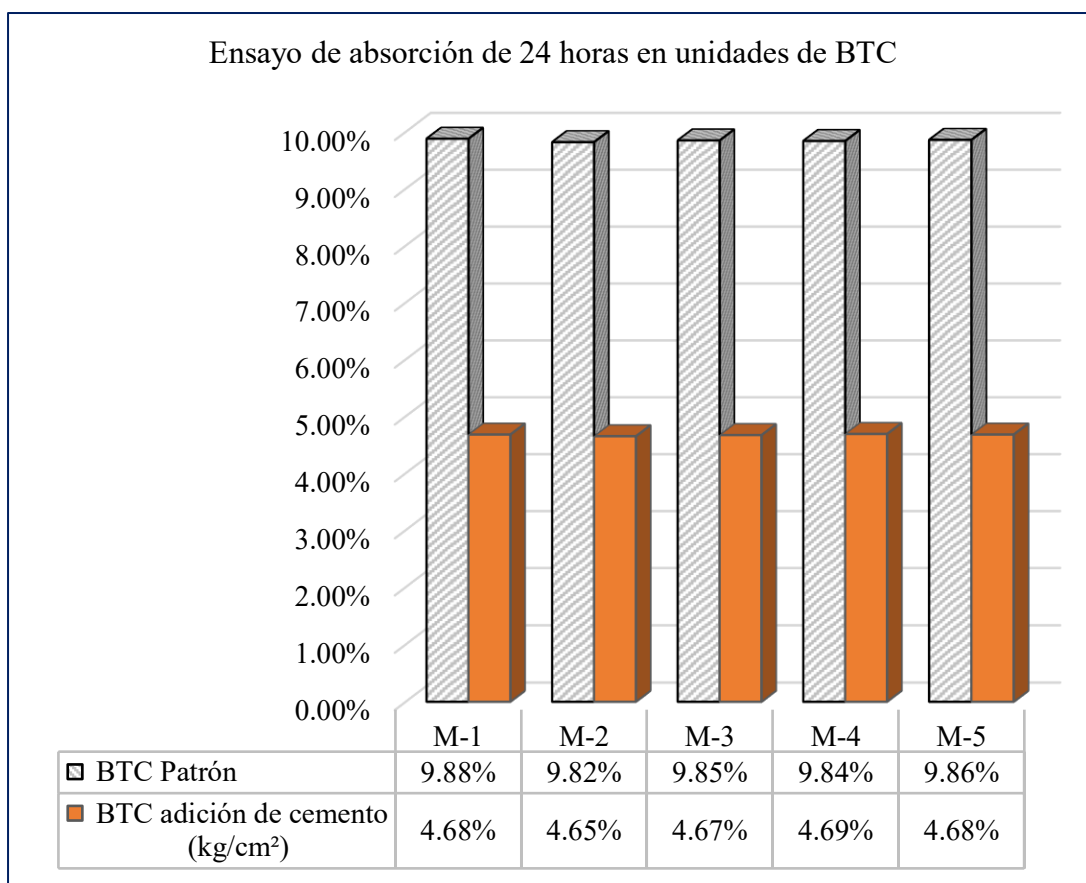


Figura 59: Ensayo de absorción de 24 horas en unidades de BTC. (Fuente: Elaboración Propia)

3.3.4. Ensayo de alabeo al bloque de tierra comprimida

Tabla 24

Ensayo de alabeo en unidades de BTC

muestra	Alabeo concavidad (mm)
L-1	0.00
L-2	0.00
L-3	0.00
L-4	1.00
L-5	0.00

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3.5. Ensayo de densidad del BTC, estabilizado con cemento

Tabla 25

Ensayo de densidad en unidades del BTC

muestra	BTC patrón (grs/cm ³)	BTC adición de cemento (grs/cm ³)
M-1	2.00	2.09
M-2	2.00	2.09
M-3	2.00	2.09
M-4	2.00	2.09
M-5	2.00	2.09

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3.6. Ensayo de dimensionamiento del BTC, estabilizado con cemento

Tabla 26

Ensayo de dimensionamiento en unidades de BTC

muestra	Largo	Ancho	Alto
M-1	29.50	14.00	9.00
M-2	29.50	14.00	9.00
M-3	29.50	14.00	9.00
M-4	29.50	14.00	9.00
M-5	29.50	14.00	9.00

Fuente: Elaboración propia, 2020

3.3.7. Resistencia a la compresión de pilas de BTC, estabilizados con cemento

Tabla 27

resistencia de pilas de BTC, estabilizados con cemento

Nº unidad	Identificación	Edad días	Carga aplicada (kg-f)	Área (cm ²)	Resistencia a compresión f'c (kg/cm ²)	Muestras realizadas
1	10% cemento	21.00	14,528.02	413.00	35.18	7am - 10am
2	10% cemento	21.00	14,741.02	413.00	35.69	7am - 10am
3	10% cemento	21.00	14,703.27	413.00	35.60	7am - 10am

3.4. Análisis y discusión resultados de bloques de tierra comprimida (BTC)

Se presenta el análisis, la interpretación, la comparación y la discusión de los resultados obtenidos en laboratorio de la Facultad de Ingeniero Civil y arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín.

3.4.1. Propiedades físicas y clasificación del suelo

Para el desarrollo del proyecto de investigación, se tomó tres canteras; cantera N° 01 – Mirador Lagartococha, cantera N° 02 – Nueva California y la cantera N° 03 - Cacatachi, se logró contar con tres tierras de distintas propiedades sobre todo en cuanto a su granulometría y plasticidad, la tierra más apta resultado de la cantera N° 01, clasificada como arcilla inorgánica de plasticidad media, Limite Liquido = 25.57, Limite Plástico = 15.47, Índice de Plasticidad = 12.10, en la compresión uniaxial la cohesión: 0.74 kg/cm² y la compresión ultima = 1.48 kg/cm² se puede deducir que el suelo tiene mayor índice de plasticidad dan mejores resultados a la compresión uniaxial.

3.4.2. Compresión no confinada de las muestras de suelo - cemento

Según los resultados de la tabla N° 23, se observa cuando aumenta gradualmente el porcentaje de cemento hasta llegar 10% su resistencia a la compresión confinada aumenta a hasta llegar: 119.08 kg/cm², cuando se aumenta 12% el porcentaje de cemento disminuye su resistencia hasta llegar: 117.31%.

3.4.3. Resistencia a compresión del Bloque de tierra comprimida (BTC)

Según los resultados de la tabla N° 23, se observa cuando aumenta gradualmente el porcentaje de cemento hasta llegar 10% su resistencia a la compresión confinada aumenta a hasta llegar: 119.08 kg/cm², cuando se aumenta 12% el porcentaje de cemento disminuye su resistencia hasta llegar: 117.31%.

3.4.3.1 Resistencia a compresión del BTC patrón

Según los resultados de la tabla N° 26; a los 21 días arrojó mejores resultados para ello se elaboró los bloques de tierra comprimida en dos horarios de las 7am – 10am resistencia a compresión: 33.81 kg/cm² y 10am – 1pm su resistencia a compresión: 32.15, como se observa que los BTC elaborados la mañana tienen un mayor resistencia, debido en la mañana la temperatura en laboratorio de suelos es fresca de 24°C a 26°C, se concluye que las partículas de la mezcla trabaja mejor a temperatura ambiente.

3.4.3.2 Resistencia a compresión del BTC, estabilizado con cemento

Según los resultados de la tabla N° 31; a los 21 días arrojó mejores resultados para ello se elaboró los bloques de tierra comprimida en dos horarios de las 7am – 10am resistencia a compresión: 119.08 kg/cm² y 10am – 1pm su resistencia a compresión: 103.32, como se observa que los BTC elaborados la mañana tienen un mayor resistencia, debido en la mañana la temperatura en laboratorio de suelos es fresca de 24°C a 26°C, esto hace que el cemento fragüe mejor a temperatura ambiente.

3.4.4. Ensayo de absorción de BTC, estabilizado con cemento

Según los resultados de la tabla N° 33, tenemos cinco resultados de bloque de tierra comprimida, BTC patrón y BTC estabilizado con cemento, luego de 24 horas sumergidas en agua notamos que la variación porcentual promedio del BTC patrón: 9.85% y BTC estabilizado con cemento: 4.67%, sus resultados debieron que este último presenta mejores propiedades frente al agua.

3.4.5. Ensayo de alabeo del bloque de tierra comprimida

Según los resultados de la tabla N° 34, los bloques de tierra comprimida estabilizado con cemento no presenta muchas variaciones.

3.4.6. Ensayo de densidad del bloque de tierra comprimida

Según los resultados de la tabla N° 35, los bloques de tierra comprimida patrón: 2.00 gr/cm³ y los estabilizados con cemento: 2.09 gr/cm³ tienen diferencia en su densidad debido que este último tiene como componente el cemento el cual incrementa su peso.

3.4.7. Ensayo de dimensionamiento del bloque de tierra comprimida

Según los resultados de la tabla N° 36, los bloques de tierra comprimida no presentan mayores variaciones en sus dimensiones, 29.5 cm x 14 cm x 9 cm, esto debido que se hizo un estudio previo para obtener la dimensiones que están más acorde con la norma de albañilería E.070.

3.4.8. Resistencia a la compresión de pilas de BTC, estabilizado con cemento

Según los resultados de la tabla N° 37, se observa los resultados a compresión de la las pilas: 35.49 kg/cm² en promedio. Haciendo un comparativo con la resistencia de unidad a los 21 días: 119.08 kg/cm², que el bloque pilas bajan su resistencia hasta un 235.53%

CONCLUSIONES

- Se obtuvo un bloque de tierra comprimida estabilizado con cemento de buena resistencia, su desarrollo no genera contaminación al medio ambiente, este proyecto de investigación presenta un producto como alternativa de solución para la disminución de CO₂ al ecosistema. Su implementación generaría tener una alternativa de construcción.
- En el desarrollo del proyecto de investigación, se determinó experimentalmente la dosificación: 7000 gramos de suelo, 700 gramos de cemento y 721 mililitros de agua, donde se obtuvo un bloque de tierra comprimida estabilizado con cemento, de buena resistencia y medidas 29.50 cm largo, 14.00 cm de ancho y 9.00 cm de alto, el cual cumple con los requisitos mínimos de la Norma de Albañilería E.070.
- El diseño de bloque de tierra comprimida estabilizado con el 10% de cemento respecto a la cantidad de muestra, presentó mejores resultados en resistencia a compresión: a 1 día 14.25 kg/cm²; 3 días 23.35 kg/cm²; 5 días 30.93 kg/cm²; 7 días 39.02 kg/cm²; 14 días 76.96 kg/cm² y a 21 días 119.08 kg/cm² el incremento 52.66%, 154.83% y 252.20% a 7, 14, y 21 días respectivamente del bloque de tierra comprimida patrón. Se concluye afirmando que la adición de cemento mejora considerablemente la resistencia del bloque de tierra comprimida.
- El resultado obtenido muestra una resistencia al primer día (14.25 kg/cm²) y a los 21 días (119.08 kg/cm²) mayor al valor mínimo (12 kg/cm²) exigido por la Norma de Adobe E.080, siendo un valor mayor a la resistencia en compresión de los ladrillos tipo III (95 kg/cm²) de la tabla de clase de unidad de albañilería para fines estructurales de la Norma de Albañilería E.070. el cual responde a la hipótesis planteada.
- Al usar bloques de tierra comprimida estabilizados con cemento se estará apoyando a la no contaminación del medio ambiente debido que este tipo de producto no utiliza energía para su fabricación, será una alternativa que impactará en la construcción por ser un material de buena resistencia.
- Concluye que las propiedades físico-mecánicas han variado favorablemente con la incorporación del cemento al bloque de tierra comprimida, ya que la resistencia a compresión ha aumentado hasta en 252.20% en comparación al bloque de tierra comprimida patrón.

RECOMENDACIONES

- Se debe motivar a los estudiantes realizar tesis solo de investigación con materiales tradicionales y no tradicionales de esta manera dar un apoyo a la sociedad.
- Se recomienda investigar el diseño de bloques de tierra comprimida (BTC), estabilizado con aditivos usando materiales regionales: almidón de yuca, cenizas de cascara de arroz y usando fibras: cascara de plátano, fibras de coco, bagazo de caña de azúcar y cascarilla de arroz.
- El desarrollo del presente proyecto de investigación, puede servir como punto de partida para posteriores proyectos y así obtener un producto nuevo como alternativa de construcción.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones sobre análisis de costo beneficio usando bloques de tierra comprimida (BTC), estabilizado con cemento y ladrillo de arcilla.
- Realizar un prototipo de vivienda y realizar pruebas en una mesa vibratoria.
- Realizar el estudio de la junta vertical y horizontal para muros de bloque de tierra comprimida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Flores, Peter Jheryes y Akaley Poma, Luis Martín (2014). *Características físicas y mecánicas de unidades de albañilería ecológicas fabricadas con suelo – cemento en la ciudad de Trujillo*. Tesis de Pre-grado, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Acosta Valle, Cecilio (2001). *Durabilidad de ladrillos prensados de suelo – cemento*. Dpto. de Ingeniería Civil. Instituto Politécnico José A. Echeverría, La Habana.
- Braja m., Das (2001). *Principio de Ingeniería de Cimentaciones*. Thomson Editores, cuarta edición, México.
- Cabo Laguna, María (2011). *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción*, Departamento de Proyectos e Ingeniería Rural. Universal Pública de Navarra, España.
- Crespo Villalaz, Carlos (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5ta edición, Editorial Luminosa, México.
- Cid, J., Mazarrón, F.R., y Cañas, I. (2011). *Las normativas de construcción con tierra en el mundo*. Informes de La Construcción, 63(523), 159-169.
- De la Fuente Lavalle, Eduardo (2013). *Suelo–Cemento. Sus usos, propiedades y aplicaciones*. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C, México.
- Instituto del cemento Portland Argentino. *Construcción de viviendas económicas con suelo – cemento monolítico*. Revista Cemento, Argentina.
- J. M. Mas; C. F. Kirschbaum (2012). *Estudios de resistencia a la compresión en bloque de suelo – cemento*. Universidad Nacional Tucumán, Argentina.
- Klees, Delia; Natalini, Mario. *Fabricación de Componentes Modulares para la Construcción de Viviendas de Bajo Costo Utilizando Suelo–Cemento*. Dpto. Estabilidad, Facultad de Ingeniería, U.N.N.E., Resistencia, Argentina.
- Mantilla Calderón, Jhon Cristian (2018). *Variación de las propiedades físico mecánicas del adobe al incorporar viruta y caucho*. Tesis de Pre-grado, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

- Mariana P. Gatani, Arquitectura – CONICET (2000). *Ladrillos de suelo – cemento: Mampuesto Tradicional en base a un material sostenible*. Córdoba, Argentina.
- Mejía Pacheco, Pablo Javier (2018). *Bloques de tierra comprimida con agregados de residuos de construcción y demolición como sustitución de los agregados tradicionales en la ciudad de Saraguro, Loja*. Tesis de Pre-grado, Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Molina Vinasco, Gloria Milena (2016). *Bloques de tierra comprimida con adición de residuos de concreto y cemento como solución sostenible para la construcción de muros no estructurales*. Tesis de Pre-grado. Universidad Libre de Pereira Sede Belmonte, Colombia.
- Pacheco, F., y Jalali, S. (2012). *Earth construcción: Lessons from the past for future eco-efficient construcción*. *Construcción and Building Materials*, 29, 512-519.
- Reyes Lluberés, Carol Wendy y Peralta Berroa, José Ramón (2014). *Análisis de resistencia a compresión de tierra comprimida estabilizada para la fabricación de Bloques Estructurales*. Tesis de Pre-grado. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU), República Dominicana.
- Ricardo Berlingieri, Raúl (2017). *Caracterización de bloques suelo cemento como mampuesto. Practica supervisada*. Facultad de ciencias exactas físicas y naturales, Argentina, Córdoba.
- Rico R., A. y Del Castillo M., H (1973). *La ingeniería de suelos en las vías terrestres*. Tomo 11 – Edit. Limusa, México, DF.
- Rivva López, Enrique (2012). *Concretos de alta resistencia*. Editorial ICG. Primera Edición, Perú.
- Rojas Vargas, Javier (2014). *Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados*. Tesis Pre-grado. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Santamarina, Carlos J y Narsilio, Guillermo. *Clasificación d suelos: Fundamento físico, prácticas actuales y recomendaciones*. Georgia Institute of Tecnology. Atlanta. GA. 30332, USA.

- Toirac Corral, José (2008). *El Suelo–Cemento como Material de Construcción. Ciencia y Social*, vol. XXXIII, núm. 4. pp. 520–571. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, República Dominicana.
- Tomasini, Gabriel; Olivero, Fernando; Blegliardo, Hugo (2004). *Diseño Racional de Ladrillos de Suelo–Cemento y Análisis para su utilización en Viviendas de Interés Social. Seminario–Taller de Construcción con Tierra – UNLFADU; UTN – F.R.S.F.* Santa Fe., Argentina.
- Valdivia Cariat, José Augusto (2016). Factibilidad de implementación del material Suelo – Cemento como material de construcción para viviendas de bajo costo en el Perú. Tesis de Pre-grado, Lima.

ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 Laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto
 CIUDAD UNIVERSITARIA
 Jr. Amorarca 3^{ra} Candra Teléfono 042-52-1402
 MORALES - PERU



CONSTANCIA DE EJECUCION DE ENSAYOS DE LABORATORIO

EL QUE SUSCRIBE

Ing. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ, Jefe del laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos.

HACE CONSTAR:

Que el Bachiller **OSCAR MEDINA SAUCEDO**, ha realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

Ensayo de Contenido de Humedad natural

Peso específico relativo de los solidos

Peso Volumétrico

Límites de atterberg (límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad)

Granulometría por tamizado

Compresión no confinada

Mezclas suelo cemento

Compresión de bloques de tierra comprimida

Ensayos para poder concluir con su Tesis Titulado "DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN", Aprobado con resolución N° 069-2019-USNM/FICA-CFT-NLU.

Se expide el presente a solicitud del interesado.

Tarapoto 03 de Noviembre del 2020





Ing. Jorge Isaac Rioja Díaz
 J.F. DE LMS Y PAV - C
 FICA - UNSM
 CIP N° 36099



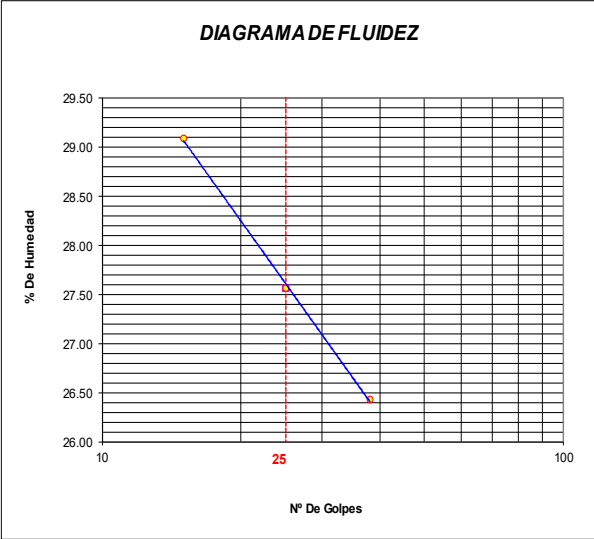
Anexo A: Ensayo del suelo.

**CANTERA N° 01 - MIRADOR
LAGARTOCOCHA
N:9279620 E:350499**

**HUMEDAD Y GRAVEDAD
ESPECIFICA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
 					
Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN					
Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN				Ubicación : TARAPOTO	
Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD				Profundidad de la Muestra: Global	
Tesista: Oscar Medina Saucedo			Cantera: C-01 MI		Fecha: 05/10/2020
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input checked="" type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>		Coordenadas Punto Muestreo: N:9279620 E:350499			
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>					
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127			ASTM 2216		
RECIPIENTE N°	904	919	3		
Peso del recipiente grs.	95.40	95.25	95.16		
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	810.70	811.20	811.50		
Peso del suelo seco + recipiente grs.	769.10	769.50	769.75		
Peso del agua grs.	41.60	41.70	41.75		
Peso del suelo seco grs.	673.70	674.25	674.59		
Contenido de humedad %	6.17	6.18	6.19		
Promedio de contenido de humedad %	6.18				
Observaciones :					
Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>					
Extracción de Muestra : Cliente <input type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>					
Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856					
Picnómetro N°	1	2			
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00			
Método de remoción del aire	Vacio	Vacio			
Peso del picnómetro + agua + suelo	715.33	715.30			
Temperatura °C	23	23			
Peso del picnómetro + agua grs.	641.05	641.08			
Plato Evaporado N°	1	2			
Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.	320.00	320.00			
Peso del suelo seco grs.	120.00	120.00			
Volumen de solidos cm ³	45.72	45.78			
Peso esp.rel. de las part. solidas del suelo gr/cm ³	2.62	2.62			
Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³	0.99789	0.99789			
Factor de Corrección	1.00	1.00			
Gravedad Especifica sin corrección	2.62	2.62			
Gravedad Especifica aparente a 20°C	2.62	2.62			
PROMEDIO Gs	2.62				
Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/>					
Extracción de Muestra : Cliente <input type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>					
Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139)			ASTM D-2937		
ENSAYO	1	2	3	4	
Peso del molde grs.					
Peso del suelo + molde grs.				N.R.	
Peso del suelo húmedo grs.					
Volumen del molde cm ³					
Peso volumétrico grs/cm ³					
Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm³					

**LIMITES DE ATTERBERG (LIMITE
LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO)**

	<h2 style="margin: 0;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</h2> <p style="margin: 0;">FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA</p> <p style="margin: 0;">LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>							
Tesis : <u>DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN</u>								
Localización de la Tesis: <u>DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN</u>								
Descripción del Suelo: <u>ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD</u>		Profundidad de la Muestra: <u>Global</u>						
Tesista: <u>Oscar Medina Saucedo</u>		Cantera: <u>C-01 MI</u> Fecha: <u>05/10/2020</u>						
Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/> Coordenadas Punto Muestreo: <u>N:9279620 E:350499</u>								
Extracción de Muestra : Cliente <input checked="" type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/>								
METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS								
Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)		ASTM D-4318						
Recipiente N°	4	5	6					
Peso del recipiente grs.	20.52	20.60	20.55					
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	82.65	82.19	82.49					
Peso del suelo seco + recipiente grs.	68.65	68.88	69.54					
Peso del agua grs.	14.00	13.31	12.95					
Peso del suelo seco grs.	48.13	48.28	48.99					
Contenido de Humedad %	29.09	27.57	26.43					
Numero de Golpes	15	25	38					
								
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 70%;">Límite Líquido (%)</td> <td style="text-align: center;">27.57</td> </tr> <tr> <td>Límite Plástico (%)</td> <td style="text-align: center;">15.47</td> </tr> <tr> <td>Índice de Plasticidad Ip (%)</td> <td style="text-align: center;">12.10</td> </tr> </table>	Límite Líquido (%)	27.57	Límite Plástico (%)	15.47	Índice de Plasticidad Ip (%)	12.10
Límite Líquido (%)	27.57							
Límite Plástico (%)	15.47							
Índice de Plasticidad Ip (%)	12.10							
Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)		ASTM D-4318						
Recipiente N°	15	16	17					
Peso del recipiente grs.	20.65	20.52	20.70					
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	38.56	38.41	38.65					
Peso del suelo seco + recipiente grs.	36.16	36.01	36.25					
Peso del agua grs.	2.40	2.40	2.40					
Peso del suelo seco grs.	15.51	15.49	15.55					
Contenido de humedad	15.47	15.49	15.43					
Promedio del contenido de humedad LP	15.47							

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Localización de la Tesis : DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo : ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra : Global

Testista : Oscar Medina Saucedo Cantera : C-01 MI

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9279620 E:350499

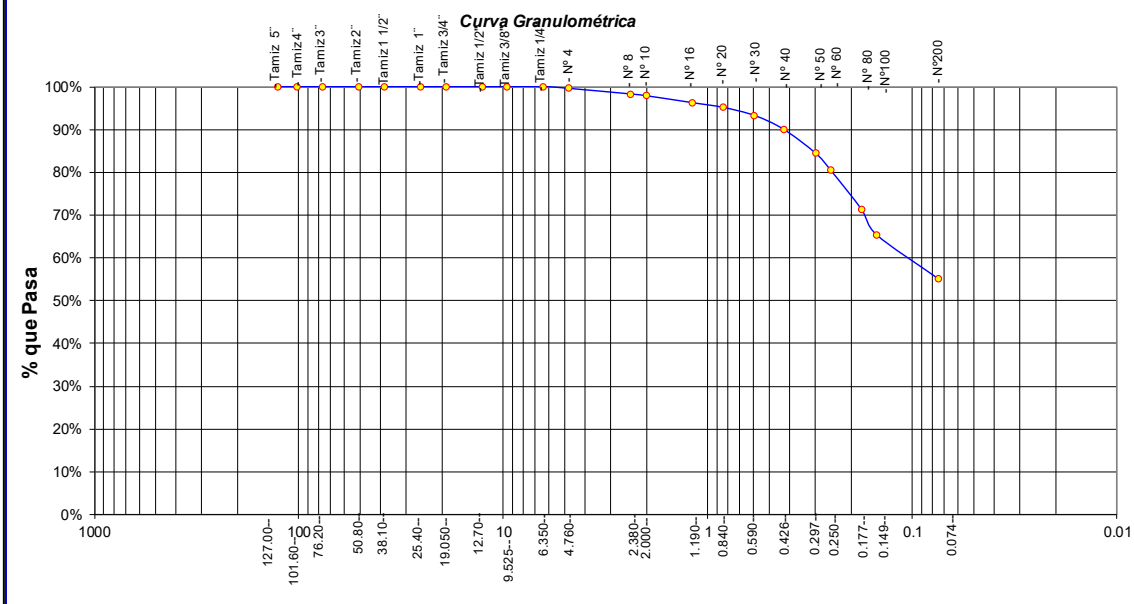
B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012



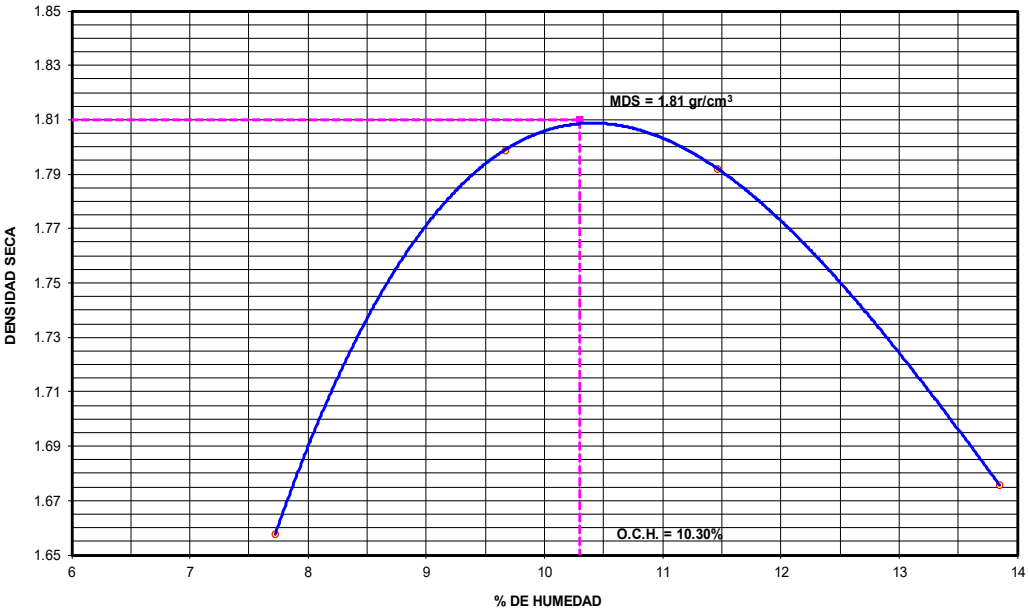
Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS	
Ø	(mm)					Numero del recipiente :	
Tamiz 5"	127.00					1	
Tamiz 4"	101.60					84.4	
Tamiz 3"	76.20					272.76	
Tamiz 2"	50.80					188.36	
Tamiz 1 1/2"	38.10						
Tamiz 1"	25.40						
Tamiz 3/4"	19.050						
Tamiz 1/2"	12.700						
Tamiz 3/8"	9.525						
Tamiz 1/4"	6.350				100.00%		
Nº 4	4.760	0.85	0.45%	0.45%	99.55%		
Nº 8	2.380	2.45	1.30%	1.75%	98.25%		
Nº 10	2.000	0.77	0.41%	2.16%	97.84%		
Nº 16	1.190	3.06	1.62%	3.79%	96.21%		
Nº 20	0.840	2.09	1.11%	4.89%	95.11%		
Nº 30	0.590	3.57	1.90%	6.79%	93.21%		
Nº 40	0.426	6.03	3.20%	9.99%	90.01%		
Nº 50	0.297	10.54	5.60%	15.59%	84.41%		
Nº 60	0.250	7.57	4.02%	19.61%	80.39%		
Nº 80	0.177	17.14	9.10%	28.71%	71.29%		
Nº 100	0.149	11.30	6.00%	34.70%	65.30%		
Nº 200	0.074	19.49	10.35%	45.05%	54.95%		
Fondo	0.01	103.50	54.95%	100.00%	0.00%		
TOTAL		188.36					

Resultados Obtenidos:	
Contenido de humedad natural =	6.18
Limite Liquido =	27.57
Limite Plástico =	15.47
Índice Plástico =	12.10
Grava =	0.45%
Arena =	44.60%
Limos y arcillas =	54.95%

Porcentajes que pasan :	
% Pasa el Tamiz Nº 4	99.55%
% Pasa el Tamiz Nº 10	97.84%
% Pasa el Tamiz Nº 40	90.01%
% Pasa el Tamiz Nº 200	54.95%
D ₆₀ :	
D ₃₀ :	
D ₁₀ :	
Cc (Coeficiente de curvatura) :	
Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	
Clasificación S.U.C.S.	CL
Clasificación AASHTO	A-6(4)



**COMPACTACION DEL SUELO EN
LABORATORIO UTILIZANDO UNA
ENERGIA ESTANDAR (PROCTOR
ESTANDAR)**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
				CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FICA Nº 119 MORALES - PERU				
Tesis: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN								
Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN		Kilometraje: -						
Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD		Profundidad de la Muestra:		Global	Cantera: C-01 MI			
Hecho Por: Oscar Medina Saucedo				Fecha: 05/10/2020				
Nº Golpes / capa: 25		Nº Capas: 5		Peso del Martillo: 10 Lbs.				
Dimensiones del Molde		Diametro: 10.15		Altura: 11.60				
		Sobrecarga: 10 Lbs.		Vol. 938.60				
RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115								
Determinación del contenido de Humedad								
MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
PESO DEL TARRO (grs)	56.26	56.21	56.28	56.40	56.60	56.12	56.45	56.27
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.20	156.50	156.24	156.30	156.80	156.10	156.75	156.55
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	149.10	149.25	147.50	147.42	146.56	145.75	144.65	144.25
PESO DEL AGUA (grs)	7.10	7.25	8.74	8.88	10.24	10.35	12.10	12.30
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	92.8	93.0	91.2	91.0	90.0	89.6	88.2	88.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	7.65	7.79	9.58	9.76	11.38	11.55	13.72	13.98
% PROMEDIO	7.72		9.67		11.47		13.85	
Determinación de la Densidad								
CONTENIDO DE HUMEDAD %	7.72		9.67		11.47		13.85	
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	3700.00		3876.00		3899.00		3815.00	
PESO DEL MOLDE (grs)	2024.20		2024.20		2024.20		2024.20	
PESO DEL SUELO (grs)	1676		1852		1875		1791	
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.79		1.97		2.00		1.91	
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.66		1.80		1.79		1.68	
				Densidad Máxima (grs/cm3)		1.810		
				Humedad Optima%		10.30		
COMPACTACION								
								

**COMPRESION NO CONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELOS**

**CANTERA 2 - NUEVA
CALIFORNIA
N:9277875 E:346387**

**HUMEDAD Y GRAVEDAD
ESPECIFICA**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN **Ubicación :** TARAPOTO

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA ARCILLOSA **Profundidad de la Muestra:** Global

Tesista: Oscar Medina Saucedo **Cantera:** C-02 MI **Fecha:** 05/10/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9277875 E:346387

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127 ASTM 2216

RECIPIENTE N°	1	2	4
Peso del recipiente grs.	100.50	100.25	100.18
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	791.70	792.15	792.61
Peso del suelo seco + recipiente grs.	750.10	750.65	750.85
Peso del agua grs.	41.60	41.50	41.76
Peso del suelo seco grs.	649.60	650.40	650.67
Contenido de humedad %	6.40	6.38	6.42
Promedio de contenido de humedad %	6.40		

Observaciones :

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856

Picnómetro N°	1	2
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00
Método de remoción del aire	Vacio	Vacio
Peso del picnómetro + agua + suelo	715.55	715.50
Temperatura °C	23	23
Peso del picnómetro + agua grs.	642.58	642.51
Plato Evaporado N°	1	2
Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.	320.00	320.00
Peso del suelo seco grs.	120.00	120.00
Volumen de solidos cm ³	47.03	47.01
Peso esp.rel. de las part. solidas del suelo gr/cm ³	2.55	2.55
Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³	0.99789	0.99789
Factor de Corrección	1.00	1.00
Gravedad Especifica sin corrección	2.55	2.55
Gravedad Especifica aparente a 20°C	2.55	2.55
PROMEDIO Gs	2.55	

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139) ASTM D-2937

ENSAYO	1	2	3	4
Peso del molde grs.				
Peso del suelo + molde grs.				
Peso del suelo húmedo grs.				
Volumen del molde cm ³				
Peso volumétrico grs/cm ³				
Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³				

N.R.

**LIMITES DE ATTERBERG (LIMITE
LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO)**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA ARCILLOSA Profundidad de la Muestra: Global

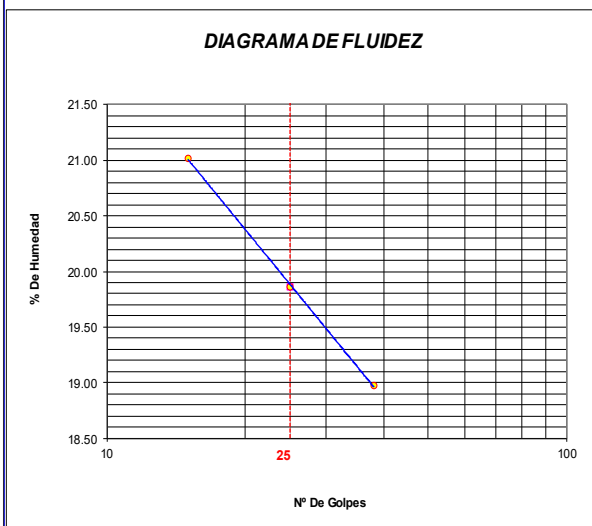
Tesista: Oscar Medina Saucedo Cantera: C-02 MI Fecha: 05/10/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9277875 E:346387

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)	ASTM D-4318		
Recipiente N°	7	8	9
Peso del recipiente grs.	20.50	20.30	20.22
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	89.60	89.51	89.44
Peso del suelo seco + recipiente grs.	77.60	78.04	78.40
Peso del agua grs.	12.00	11.47	11.04
Peso del suelo seco grs.	57.10	57.74	58.18
Contenido de Humedad %	21.02	19.86	18.98
Numero de Golpes	15	25	38



Límite Líquido (%)	19.86
Límite Plástico (%)	15.50
Índice de Plasticidad Ip (%)	4.36

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)	ASTM D-4318		
Recipiente N°	18	19	20
Peso del recipiente grs.	20.55	20.62	20.60
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	46.71	38.41	38.65
Peso del suelo seco + recipiente grs.	43.20	36.02	36.23
Peso del agua grs.	3.51	2.39	2.42
Peso del suelo seco grs.	22.65	15.40	15.63
Contenido de humedad	15.50	15.52	15.48
Promedio del contenido de humedad LP		15.50	

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL
USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARENA LIMOSA ARCILLOSA Profundidad de la Muestra: Global

Tesista: Oscar Medina Saucedo Cantera: C-02 MI

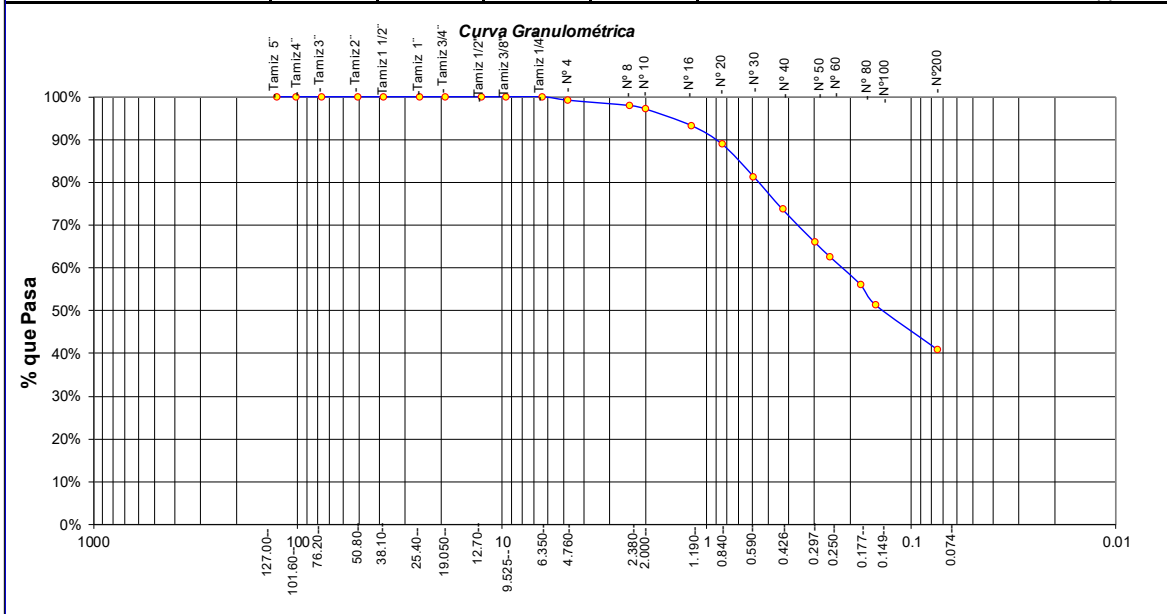
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9277875 E:346387



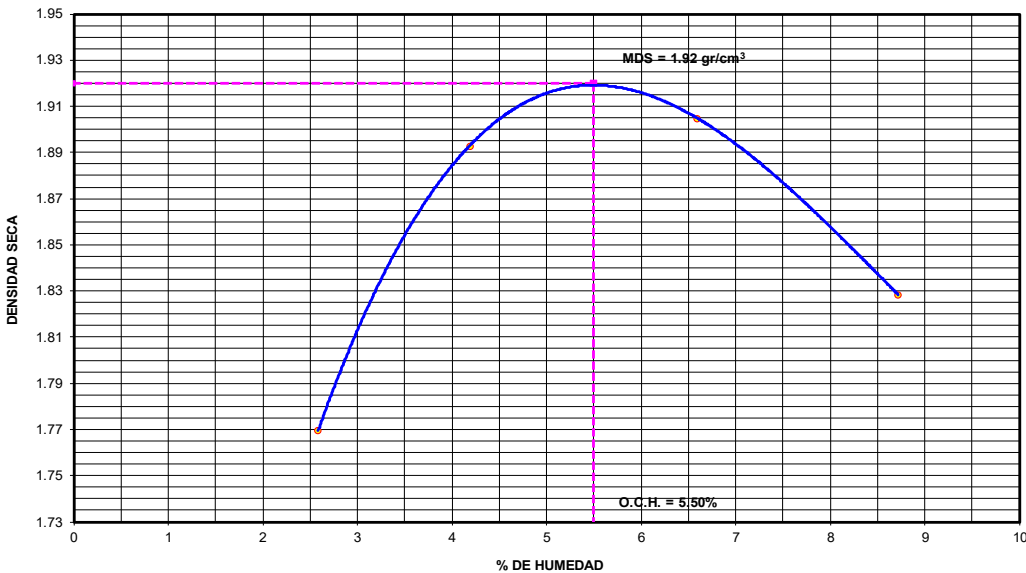
B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido		% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS	
Ø	(mm)		Parcial	Acumulado			
Tamiz 5"	127.00					Numero del recipiente : 2	
Tamiz 4"	101.60					Peso del recipiente : 82.7	
Tamiz 3"	76.20					Peso del recipiente + suelo seco : 270.67	
Tamiz 2"	50.80					Peso del suelo seco antes del lavado : 187.97	
Tamiz 1 1/2"	38.10					Resultados Obtenidos:	
Tamiz 1"	25.40						Contenido de humedad natural = 6.40
Tamiz 3/4"	19.050						Limite Liquido = 19.86
Tamiz 1/2"	12.700						Limite Plástico = 15.50
Tamiz 3/8"	9.525						Índice Plástico = 4.36
Tamiz 1/4"	6.350				100.00%	Grava = 0.82%	
Nº 4	4.760	1.54	0.82%	0.82%	99.18%	Arena = 58.39%	
Nº 8	2.380	2.33	1.24%	2.06%	97.94%	Limos y arcillas = 40.79%	
Nº 10	2.000	1.49	0.79%	2.85%	97.15%	Porcentajes que pasan :	
Nº 16	1.190	7.33	3.90%	6.75%	93.25%		% Pasa el Tamiz Nº 4 = 99.18%
Nº 20	0.840	8.23	4.38%	11.13%	88.87%	% Pasa el Tamiz Nº 10 = 97.15%	
Nº 30	0.590	14.19	7.55%	18.68%	81.32%	% Pasa el Tamiz Nº 40 = 73.66%	
Nº 40	0.426	14.41	7.67%	26.34%	73.66%	% Pasa el Tamiz Nº 200 = 40.79%	
Nº 50	0.297	14.33	7.62%	33.97%	66.03%	D ₆₀ : =	
Nº 60	0.250	6.47	3.44%	37.41%	62.59%	D ₃₀ : =	
Nº 80	0.177	12.30	6.54%	43.95%	56.05%	D ₁₀ : =	
Nº 100	0.149	9.02	4.80%	48.75%	51.25%	Cc (Coeficiente de curvatura) :	
Nº 200	0.074	19.66	10.46%	59.21%	40.79%	Cu (Coeficiente de Uniformidad) :	
Fondo	0.01	76.67	40.79%	100.00%	0.00%	Clasificación S.U.C.S. : SM-SC	
TOTAL		187.97				Clasificación AASHTO : A-4(0)	





**COMPACTACION DEL SUELO EN
LABORATORIO UTILIZANDO UNA
ENERGIA ESTANDAR (PROCTOR
ESTANDAR)**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS					
				CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FICA Nº 119 MORALES - PERU					
Tesis: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN									
Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN Kilometraje: -									
Descripción del Suelo: ARENALIMOSAARCILLOSA Profundidad de la Muestra: Global Cantera: C-02 MI									
Hecho Por: Oscar Medina Saucedo Fecha: 05/10/2020									
Nº Golpes / capa: 25 Nº Capas: 5		Peso del Martillo: 10 Lbs.		Vol.: 938.60					
Dimensiones del Molde		Diametro: 10.15		Altura: 11.60					
		Sobrecarga: 10 Lbs.							
RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115									
Determinación del contenido de Humedad									
MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	
PESO DEL TARRO (grs)	55.61	55.28	55.61	55.75	55.80	55.61	55.29	55.51	
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.28	156.20	156.21	156.18	156.40	156.20	156.24	156.29	
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	153.85	153.55	152.20	152.12	150.20	149.95	148.25	148.10	
PESO DEL AGUA (grs)	2.43	2.65	4.01	4.06	6.20	6.25	7.99	8.19	
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	98.2	98.3	96.6	96.4	94.4	94.3	93.0	92.6	
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	2.47	2.70	4.15	4.21	6.57	6.62	8.60	8.85	
% PROMEDIO	2.59		4.18		6.60		8.72		
Determinación de la Densidad									
CONTENIDO DE HUMEDAD %	2.59		4.18		6.60		8.72		
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	3728.00		3875.00		3930.00		3890.00		
PESO DEL MOLDE (grs)	2024.20		2024.20		2024.20		2024.20		
PESO DEL SUELO (grs)	1704		1851		1906		1866		
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.82		1.97		2.03		1.99		
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.77		1.89		1.90		1.83		
						Densidad Máxima (grs/cm3)	1.920		
						Humedad Óptima%	5.50		
COMPACTACION									
									

**COMPRESION NO CONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELOS**

CANTERA 3 - CACATACHI
N:9286797 E:339224

**HUMEDAD Y GRAVEDAD
ESPECIFICA**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS	
 					
Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN					
Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN				Ubicación : TARAPOTO	
Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA				Profundidad de la Muestra: Global	
Tesista: Oscar Medina Saucedo			Cantera: C-03 MI		Fecha: 05/10/2020
Tipo de Muestra :		Alterada <input type="checkbox"/>	No alterada <input checked="" type="checkbox"/>	Remoldeada <input type="checkbox"/>	Coordenadas Punto Muestreo: N:9286797 E:339224
Extracción de Muestra :		Cliente <input checked="" type="checkbox"/>	Técnico UNSM <input type="checkbox"/>		
Determinación del contenido de humedad de un suelo N.T.P. 339.127			ASTM 2216		
RECIPIENTE N°	8	9	10		
Peso del recipiente grs.	91.70	92.65	91.85		
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	811.10	811.90	811.20		
Peso del suelo seco + recipiente grs.	759.60	760.32	759.72		
Peso del agua grs.	51.50	51.58	51.48		
Peso del suelo seco grs.	667.90	667.67	667.87		
Contenido de humedad %	7.71	7.73	7.71		
Promedio de contenido de humedad %	7.71				
Observaciones :					
<p>Tipo de Muestra : Alterada <input checked="" type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/></p> <p>Extracción de Muestra : Cliente <input type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/></p>					
Determinación del peso específico relativo de las partículas solidas de un suelo y GS (N.T.P. 339.131) - ASTM D-856					
Picnómetro N°	1	2			
VOL. DEL FRASCO A 20° C.	500.00	500.00			
Método de remoción del aire	Vacio	Vacio			
Peso del picnómetro + agua + suelo	715.50	715.62			
Temperatura °C	23	23			
Peso del picnómetro + agua grs.	641.95	642.45			
Plato Evaporado N°	1	2			
Peso del Plato evaporado + suelo seco grs.	320.00	320.00			
Peso del suelo seco grs.	120.00	120.00			
Volumen de solidos cm ³	46.45	46.83			
Peso esp.rel. de las part. solidas del suelo gr/cm ³	2.58	2.56			
Densidad del agua a la T° del ensayo gr/cm ³	0.99789	0.99789			
Factor de Corrección	1.00	1.00			
Gravedad Especifica sin corrección	2.58	2.56			
Gravedad Especifica aparente a 20°C	2.58	2.56			
PROMEDIO Gs	2.57				
<p>Tipo de Muestra : Alterada <input type="checkbox"/> No alterada <input type="checkbox"/> Remoldeada <input type="checkbox"/></p> <p>Extracción de Muestra : Cliente <input type="checkbox"/> Técnico UNSM <input type="checkbox"/></p>					
Determinación del Peso Volumétrico de suelo cohesivo (N.T.P. 339.139)				ASTM D-2937	
ENSAYO	1	2	3	4	
Peso del molde grs.					
Peso del suelo + molde grs.					
Peso del suelo húmedo grs.					
Volumen del molde cm ³					
Peso volumétrico grs/cm ³					
Promedio del peso volumétrico cohesivo grs/cm ³					

N.R.

**LIMITES DE ATTERBERG (LIMITE
LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO)**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA Profundidad de la Muestra: Global

Tesista: Oscar Medina Saucedo Cantera: C-03 MI Fecha: 05/10/2020

Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada **Coordenadas Punto Muestreo:** N:9286797 E:339224

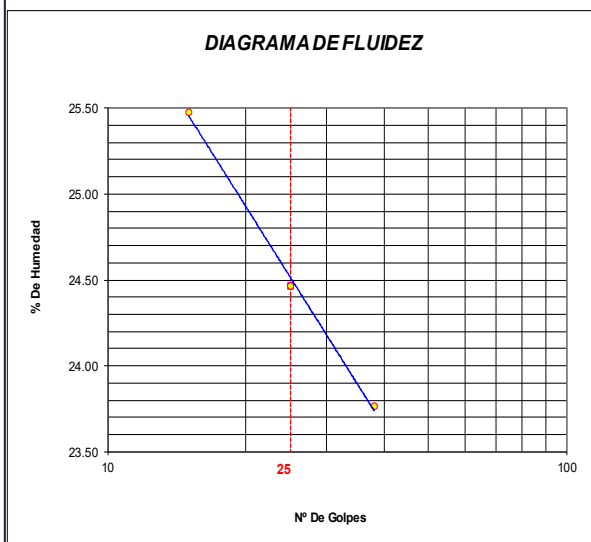
Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM

METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

Determinación del Límite Líquido (N.T.P. 339.129)

ASTM D-4318

Recipiente N°	21	22	23
Peso del recipiente grs.	20.62	20.60	20.68
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	66.57	66.03	66.87
Peso del suelo seco + recipiente grs.	57.24	57.10	58.00
Peso del agua grs.	9.33	8.93	8.87
Peso del suelo seco grs.	36.62	36.50	37.32
Contenido de Humedad %	25.48	24.47	23.77
Numero de Golpes	15	25	38



Límite Líquido (%)	24.47
Límite Plástico (%)	17.25
Índice de Plasticidad Ip (%)	7.22

Determinación del Límite Plástico (N.T.P. 339.131)

ASTM D-4318

Recipiente N°	24	25	26
Peso del recipiente grs.	20.73	20.55	20.50
Peso del suelo húmedo + recipiente grs.	36.02	36.59	36.55
Peso del suelo seco + recipiente grs.	33.77	34.23	34.19
Peso del agua grs.	2.25	2.36	2.36
Peso del suelo seco grs.	13.04	13.68	13.69
Contenido de humedad	17.25	17.25	17.24
Promedio del contenido de humedad LP	17.25		

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - N.T.P. 400.012 - ASTM D - 423

A.- DATOS GENERALES

Tesis : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Localización de la Tesis: DISTRITO MORALES Y PROVINCIA, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARENA ARCILLOSA Profundidad de la Muestra: Global

Tesista: Oscar Medina Saucedo Cantera: C-03 MI

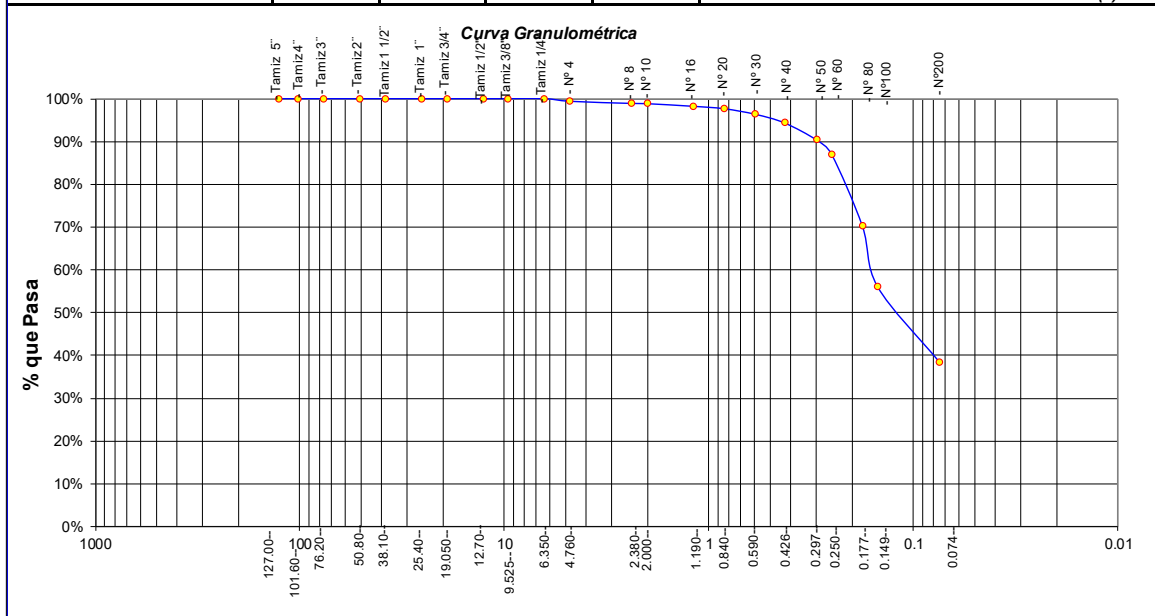
Tipo de Muestra : Alterada No alterada Remoldeada

Extracción de Muestra : Cliente Técnico UNSM Coordenadas UTM : N:9286797 E:339224



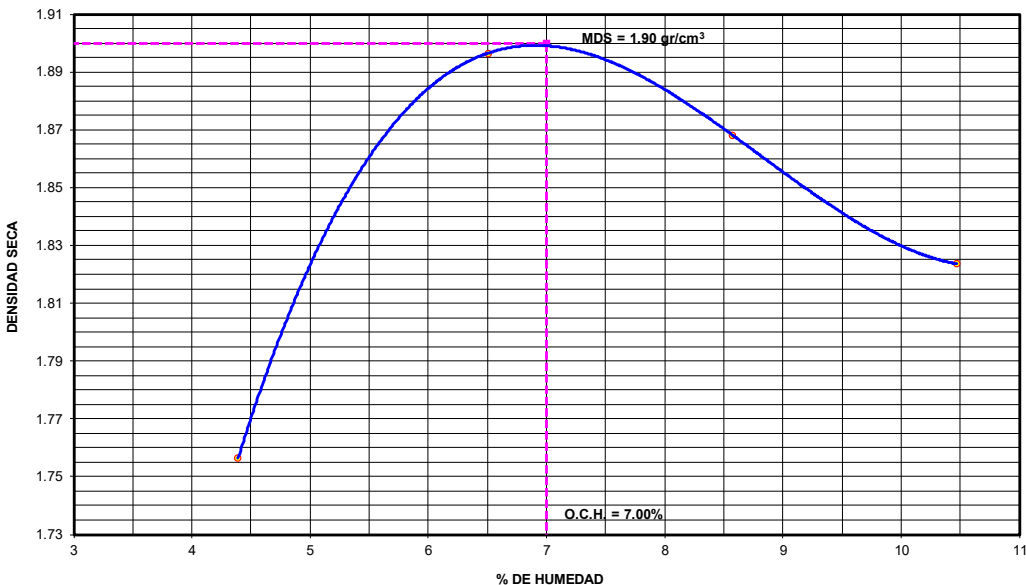
B.- DATOS TECNICOS

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido		% Que Pasa	DATOS TECNICOS DEL ENSAYO Y RESULTADOS	
Ø	(mm)		Parcial	Acumulado			
Tamiz 5"	127.00					Numero del recipiente : 3	
Tamiz 4"	101.60					Peso del recipiente : 95.8	
Tamiz 3"	76.20					Peso del recipiente + suelo seco : 281.49	
Tamiz 2"	50.80					Peso del suelo seco antes del lavado : 185.69	
Tamiz 1 1/2"	38.10					Resultados Obtenidos:	
Tamiz 1"	25.40						Contenido de humedad natural = 7.71
Tamiz 3/4"	19.050						Limite Liquido = 24.47
Tamiz 1/2"	12.700						Limite Plástico = 17.25
Tamiz 3/8"	9.525						Índice Plástico = 7.22
Tamiz 1/4"	6.350				100.00%	Grava = 0.64%	
Nº 4	4.760	1.18	0.64%	0.64%	99.36%	Arena = 61.04%	
Nº 8	2.380	0.91	0.49%	1.13%	98.87%	Limos y arcillas = 38.32%	
Nº 10	2.000	0.12	0.06%	1.19%	98.81%	Porcentajes que pasan :	
Nº 16	1.190	1.14	0.61%	1.80%	98.20%		% Pasa el Tamiz Nº 4 = 99.36%
Nº 20	0.840	1.05	0.57%	2.37%	97.63%		% Pasa el Tamiz Nº 10 = 98.81%
Nº 30	0.590	2.45	1.32%	3.69%	96.31%		% Pasa el Tamiz Nº 40 = 94.31%
Nº 40	0.426	3.71	2.00%	5.69%	94.31%		% Pasa el Tamiz Nº 200 = 38.32%
Nº 50	0.297	7.40	3.99%	9.67%	90.33%		D ₆₀ : =
Nº 60	0.250	6.36	3.43%	13.10%	86.90%		D ₃₀ : =
Nº 80	0.177	31.06	16.73%	29.82%	70.18%		D ₁₀ : =
Nº 100	0.149	26.32	14.17%	44.00%	56.00%		Cc (Coeficiente de curvatura) :
Nº 200	0.074	32.83	17.68%	61.68%	38.32%		Cu (Coeficiente de Uniformidad) :
Fondo	0.01	71.16	38.32%	100.00%	0.00%	Clasificación S.U.C.S. : SC	
TOTAL		185.69				Clasificación AASHTO : A-4(1)	



**COMPACTACION DEL SUELO EN
LABORATORIO UTILIZANDO UNA
ENERGIA ESTANDAR (PROCTOR
ESTANDAR)**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS				
				CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 042-521402 - ANEXO FICA Nº 119				
MORALES - PERU								
Tesis: <u>DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN</u>								
Localización de la Tesis: <u>DISTRITO MORALES Y PROVINCIA DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN</u>		Kilometraje: <u>-</u>						
Descripción del Suelo: <u>ARENA ARCILLOSA</u>		Profundidad de la Muestra: <u>Global</u>		Cantera: <u>C-03 MI</u>				
Hecho Por: <u>Oscar Medina Saucedo</u>				Fecha: <u>05/10/2020</u>				
Nº Golpes / capa: <u>25</u>	Nº Capas: <u>5</u>	Peso del Martillo: <u>10 Lbs.</u>						
Dimensiones del Molde: <u>Diametro: 10.15</u>		Altura: <u>11.60</u>	Vol. <u>938.60</u>					
Sobrecarga: <u>10 Lbs.</u>								
RELACION DENSIDAD -HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557 METODO "A" MTC E-115								
Determinación del contenido de Humedad								
MUESTRA Nº	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
PESO DEL TARRO (grs)	55.44	55.12	55.65	55.85	55.75	55.72	55.64	55.80
PESO DEL TARRO+MUESTRA HÚMEDA	156.85	156.55	156.75	156.84	156.88	156.72	156.80	156.75
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)	152.65	152.22	150.65	150.60	148.99	148.65	147.25	147.15
PESO DEL AGUA (grs)	4.20	4.33	6.10	6.24	7.89	8.07	9.55	9.60
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)	97.2	97.1	95.0	94.8	93.2	92.9	91.6	91.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)	4.32	4.46	6.42	6.59	8.46	8.68	10.42	10.51
% PROMEDIO	4.39		6.50		8.57		10.47	
Determinación de la Densidad								
CONTENIDO DE HUMEDAD %	4.39		6.50		8.57		10.47	
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)	3745.00		3920.00		3928.00		3915.00	
PESO DEL MOLDE (grs)	2024.20		2024.20		2024.20		2024.20	
PESO DEL SUELO (grs)	1721		1896		1904		1891	
DENSIDAD HÚMEDA (grs/cm3)	1.83		2.02		2.03		2.01	
DENSIDAD SECA (grs/cm3)	1.76		1.90		1.87		1.82	
						Densidad Máxima (grs/cm3)	1.900	
						Humedad Óptima%	7.00	
COMPACTACION								
 <p>The graph plots Dry Density (DENSIDAD SECA) on the y-axis (ranging from 1.73 to 1.91 gr/cm³) against Moisture Content (% DE HUMEDAD) on the x-axis (ranging from 3 to 11%). A blue curve represents the compaction data, peaking at a dry density of 1.90 gr/cm³ and a moisture content of 7.00%. A vertical dashed line marks the peak, and a horizontal dashed line indicates the maximum dry density (MDS = 1.90 gr/cm³). The optimum moisture content (O.C.H.) is labeled as 7.00%.</p>								

**COMPRESION NO CONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELOS**

RESUMEN DE RESULTADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA TELEFONO 521402 - ANEXO FIC Nº 119



TARAPOTO - PERU

TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL

USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

UBICACIÓN : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA DE SAN MARTIN, DEPARTAMENTO Y REGION SAN MARTIN

FECHA : OCTUBRE DEL 2,020

REALIZADO : Bachiller Oscar Medina Saucedo

CUADRO RESUMEN - PROPIEDADES FISICOS Y CLASIFICACION

RESULTADOS																	
CALICATA	MUESTRA	PROFUND. m.	GRANULOMETRIA				PROPIEDADES INDICES			HUMEDAD NATURAL %	COMPRESION UNIAIXIAL		PROCTOR		Clasificación de suelos según IP	CLASIF. SUCS	CLASIF. AASHTO
			MALLA # 4	MALLA # 10	MALLA # 40	MALLA #200	L.L %	L.P. %	IP %		COHESION Kg/cm ²	Qu Kg/cm ²	O.C.H. %	M.D.S. gr/cm ³			
C-01	GLOBAL		99.55%	97.84%	90.01%	54.95%	27.57	15.47	12.10	6.18	0.74	1.48	10.30	1.81	ADECUADO	CL	A-6(4)
C-02	GLOBAL		99.18%	97.15%	73.66%	40.79%	19.86	15.50	4.36	6.40	0.46	0.92	5.50	1.92	SELECCIONADO	SM-SC	A-4(0)
C-03	GLOBAL		99.36%	98.81%	94.31%	38.32%	24.47	17.25	7.22	7.71	0.49	0.97	7.00	1.90	SELECCIONADO	SC	A-4(1)

Anexo B: Diseño bloque de tierra comprimida.

**COMPRESION NO CONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELOS CEMENTO 6%**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERU



TESIS: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Global Cantera: MUESTRA 6%

Hecho Por : Oscar Medina Saucedo Fecha: 03/11/2020

DATOS DE LA MUESTRA:

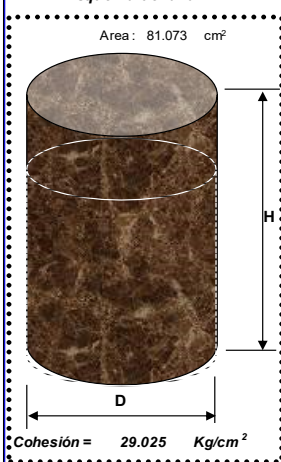
Diámetro: 101.60 mm Area $A_o = 81.073 \text{ cm}^2$ Altura, $L_o = 117 \text{ mm}$
 Volumen: 943.69 cm³ Peso = 137.50 gr Peso Unitario Húmedo = 1.91 gr/cm³
 Contenido de Humedad w% Inicial = 10.30 Contenido de Humedad w% Final = 10.02 Peso Unitario seco = 1.73 gr/cm³

COMPRESION NO CONFINADA

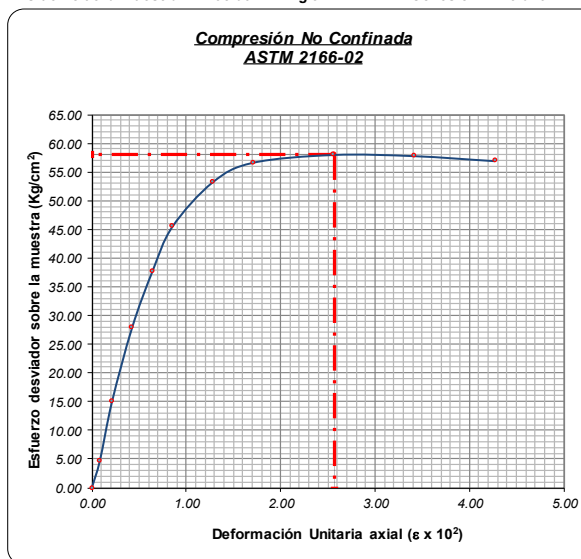
ASTM 2166-02

LECTURA DEL DEFORMIMETRO (X 10 ⁻²)	DEFORMIMETRO DE CARGA (UNIDAD)	DEFORMACION UNITARIA % ϵ	AREA CE 1-e	AREA CORREGIDA "A" cm ²	CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA LCR (E-) ADU	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA Kg/cm ²	VELOCIDAD MC - E-50	LONGITUD INICIAL mm
0	0	0.00	0.000	81.073	0.000	0.00	1.27 mm	117
10	20	0.09	0.999	81.133	845.820	4.73	1.27 mm	117
25	65	0.21	0.998	81.222	2684.070	14.99	1.27 mm	117
50	122	0.43	0.996	81.371	5012.520	27.94	1.27 mm	117
75	165	0.64	0.995	81.520	6769.070	37.66	1.27 mm	117
100	200	0.85	0.993	81.670	8198.820	45.54	1.27 mm	117
150	235	1.28	0.989	81.972	9628.570	53.28	1.27 mm	117
200	251	1.71	0.985	82.275	10282.170	56.69	1.27 mm	117
300	259	2.56	0.978	82.890	10608.970	58.05	1.27 mm	117
400	260	3.42	0.971	83.514	10649.820	57.84	1.27 mm	117
500	258	4.27	0.963	84.147	10568.120	56.97	1.27 mm	117

Esquema de falla



Esfuerzo de la muestra **58.05 Kg/cm²** Cohesión = **29.025 Kg/cm²**



Resistencia a la compresión No confinada $q_u = 58.05 \text{ Kg/cm}^2$

Cohesión = **29.03 Kg/cm²**

OBSERVACIONES : La muestra ha sido preparada por el tesista.

**COMPRESION NO CONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELOS CEMENTO 8%**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES
 MORALES - PERU



TESIS: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Global Cantera: M-8%
 Hecho Por: Oscar Medina Saucedo Fecha: 03/11/2020

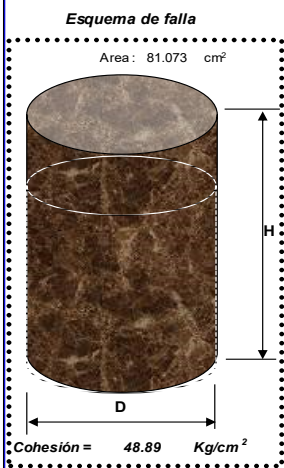
DATOS DE LA MUESTRA:

Diámetro: 101.60 mm Area $A_o = 81.073 \text{ cm}^2$ Altura, $L_o = 117 \text{ mm}$
 Volumen: 943.69 \text{ cm}^3 Peso = 143.50 gr Peso Unitario Húmedo = 1.99 \text{ gr/cm}^3
 Contenido de Humedad w% Inicial = 10.30 Contenido de Humedad w% Final = 10.11 Peso Unitario seco = 1.81 \text{ gr/cm}^3

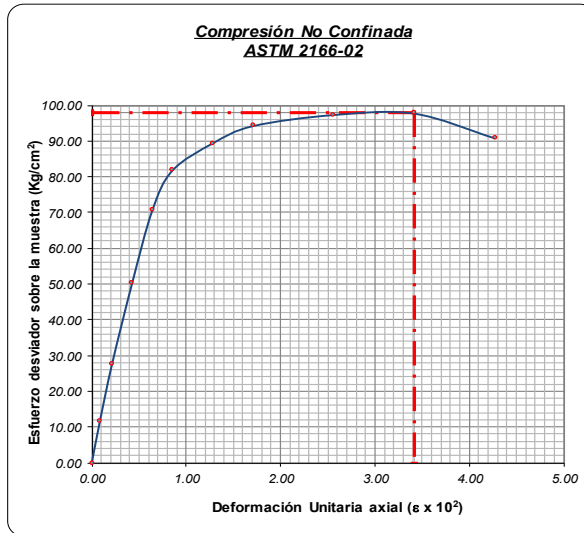
COMPRESION NO CONFINADA

ASTM 2166-02

LECTURA DEL DEFORMIMETRO (X 10 ⁻²)	DEFORMIMETRO DE CARGA (UNIDAD)	DEFORMACION UNITARIA % D ²	AREA CE 1-e	AREA CORREGIDA "A" cm ²	CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA LCR (E-)ADU	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA Kg/cm ²	VELOCIDAD MC - E-50	LONGITUD INICIAL mm
0	0	0.00	0.000	81.073	0.000	0.00	1.27 mm	117
10	50	0.09	0.999	81.133	2071.320	11.58	1.27 mm	117
25	120	0.21	0.998	81.222	4930.820	27.54	1.27 mm	117
50	220	0.43	0.996	81.371	9015.820	50.26	1.27 mm	117
75	310	0.64	0.995	81.520	12692.320	70.62	1.27 mm	117
100	360	0.85	0.993	81.670	14734.820	81.84	1.27 mm	117
150	395	1.28	0.989	81.972	16164.570	89.45	1.27 mm	117
200	418	1.71	0.985	82.275	17104.120	94.30	1.27 mm	117
300	435	2.56	0.978	82.890	17798.570	97.40	1.27 mm	117
400	440	3.42	0.971	83.514	18002.820	97.78	1.27 mm	117
500	412	4.27	0.963	84.147	16859.020	90.88	1.27 mm	117



Esfuerzo de la muestra 97.78 Kg/cm² Cohesión = 48.89 Kg/cm²



Resistencia a la compresión No confinada $q_u = 97.78 \text{ Kg/cm}^2$

Cohesión = 48.89 Kg/cm²

OBSERVACIONES : La muestra ha sido preparada por el tesista.

**COMPRESION NO CONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELOS CEMENTO 10%**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERU



TESIS: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL

USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Global Cantera: M-10%

Hecho Por: Oscar Medina Saucedo Fecha: 03/11/2020

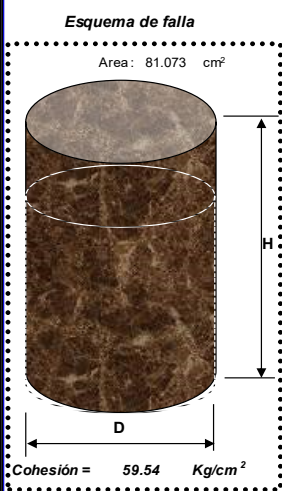
DATOS DE LA MUESTRA:

Diámetro: 101.60 mm Area $A_o = 81.073 \text{ cm}^2$ Altura, $L_o = 117 \text{ mm}$
 Volumen: 943.69 cm³ Peso = 150.50 gr Peso Unitario Húmedo = 2.09 gr/cm³
 Contenido de Humedad w% Inicial = 10.30 Contenido de Humedad w% Final = 10.12 Peso Unitario seco = 1.89 gr/cm³

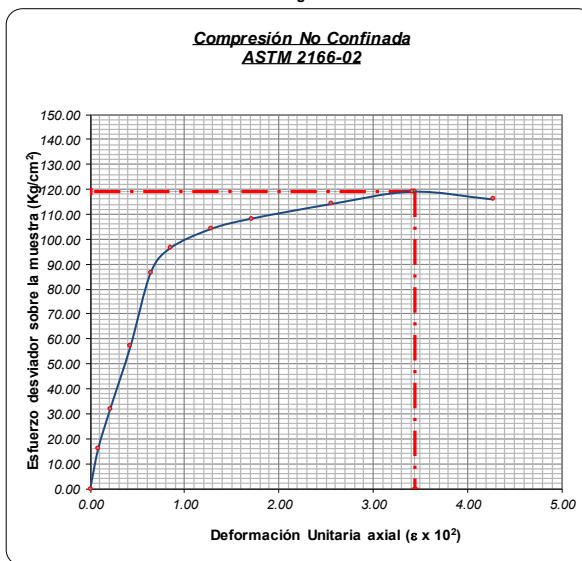
COMPRESION NO CONFINADA

ASTM 2166-02

LECTURA DEL DEFORMIMETRO (X 10 ⁻²)	DEFORMIMETRO DE CARGA (UNIDAD)	DEFORMACION UNITARIA % ϵ	AREA CE 1-e	AREA CORREGIDA "A" cm ²	CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA LCR (E)-ADU	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA Kg/cm ²	VELOCIDAD MC - E-50	LONGITUD INICIAL mm
0	0	0.00	0.000	81.073	0.000	0.00	1.27 mm	117
10	70	0.09	0.999	81.133	2888.320	16.15	1.27 mm	117
25	140	0.21	0.998	81.222	5747.820	32.10	1.27 mm	117
50	250	0.43	0.996	81.371	10241.320	57.09	1.27 mm	117
75	380	0.64	0.995	81.520	15551.820	86.53	1.27 mm	117
100	425	0.85	0.993	81.670	17390.070	96.58	1.27 mm	117
150	460	1.28	0.989	81.972	18819.820	104.14	1.27 mm	117
200	480	1.71	0.985	82.275	19636.820	108.26	1.27 mm	117
300	510	2.56	0.978	82.890	20862.320	114.16	1.27 mm	117
400	536	3.42	0.971	83.514	21924.420	119.08	1.27 mm	117
500	526	4.27	0.963	84.147	21515.920	115.98	1.27 mm	117



Esfuerzo de la muestra 119.08 Kg/cm^2 Cohesión = 59.54 Kg/cm^2



Resistencia a la compresión No confinada $q_u = 119.08 \text{ Kg/cm}^2$

Cohesión = 59.54 Kg/cm^2

OBSERVACIONES : La muestra ha sido preparada por el testista.

**COMPRESION NO CONFINADA EN
MUESTRAS DE SUELOS CEMENTO 12%**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES

MORALES - PERU



TESIS: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL

USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

Descripción del Suelo: ARCILLA INORGANICA DE MEDIANA PLASTICIDAD Profundidad de la Muestra: Global Cantera: M-12%

Hecho Por: Oscar Medina Saucedo Fecha: 03/11/2020

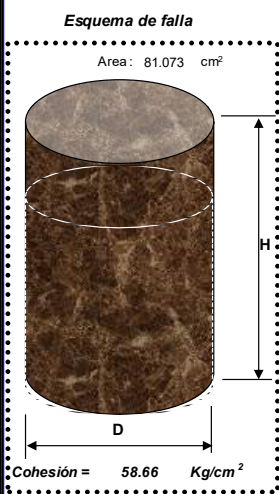
DATOS DE LA MUESTRA:

Diámetro: 101.60 mm Area $A_o = 81.073 \text{ cm}^2$ Altura, $L_o = 117 \text{ mm}$
 Volumen: 943.69 \text{ cm}^3 Peso = 148.50 gr Peso Unitario Húmedo = 2.06 \text{ gr/cm}^3
 Contenido de Humedad w% Inicial = 10.33 Contenido de Humedad w% Final = 10.16 Peso Unitario seco = 1.87 \text{ gr/cm}^3

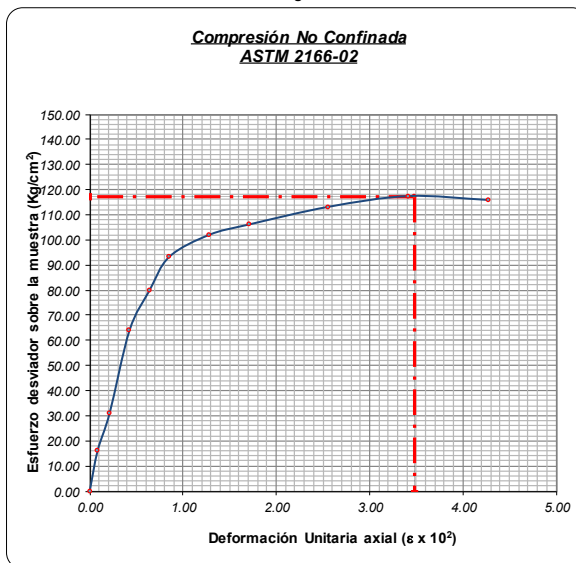
COMPRESION NO CONFINADA

ASTM 2166-02

LECTURA DEL DEFORMIMETRO (X 10 ⁻²)	DEFORMIMETRO DE CARGA (UNIDAD)	DEFORMACION UNITARIA % D ⁻²	AREA CE 1-e	AREA CORREGIDA *A* cm ²	CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA LCR (E-) ADU	ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA Kg/cm ²	VELOCIDAD MC - E-50	LONGITUD INICIAL mm
0	0	0.00	0.000	81.073	0.000	0.00	1.27 mm	117
10	70	0.09	0.999	81.133	2888.320	16.15	1.27 mm	117
25	135	0.21	0.998	81.222	5543.570	30.96	1.27 mm	117
50	280	0.43	0.996	81.371	11466.820	63.92	1.27 mm	117
75	350	0.64	0.995	81.520	14326.320	79.71	1.27 mm	117
100	410	0.85	0.993	81.670	16777.320	93.18	1.27 mm	117
150	450	1.28	0.989	81.972	18411.320	101.88	1.27 mm	117
200	470	1.71	0.985	82.275	19228.320	106.01	1.27 mm	117
300	505	2.56	0.978	82.890	20658.070	113.05	1.27 mm	117
400	528	3.42	0.971	83.514	21597.620	117.31	1.27 mm	117
500	525	4.27	0.963	84.147	21475.070	115.76	1.27 mm	117



Esfuerzo de la muestra: 117.31 Kg/cm^2 Cohesión = 58.66 Kg/cm^2





Resistencia a la compresión No confinada $q_u = 117.31 \text{ Kg/cm}^2$

Cohesión = 58.66 Kg/cm^2

OBSERVACIONES : La muestra ha sido preparada por el tesista.

Anexo C: Resistencia a la compresión del Bloque de Tierra Comprimida, bloque patrón.

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA PATRON 7 DIAS 7 AM A 10 AM**

				UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU		Código UNSM-RC-C-01 Versión 01 Fecha 01/01/2020 Página 1 DE 1					
<u>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC</u> N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01											
INFORME : METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)											
		REGISTRO N°:		LAB-TEC-C-001		APOYO POR : ING. R.N.M.					
		REVISADO POR :		ING. S.C.C.		FECHA DE ENSAYO : 19/10/2020					
N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10426.13	413.00	25.24	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
2.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10431.22	413.00	25.26	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
3.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10553.98	413.00	25.55	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
4.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10594.37	413.00	25.65	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
5.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10655.55	413.00	25.80	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
6.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10685.75	413.00	25.83	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
7.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10584.17	413.00	25.63	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
8.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10512.80	413.00	25.45	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
9.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10522.99	413.00	25.48	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
10.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	10602.53	413.00	25.67	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
OBSERVACIONES: - Muestras elaboradas y curadas por el tesisista								UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ	
								TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI			

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA PATRON 7 DIAS 10 AM A 1 PM**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



Código	UNSM-RC-C-01
Versión	01
Fecha	01/10/2020
Página	1 DE 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC

N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBANILERIA

TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo

UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

REGISTRO N°: LAB-TECC-001

APOYADO POR : ING. R.N.M.

REVISADO POR : ING. S.C.C.

FECHA DE ENSAYO : 19/10/2020

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	7515.14	413.00	18.20	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
2.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	7381.13	413.00	17.87	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
3.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	7492.75	413.00	18.14	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
4.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	7305.04	413.00	17.69	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
5.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	7230.38	413.00	17.51	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
6.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	7408.46	413.00	17.93	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
7.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	7417.03	413.00	17.96	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
8.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	7548.20	413.00	18.28	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
9.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	7508.10	413.00	18.18	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm
10.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	7466.82	413.00	18.08	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 0dam - 1pm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

OBSERVACIONES:
- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista

TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI



JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA PATRON 14 DIAS 7 AM A 10 AM**



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA - MORALES - PERU		 UNSM-RC-C-01 Versión 01 Fecha 01/01/2020 Página 1 DE 1									
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01											
INFORME : METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA											
TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN											
REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo											
UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN											
UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)											
N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DAS)	DIMENSIONES (cm)			CARGA (kgf)	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12490.96	413.00	30.24	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
2.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12374.72	413.00	29.96	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
3.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12419.58	413.00	30.07	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
4.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12510.33	413.00	30.29	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
5.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12480.76	413.00	30.22	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
6.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12470.56	413.00	30.20	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
7.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12348.20	413.00	29.90	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
8.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12603.12	413.00	30.52	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
9.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12506.25	413.00	30.28	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
10.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	12521.55	413.00	30.32	MUESTRA PATRON REALIZADAS DE 7am - 10 am
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN											
OBSERVACIONES: - Muestras elaboradas y curadas por el tesisista											
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN											
TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI											
JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ											

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA PATRON 14 DIAS 10 AM A 1 PM**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA PATRON 21 DIAS 7 AM A 10 AM**

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU		 UNSM-RC-C-01 Versión 01 Fecha 01/01/2020 Página 1 DE 1									
<u>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC</u> N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01											
INFORME : METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN REALIZADO POR : Testista Oscar Medina Saucedo UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)											
REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001 APOYADO POR : ING. R.N.M. REVISADO POR : ING. S.C.C. FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020											
N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	14020.46	413.00	33.95	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
2.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13887.91	413.00	33.63	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
3.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	14163.22	413.00	34.29	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
4.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13918.50	413.00	33.70	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
5.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	14073.49	413.00	34.08	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
6.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	14020.46	413.00	33.95	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
7.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13877.71	413.00	33.60	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
8.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13887.91	413.00	33.63	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
9.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13877.71	413.00	33.60	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
10.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PA TRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13918.50	413.00	33.70	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 7am - 10 am
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ											
OBSERVACIONES: - Muestras elaboradas y curadas por el testista											

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA PATRON 21 DIAS 10 AM A 1 PM**

 <h2 style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</h2> <p style="text-align: center;">ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU</p>			<p>Código UNSMRC-C-01</p> <p>Versión 01</p> <p>Fecha 01/01/2020</p> <p>Página 1 DE 1</p>								
<h3><u>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES BTC</u></h3> <p style="text-align: center;">N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01</p>											
<p>INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERÍA</p> <p>TESIS : 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 MARTIN, REGION SAN MARTIN</p> <p>REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo</p> <p>UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN</p> <p>UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)</p>											
<p>REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001</p> <p>APOYADO POR : ING. R.N.M.</p> <p>REVISADO POR : ING. S.C.C.</p> <p>FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020</p>											
N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13363.92	413.00	32.36	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
2.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	13061.25	413.00	31.63	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
3.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13224.55	413.00	32.02	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
4.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	13116.56	413.00	31.76	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
5.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13104.43	413.00	31.73	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
6.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13475.70	413.00	32.63	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
7.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	13284.39	413.00	32.17	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
8.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13359.28	413.00	32.35	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
9.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13369.60	413.00	32.37	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
10.00	UNIDAD DE BTC MUESTRA PATRON	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	13425.73	413.00	32.51	MUESTRA PATRON REALIZADA S DE 02mm - 1pm
<h2 style="color: green;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</h2>											
OBSERVACIONES:				<p>- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista</p>							
				<p>JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ</p>							

**Anexo D: Resistencia a la compresión del Bloque de Tierra Comprimida estabilizado
con Cemento.**

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA + ADICION DE 10% DE
CEMENTO 7 DIAS 7 AM A 10 AM**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



Código	UNSM-RC-C-01
Versión	01
Fecha	01/01/2020
Página	1 DE 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC

N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA

TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL

USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo

UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001

APOYO POR : ING. R.N.M.

REVISADO POR : ING. S.C.C.

FECHA DE ENSAYO : 19/10/2020

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	16110.79	413.00	39.01	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
2.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	15957.84	413.00	38.64	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
3.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	16100.59	413.00	38.98	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
4.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	16120.98	413.00	39.03	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
5.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	16141.38	413.00	39.08	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
6.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	16151.57	413.00	39.11	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
7.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	16171.97	413.00	39.16	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
8.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	16110.79	413.00	39.01	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
9.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	16131.18	413.00	39.06	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
10.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	16151.57	413.00	39.11	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN



TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI

JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA PATRON 7 DIAS 10 AM A 1 PM**

 <h2 style="text-align: center;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</h2> <p style="text-align: center;">ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA</p> <p style="text-align: center;">LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA</p> <p style="text-align: center;">CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU</p>			<p>Código</p> <p>UNSM-RC-C-01</p>
		<p>Versión</p> <p>01</p>	<p>Fecha</p> <p>01/01/2020</p>
		<p>Página</p> <p>1 DE 1</p>	

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES BTC

N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERÍA

TESIS : 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 MARTIN, REGION SAN MARTIN

REALIZADO POR : Tesis Oscar Medina Saucedo

UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE FORTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	12213.00	413.00	29.57	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
2.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	12150.00	413.00	29.42	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
3.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	12248.75	413.00	29.66	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
4.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	12202.16	413.00	29.55	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
5.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	12186.61	413.00	29.51	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
6.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	12482.10	413.00	30.22	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
7.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.01	12327.42	413.00	29.85	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
8.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	12459.70	413.00	30.17	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
9.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	12271.86	413.00	29.71	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm
10.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	19/10/2020	7.00	29.50	14.00	9.00	12388.15	413.00	29.92	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1pm

REGISTRO N°: LAB-TEC-C°-001
APOYADO POR : ING. R.N.M.
REVISADO POR : ING. S.C.C.
FECHA DE ENSAYO : 19/10/2020

<p>OBSERVACIONES:</p> <p>- Muestras elaboradas y curadas por el tesis</p>	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</p> <p>JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ</p>
----------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA + ADICION DE 10% DE
CEMENTO 14 DIAS 7 AM A 10 AM**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



Código	UNSM-RC-C-01
Versión	01
Fecha	01/01/2020
Página	1 DE 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC

N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERÍA

TESIS : 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

REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo

UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001

APOYADO POR : ING. R.N.M.

REVISADO POR : ING. S.C.C.

FECHA DE ENSAYO : 26/10/2020

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	32416.33	413.00	78.49	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
2.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.01	30705.32	413.00	74.35	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
3.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	31161.12	413.00	75.45	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
4.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	31047.93	413.00	75.18	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
5.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	30616.61	413.00	74.13	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
6.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.01	32201.18	413.00	77.97	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
7.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	32517.28	413.00	78.73	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
8.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	32680.42	413.00	79.13	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
9.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.01	32303.15	413.00	78.22	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
10.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	32190.98	413.00	77.94	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI

JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA + ADICION DE 10% DE
CEMENTO 14 DIAS 10 AM A 1 PM**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



Código UNSM-RC-C-01

Versión 01

Fecha 01/01/2020

Página 1 DE 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES BTC

N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME

: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERÍA

TESIS

: 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 MARTIN, REGION SAN MARTIN

REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo

UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

REGISTRO N°: LAB-TEC-C°-001

APOYADO POR : ING. R.N.M.

REVISADO POR : ING. S.C.C.

FECHA DE ENSAYO : 26/10/2020

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg.f	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	30166.11	413.00	73.04	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
2.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	29649.04	413.00	71.79	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
3.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.01	30391.25	413.00	73.59	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
4.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	29718.00	413.00	71.96	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
5.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	30146.29	413.00	72.99	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
6.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.01	30284.10	413.00	73.33	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
7.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	30304.05	413.00	73.38	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
8.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	30296.20	413.00	73.36	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
9.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	30394.86	413.00	73.60	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
10.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	26/10/2020	14.00	29.50	14.00	9.00	30376.13	413.00	73.55	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN



TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI



JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA + ADICION DE 10% DE
CEMENTO 21 DIAS 7 AM A 10 AM**

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU		 Código UNSMRC-C-01 Versión 01 Fecha 01/01/2020 Página 1 DE 1									
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01											
INFORME : METODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)											
REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001 APOYO POR : ING. R.N.M. REVISADO POR : ING. S.C.C. FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020											
N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49148.09	413.00	119.00	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
2.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	47730.75	413.00	115.57	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
3.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48335.42	413.00	117.03	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
4.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48179.41	413.00	116.66	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
5.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48016.26	413.00	116.26	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
6.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	49107.31	413.00	118.90	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
7.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49199.08	413.00	119.13	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
8.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48964.55	413.00	118.56	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
9.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	48496.51	413.00	117.42	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
10.00	UNIDAD DE BTC+ 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48413.93	413.00	117.23	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ											
OBSERVACIONES: - Muestras elaboradas y curadas por el tesisista											

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU		 UNSM-RC-C-01 Versión 01 Fecha 01/01/2020 Página 1 DE 1									
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01											
INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN AL BAÑILERA TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN											
REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)											
REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001 APOYADO POR : ING. R.N.M. REVISADO POR : ING. S.C.C. FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020											
N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
11.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49035.93	413.00	118.73	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
12.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48719.83	413.00	117.97	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
13.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49097.11	413.00	118.88	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
14.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48791.21	413.00	118.14	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
15.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49035.93	413.00	118.73	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
16.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49097.11	413.00	118.88	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
17.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48995.14	413.00	118.63	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
18.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49005.34	413.00	118.66	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
19.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48995.14	413.00	118.63	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
20.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49005.34	413.00	118.66	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS ROJOA DIAZ											
OBSERVACIONES: - Muestras elaboradas y curadas por el tesisista											



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



Código	UNSM-RC-C-01
Versión	01
Fecha	01/01/2020
Página	1 DE 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC

N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME : METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA

TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL

USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo

UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

REGISTRO N°: LAB-TECC-001

APOYADO POR : ING. R.N.M.

REVISADO POR : ING. S.C.C.

FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
21.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49566.15	413.00	120.01	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
22.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48751.88	413.00	118.04	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
23.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49282.00	413.00	119.33	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
24.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	48930.56	413.00	118.48	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
25.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49001.39	413.00	118.65	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
26.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49835.25	413.00	120.67	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
27.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49484.61	413.00	119.82	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
28.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49797.44	413.00	120.57	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
29.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49770.94	413.00	120.51	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am
30.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	49910.31	413.00	120.85	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI

JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



Código UNSM-RC-C-01

Versión 01

Fecha 01/01/2020

Página 1 DE 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES BTC

N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME

: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA

TESIS

: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL

USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN

REALIZADO POR

: Tesisista Oscar Medina Saucedo

UBICACION

: DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD

: BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001

APOYADO POR : ING. R.N.M.

REVISADO POR : ING. S.C.C.

FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
31.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48793.85	413.00	120.57	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
32.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48680.75	413.00	117.82	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
33.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48179.50	413.00	119.08	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
34.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48940.72	413.00	118.50	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
35.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	49144.16	413.00	118.99	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
36.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48783.50	413.00	120.54	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
37.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48484.61	413.00	119.82	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
38.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48735.40	413.00	120.42	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
39.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48770.94	413.00	120.51	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	
40.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	14.00	9.00	48951.85	413.00	120.95	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am - 10 am	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista

 <p style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN</p> <p style="font-weight: bold; font-size: 1.1em;">ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA</p> <p style="font-size: 0.9em;">LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA</p> <p style="font-size: 0.8em;">CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU</p>	 <p style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;">UNSM-RC-C-01</p> <p style="font-weight: bold; font-size: 1.1em;">Versión 01</p> <p style="font-weight: bold; font-size: 1.1em;">Fecha 01/01/2020</p> <p style="font-weight: bold; font-size: 1.1em;">Página 1 DE 1</p>								
<p style="font-weight: bold; font-size: 1.2em;"><u>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES BTC</u></p> <p style="font-size: 0.8em;">N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01</p>									
<p>INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERÍA</p> <p>TESIS : 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 MARTIN, REGION SAN MARTIN</p> <p>REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo</p> <p>UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN</p> <p>UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)</p>									
<p>REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001</p> <p>APOYO POR : ING. R.N.M.</p> <p>REVISADO POR : ING. S.C.C.</p> <p>FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020</p>									
<p>N° DE UNIDAD</p>		<p>FECHA DE MOLDEO</p>	<p>FECHA DE ROTURA</p>	<p>EDAD DE DIAS</p>	<p>DIMENSIONES (cm)</p>	<p>CARGA Kg-f</p>	<p>AREA (cm²)</p>	<p>RESISTENCIA (kg/cm²)</p>	<p>OBSERVACIONES</p>
					<p>LARGO ANCHO ALTO</p>				
41.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	49628.25	413.00	120.17	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
52.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	48559.20	413.00	118.30	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
43.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	49405.00	413.00	119.62	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
44.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	48861.04	413.00	118.55	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
45.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	49205.35	413.00	119.14	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
46.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	49845.60	413.00	120.69	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
47.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	49340.55	413.00	119.47	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
48.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	49900.84	413.00	120.83	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
49.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	49667.38	413.00	120.26	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
50.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50 14.00 9.00	50003.78	413.00	121.07	MUESTRAS REALIZADAS DE 7am- 10 am
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN									
<p>OBSERVACIONES:</p> <p>- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista</p>					<p>TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI</p> <p>JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ</p>				

**ENSAYO DE COMPRESIÓN DE LA
MUESTRA + ADICION DE 10% DE
CEMENTO 21 DIAS 10 AM A 1 PM**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA

CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU



Código	UNSM-RC-C-01
Versión	01
Fecha	01/01/2020
Página	1 DE 1

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES BTC
N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-01

INFORME : MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERÍA

TESIS : 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 MARTIN, REGION SAN MARTIN

REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo

UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN

UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)

REGISTRO N°: LAB-TEC-C*-001

APOYADO POR : ING. R.N.M.

REVISADO POR : ING. S.C.C.

FECHA DE ENSAYO : 02/11/2020

N° DE UNIDAD	IDENTIFICACION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	DIMENSIONES (cm)			CARGA Kg-f	AREA (cm²)	RESISTENCIA (kg/cm²)	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO	ALTO				
1.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	44582.63	413.00	107.95	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
2.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	43383.60	413.00	105.05	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
3.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	41775.93	413.00	101.15	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
4.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	41330.88	413.00	100.07	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
5.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	43290.51	413.00	104.82	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
6.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.01	42321.15	413.00	102.47	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
7.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	42456.54	413.00	102.80	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
8.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	42063.12	413.00	101.85	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
9.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	42656.36	413.00	103.28	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm
10.00	UNIDAD DE BTC + 10% DE CEMENTO	12/10/2020	02/11/2020	21.00	29.50	14.00	9.00	42848.51	413.00	103.75	MUESTRAS REALIZADAS DE 10am - 1 pm

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

OBSERVACIONES:
- Muestras elaboradas y curadas por el tesisista

JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ

TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI

RESUMEN DE RESULTADOS FINALES

UNSM		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		Código		UNSM-RC-C-0					
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA		Versión		01					
CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU				Fecha		01/01/2020					
				Página		1 DE 1					
INFORME	: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERÍA					REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001					
TESIS	: 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 MARTIN, REGION SAN MARTIN					APOYADO POR : ING. R.N.M.					
REALIZADO POR	: Tesisista Oscar Medina Saucedo					REVISADO POR : ING. S.C.C.					
UBICACION	: DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN										
RESULTADOS FINALES COMPRESION A LOS 7 DIAS SIN ADICION Y A LOS 7 Y 14 DIAS MUESTRA + 10% DE CEMENTO											
N° UNIDAD	DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA Kg/cm ²	N° UNIDAD	DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA Kg/cm ²	N° UNIDAD	DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA Kg/cm ²
1	MUESTRA PATRON	7	25.24	1	M + 10% DE CEMENTO	7	39.01	1	M + 10% DE CEMENTO	14	78.49
2	MUESTRA PATRON	7	25.26	2	M + 10% DE CEMENTO	7	38.64	2	M + 10% DE CEMENTO	14	74.35
3	MUESTRA PATRON	7	25.55	3	M + 10% DE CEMENTO	7	38.98	3	M + 10% DE CEMENTO	14	75.45
4	MUESTRA PATRON	7	25.65	4	M + 10% DE CEMENTO	7	39.03	4	M + 10% DE CEMENTO	14	75.18
5	MUESTRA PATRON	7	25.80	5	M + 10% DE CEMENTO	7	39.08	5	M + 10% DE CEMENTO	14	74.13
6	MUESTRA PATRON	7	25.83	6	M + 10% DE CEMENTO	7	39.11	6	M + 10% DE CEMENTO	14	77.97
7	MUESTRA PATRON	7	25.63	7	M + 10% DE CEMENTO	7	39.16	7	M + 10% DE CEMENTO	14	78.73
8	MUESTRA PATRON	7	25.45	8	M + 10% DE CEMENTO	7	39.01	8	M + 10% DE CEMENTO	14	79.13
9	MUESTRA PATRON	7	25.48	9	M + 10% DE CEMENTO	7	39.06	9	M + 10% DE CEMENTO	14	78.22
10	MUESTRA PATRON	7	25.67	10	M + 10% DE CEMENTO	7	39.11	10	M + 10% DE CEMENTO	14	77.94

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		Código	UNSM-RC-C-01				
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		Versión	01				
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA		Fecha	01/01/2020				
CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU		Página	1 DE 1				
INFORME	: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA						
TESIS	: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN		REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001				
REALIZADO POR	: Tesista Oscar Medina Saucedo						
UBICACION	: DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN		APOYADO POR : ING. R.N.M. REVISADO POR : ING. S.C.C.				
RESULTADOS FINALES COMPRESION A LOS 21 DIAS MUESTRA + 10% DE ADICION DEL CEMENTO							
N° UNIDAD	DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA Kg/cm ²	N° UNIDAD	DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA Kg/cm ²
1	M-10% DE CEMENTO	21	119.00	26	M-10% DE CEMENTO	21	120.67
2	M-10% DE CEMENTO	21	115.57	27	M-10% DE CEMENTO	21	119.82
3	M-10% DE CEMENTO	21	117.03	28	M-10% DE CEMENTO	21	120.57
4	M-10% DE CEMENTO	21	116.66	29	M-10% DE CEMENTO	21	120.51
5	M-10% DE CEMENTO	21	116.26	30	M-10% DE CEMENTO	21	120.85
6	M-10% DE CEMENTO	21	118.90	31	M-10% DE CEMENTO	21	120.57
7	M-10% DE CEMENTO	21	119.13	32	M-10% DE CEMENTO	21	117.82
8	M-10% DE CEMENTO	21	118.56	33	M-10% DE CEMENTO	21	119.08
9	M-10% DE CEMENTO	21	117.42	34	M-10% DE CEMENTO	21	118.50
10	M-10% DE CEMENTO	21	117.23	35	M-10% DE CEMENTO	21	118.99
11	M-10% DE CEMENTO	21	118.73	36	M-10% DE CEMENTO	21	120.54
12	M-10% DE CEMENTO	21	117.97	37	M-10% DE CEMENTO	21	119.82
13	M-10% DE CEMENTO	21	118.88	38	M-10% DE CEMENTO	21	120.42
14	M-10% DE CEMENTO	21	118.14	39	M-10% DE CEMENTO	21	120.51
15	M-10% DE CEMENTO	21	118.73	40	M-10% DE CEMENTO	21	120.95
16	M-10% DE CEMENTO	21	118.88	41	M-10% DE CEMENTO	21	120.17
17	M-10% DE CEMENTO	21	118.63	42	M-10% DE CEMENTO	21	118.30
18	M-10% DE CEMENTO	21	118.66	43	M-10% DE CEMENTO	21	119.62
19	M-10% DE CEMENTO	21	118.63	44	M-10% DE CEMENTO	21	118.55
20	M-10% DE CEMENTO	21	118.66	45	M-10% DE CEMENTO	21	119.14
21	M-10% DE CEMENTO	21	120.01	46	M-10% DE CEMENTO	21	120.69
22	M-10% DE CEMENTO	21	118.04	47	M-10% DE CEMENTO	21	119.47
23	M-10% DE CEMENTO	21	119.33	48	M-10% DE CEMENTO	21	120.83
24	M-10% DE CEMENTO	21	118.48	49	M-10% DE CEMENTO	21	120.26
25	M-10% DE CEMENTO	21	118.65	50	M-10% DE CEMENTO	21	121.07

DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA
MUESTRA PATRON	7	25.56
	14	30.20
	21	33.81

DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA
MUESTRA + 10% DE ADICION DE CEMENTO	7	39.02
	14	76.96
	21	119.08

RESULTADOS FINALES

Resistencia a la compresión kg/cm²

Días

$y = 5.7186x - 1.7067$
 $R^2 = 0.9991$



$y = 0.5893x + 21.607$
 $R^2 = 0.9948$

Nota: La línea Roja es de la resistencia con Muestra + Adición mientras que la Azul es de la muestra sin adición entre estos dos resultados el mejoramiento es 352% mas que el patrón con la adición del 10% de cemento.

UNSM		UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN		Código	UNSM-RC-C-0	
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA		Versión	01	
CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU				Fecha	01/01/2020	
				Página	1 DE 1	
INFORME	: MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA				REGISTRO N°:	LAB-TEC-C-001
TESIS	: 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 MARTIN, REGION SAN MARTIN				APOYADO POR :	ING. R.N.M.
REALIZADO POR	: Testista Oscar Medina Saucedo				REVISADO POR :	ING. S.C.C.
UBICACION	: DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN					
RESULTADOS FINALES COMPRESION A LOS 1, 3 Y 5 DIAS CON MUESTRA + ADICION DEL 10% DE CEMENTO						
N° UNIDAD	DESCRIPCION	DIAS	RESISTENCIA Kg/cm ²	Resistencia a la Compresión en días de las Unidades de BTC Días vs Resistencia		
1	M-10% DE CEMENTO	1	14.37			
2	M-10% DE CEMENTO	1	14.30			
3	M-10% DE CEMENTO	1	14.10			
4	M-10% DE CEMENTO	3	23.48			
5	M-10% DE CEMENTO	3	23.33			
6	M-10% DE CEMENTO	3	23.23			
7	M-10% DE CEMENTO	5	30.91			
8	M-10% DE CEMENTO	5	30.81			
9	M-10% DE CEMENTO	5	31.06			

Anexo E: Ensayos de calidad.



ENSAYO DE ABSORCION

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU		Código	UNSM-RC-C-01																																																								
	Versión		01																																																									
	Fecha		01/01/2020																																																									
	Página		1 DE 1																																																									
<p>INFORME : MÉTODO DE PRUEBA DE ABSORCIÓN DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA</p> <p>TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN</p> <p>REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo</p> <p>UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN</p> <p>UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)</p> <p align="right"> REGISTRO N°: LAB-TEC-C-001 APOYADO POR : ING. R.N.M. REVISADO POR : ING. S.C.C. FECHA DE ENSAYO : 03/11/2020 </p> <p align="center"> <u>ENSAYO DE ABSORCIÓN DE 24 HORAS EN UNIDADES DE BTC</u> N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-02 </p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>PESO INICIAL grs</th> <th>PESO FINAL grs</th> <th>ABSORCIÓN 24H %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M - 1</td> <td>6935</td> <td>7620</td> <td>9.88</td> </tr> <tr> <td>M - 2</td> <td>6934</td> <td>7615</td> <td>9.82</td> </tr> <tr> <td>M - 3</td> <td>6935</td> <td>7618</td> <td>9.85</td> </tr> <tr> <td>M - 4</td> <td>6934</td> <td>7616</td> <td>9.84</td> </tr> <tr> <td>M - 5</td> <td>6935</td> <td>7619</td> <td>9.86</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Ensayo de absorción de Muestra Patrón</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>PESO INICIAL grs</th> <th>PESO FINAL grs</th> <th>ABSORCIÓN 24H %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M - 1</td> <td>7246</td> <td>7585</td> <td>4.68</td> </tr> <tr> <td>M - 2</td> <td>7245</td> <td>7582</td> <td>4.65</td> </tr> <tr> <td>M - 3</td> <td>7245</td> <td>7583</td> <td>4.67</td> </tr> <tr> <td>M - 4</td> <td>7246</td> <td>7586</td> <td>4.69</td> </tr> <tr> <td>M - 5</td> <td>7245</td> <td>7584</td> <td>4.68</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Ensayo de absorción de Muestra + adición del 10% de cemento</td> </tr> </tbody> </table>					MUESTRA	PESO INICIAL grs	PESO FINAL grs	ABSORCIÓN 24H %	M - 1	6935	7620	9.88	M - 2	6934	7615	9.82	M - 3	6935	7618	9.85	M - 4	6934	7616	9.84	M - 5	6935	7619	9.86	Ensayo de absorción de Muestra Patrón				MUESTRA	PESO INICIAL grs	PESO FINAL grs	ABSORCIÓN 24H %	M - 1	7246	7585	4.68	M - 2	7245	7582	4.65	M - 3	7245	7583	4.67	M - 4	7246	7586	4.69	M - 5	7245	7584	4.68	Ensayo de absorción de Muestra + adición del 10% de cemento			
MUESTRA	PESO INICIAL grs	PESO FINAL grs	ABSORCIÓN 24H %																																																									
M - 1	6935	7620	9.88																																																									
M - 2	6934	7615	9.82																																																									
M - 3	6935	7618	9.85																																																									
M - 4	6934	7616	9.84																																																									
M - 5	6935	7619	9.86																																																									
Ensayo de absorción de Muestra Patrón																																																												
MUESTRA	PESO INICIAL grs	PESO FINAL grs	ABSORCIÓN 24H %																																																									
M - 1	7246	7585	4.68																																																									
M - 2	7245	7582	4.65																																																									
M - 3	7245	7583	4.67																																																									
M - 4	7246	7586	4.69																																																									
M - 5	7245	7584	4.68																																																									
Ensayo de absorción de Muestra + adición del 10% de cemento																																																												
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN																																																												
OBSERVACIONES:	TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI		JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ																																																									



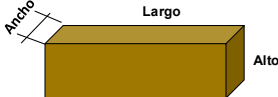
ENSAYO DE ALABEO

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA <small>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA</small> <small>CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU</small>		Código	UNSM-RC-C-01																																				
			Versión	01																																				
			Fecha	01/01/2020																																				
			Página	1 DE 1																																				
INFORME : MÉTODO DE PRUEBA DE ALABEO DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA TESIS : DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN REALIZADO POR : Tesisista Oscar Medina Saucedo UBICACION : DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN UNIDAD : BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)			REGISTRO N°:	LAB-TEC-C-001																																				
			APOYADO POR :	ING. R.N.M.																																				
			REVISADO POR :	ING. S.C.C.																																				
			FECHA DE ENSAYO :	15/10/2020																																				
<u>ENSAYO DE ALABEO EN UNIDADES DE BTC</u> <small>N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-04</small>																																								
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>L - 1</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 2</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 3</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 4</td><td>1</td></tr> <tr><td>L - 5</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>		MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)	L - 1	0	L - 2	0	L - 3	0	L - 4	1	L - 5	0	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>L - 6</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 7</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 8</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 9</td><td>1</td></tr> <tr><td>L - 10</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>		MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)	L - 6	0	L - 7	0	L - 8	0	L - 9	1	L - 10	0	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>ALABEO CONCAVIDAD (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>L - 11</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 12</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 13</td><td>1</td></tr> <tr><td>L - 14</td><td>0</td></tr> <tr><td>L - 15</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)	L - 11	0	L - 12	0	L - 13	1	L - 14	0	L - 15	0
MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)																																							
L - 1	0																																							
L - 2	0																																							
L - 3	0																																							
L - 4	1																																							
L - 5	0																																							
MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)																																							
L - 6	0																																							
L - 7	0																																							
L - 8	0																																							
L - 9	1																																							
L - 10	0																																							
MUESTRA	ALABEO CONCAVIDAD (mm)																																							
L - 11	0																																							
L - 12	0																																							
L - 13	1																																							
L - 14	0																																							
L - 15	0																																							
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN																																								
OBSERVACIONES:	TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI		JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ																																					

ENSAYO DE DENSIDAD

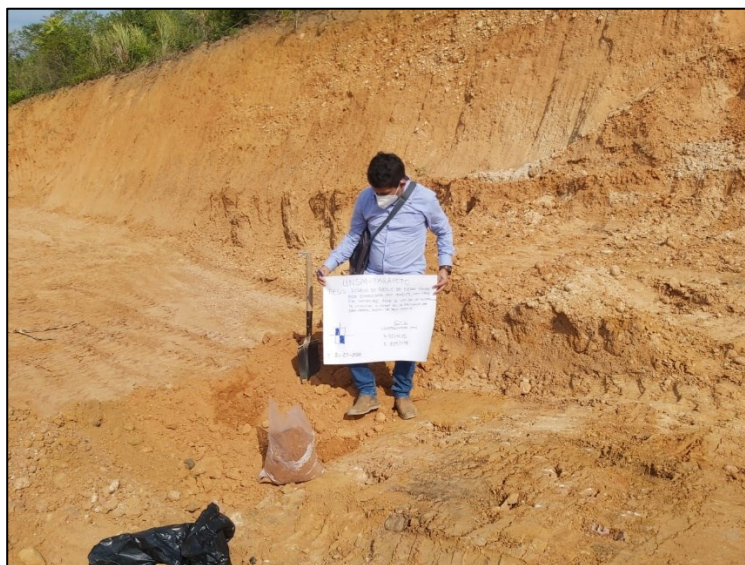
	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU		Código	UNSM-RC-C-01																														
	Versión		01																															
	Fecha		01/01/2020																															
	Página		1 DE 1																															
INFORME	: MÉTODO DE PRUEBA DE DENSIDAD EN UNIDADES EN ALBAÑILERIA																																	
TESIS	: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN		REGISTRO N°:	LAB-TEC-C-001																														
REALIZADO POR	: Tesisista Oscar Medina Saucedo		APOYADO POR	: ING. R.N.M.																														
UBICACION	: DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN		REVISADO POR	: ING. S.C.C.																														
UNIDAD	: BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)		FECHA DE ENSAYO	: 03/11/2020																														
<u>ENSAYO DE DENSIDAD EN UNIDADES DE BTC PATRON</u> N.T.P. 339.613.2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-04																																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>MUESTRA</th> <th>Peso Seco (grs)</th> <th>Peso Saturado (grs)</th> <th>Peso Saturado Sumergido (grs)</th> <th>Densidad (grs/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L - 1</td> <td align="center">6680.00</td> <td align="center">6935.00</td> <td align="center">3599.00</td> <td align="center">2.00</td> </tr> <tr> <td>L - 2</td> <td align="center">6675.00</td> <td align="center">6933.00</td> <td align="center">3595.00</td> <td align="center">2.00</td> </tr> <tr> <td>L - 3</td> <td align="center">6683.00</td> <td align="center">6937.00</td> <td align="center">3603.00</td> <td align="center">2.00</td> </tr> <tr> <td>L - 4</td> <td align="center">6678.00</td> <td align="center">6935.00</td> <td align="center">3601.00</td> <td align="center">2.00</td> </tr> <tr> <td>L -5</td> <td align="center">6680.00</td> <td align="center">6936.00</td> <td align="center">3602.00</td> <td align="center">2.00</td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	Peso Seco (grs)	Peso Saturado (grs)	Peso Saturado Sumergido (grs)	Densidad (grs/cm ³)	L - 1	6680.00	6935.00	3599.00	2.00	L - 2	6675.00	6933.00	3595.00	2.00	L - 3	6683.00	6937.00	3603.00	2.00	L - 4	6678.00	6935.00	3601.00	2.00	L -5	6680.00	6936.00	3602.00	2.00			
MUESTRA	Peso Seco (grs)	Peso Saturado (grs)	Peso Saturado Sumergido (grs)	Densidad (grs/cm ³)																														
L - 1	6680.00	6935.00	3599.00	2.00																														
L - 2	6675.00	6933.00	3595.00	2.00																														
L - 3	6683.00	6937.00	3603.00	2.00																														
L - 4	6678.00	6935.00	3601.00	2.00																														
L -5	6680.00	6936.00	3602.00	2.00																														
OBSERVACIONES:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN																																	
	TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI	JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ																																

ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA <small>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, PAVIMENTOS, CONCRETO Y GEOLOGIA</small> <small>CIUDAD UNIVERSITARIA- MORALES - PERU</small>																																																								
		Código	UNSM-RC-C-01																																																					
		Versión	01																																																					
		Fecha	01/01/2020																																																					
		Página	1 DE 1																																																					
INFORME	: MÉTODO DE PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO DE UNIDADES EN ALBAÑILERIA																																																							
TESIS	: DISEÑO DE BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADO CON CEMENTO, COMO MATERIAL SOSTENIBLE, PARA EL USO EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS RURALES EN LA PROVINCIA DE SAN MARTIN, REGION SAN MARTIN		REGISTRO N°: LAB-TEC-C°-001																																																					
REALIZADO POR	: Tesisista Oscar Medina Saucedo		APOYADO POR : ING. R.N.M.																																																					
UBICACION	: DISTRITO DE MORALES, PROVINCIA DE SAN MARTIN		REVISADO POR : ING. S.C.C.																																																					
UNIDAD	: BTC (BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA)		FECHA DE ENSAYO : 15/10/2020																																																					
<u>ENSAYO DE DIMENSIONAMIENTO EN UNIDADES DE BTC</u> <small>N.T.P. 339.613:2005 - PROCEDIMIENTO INTERNO AT-PR-04</small>																																																								
																																																								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="3">DIMENSIONES (cm)</th> </tr> <tr> <th>LARGO</th> <th>ANCHO</th> <th>ALTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M - 1</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.01</td> </tr> <tr> <td>M - 2</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>M - 3</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>M - 4</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>M - 5</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			LARGO	ANCHO	ALTO	M - 1	29.5	13	9.01	M - 2	29.5	13	9.00	M - 3	29.5	13	9.00	M - 4	29.5	13	9.00	M - 5	29.5	13	9.00	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">MUESTRA</th> <th colspan="3">DIMENSIONES (cm)</th> </tr> <tr> <th>LARGO</th> <th>ANCHO</th> <th>ALTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M - 6</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>M - 7</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.01</td> </tr> <tr> <td>M - 8</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>M - 9</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> <tr> <td>M - 10</td> <td>29.5</td> <td>13</td> <td>9.00</td> </tr> </tbody> </table>	MUESTRA	DIMENSIONES (cm)			LARGO	ANCHO	ALTO	M - 6	29.5	13	9.00	M - 7	29.5	13	9.01	M - 8	29.5	13	9.00	M - 9	29.5	13	9.00	M - 10	29.5	13	9.00
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)																																																							
	LARGO	ANCHO	ALTO																																																					
M - 1	29.5	13	9.01																																																					
M - 2	29.5	13	9.00																																																					
M - 3	29.5	13	9.00																																																					
M - 4	29.5	13	9.00																																																					
M - 5	29.5	13	9.00																																																					
MUESTRA	DIMENSIONES (cm)																																																							
	LARGO	ANCHO	ALTO																																																					
M - 6	29.5	13	9.00																																																					
M - 7	29.5	13	9.01																																																					
M - 8	29.5	13	9.00																																																					
M - 9	29.5	13	9.00																																																					
M - 10	29.5	13	9.00																																																					
OBSERVACIONES:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN																																																							
	TECNICO: ING. ROBERT NAVARRO MORI		JEFE DE LABORATORIO: ING. JORGE ISAACS RIOJA DIAZ																																																					

Anexo F: Panel fotográfico.

1. Cantera N° 01

**Foto 1:** Recojo de muestra de la cantera N°01.**Foto 2:** Recojo de muestra en la cantera N°01.

2. Cantera N° 02



Foto 3: Recojo de muestra en la cantera N°02.



Foto 4: Recojo de muestra de la cantera N°02.

3. Cantera N° 03



Foto 5: Recojo de muestra de la cantera N° 03.



Foto 6: Recojo de muestra de la cantera N°03.



Foto 7: Ingreso de las muestras al laboratorio.



Foto 8: Verificando la operacionalización de la máquina.



Foto 9: Muestreo de los tres tipos de suelos



Foto 10: Ensayo de granulometría



Foto 11: Realizando los ensayos para determinar la gravedad específica



Foto 12: Pesado de la muestra saturada



Foto 13: Ensayo del límite líquido



Foto 14: Ensayo de límite plástico



Foto 15: Las taras y/o recipientes



Foto 16: Ensayo para determinar el índice plástico



Foto 17: Pesando la muestra por la malla N°04



Foto 18. Pesando el suelo para el ensayo Proctor



Foto 19: Ensayo de Proctor normal



Foto 20: Colocación de los especímenes en el horno.



Foto 21: Enrazado del espécimen



Foto 22: Sacando el espécimen del eyector de muestra.



Foto 23: Pesado del espécimen de suelo



Foto 24: Pesado del espécimen

Trabajando los especímenes con suelo cemento con proporción 6%, 8%, 10% y 12%.



Foto 25: Pasando el suelo por tamiz N°04.



Foto 26: Peso del cemento.



Foto 27: Ensayo de Proctor suelo-cemento.



Foto 28: Sacando el espécimen del eyector de muestra.



Foto 29: Pesado del espécimen.



Foto 30: Pesado del espécimen de suelo-cemento.



Foto 31: Especímenes con adición de cemento de 6%, 8%, 10% y 12%.



Foto 32: Curando los especímenes con bolsa plástica.



Foto 33: Los bloques puesta en maquina baño maría.



Foto 34: Los bloques para su secado.



Foto 35: Verificando con el asesor sobre el secado de los especímenes



Foto 36: Compresión no confinada de los especímenes



Foto 37: Registro de datos de rotura a compresión.



Foto 38: Verificación de las fallas que presenta el espécimen



Foto 39: El sentido donde falla el espécimen .



Foto 40: Pasando la muestra por el tamiz N° 04



Foto 41: Pesado del suelo



Foto 42: Mezclado del suelo con cemento.



Foto 43: Mezclado del suelo con cemento.



Foto 44: Adicionando el suelo en la máquina.



Foto 45: Compactando el bloque a razón de 7000 Psi.



Foto 46: Elaboración del BTC.



Foto 47: Retiro del BTC.



Foto 48: Resultado de las proporciones de suelo cemento para llegar a las dimensiones estándares.



Foto 49: Visita del asesor en la elaboración del BTC.



Foto 50: Fabricación de los BTC.



Foto 51: Inspección para el curado.



Foto 52: Inspección para el curado.



Foto 53: Curado con yute.



Foto 54: Se centra el BTC para medir la fuerza a compresión.



Foto 55: Asesor verificando los resultados.



Foto 56: Con el asesor verificando los resultados.



Foto 57: Verificando los resultados con el asesor.

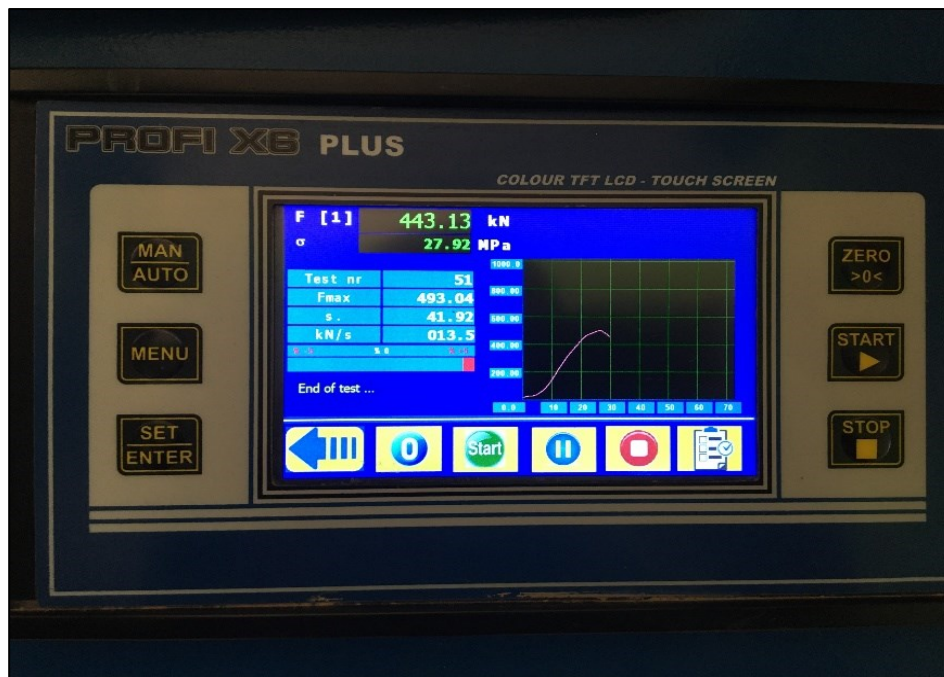


Foto 58: Resultado de la rotura del espécimen fabricado con el 10% de cemento fabricado en las 7:00am - 10:00am



Foto 59: Resultado de la rotura del espécimen fabricado con el 10% de cemento fabricado en las 7:00am – 10:00am.

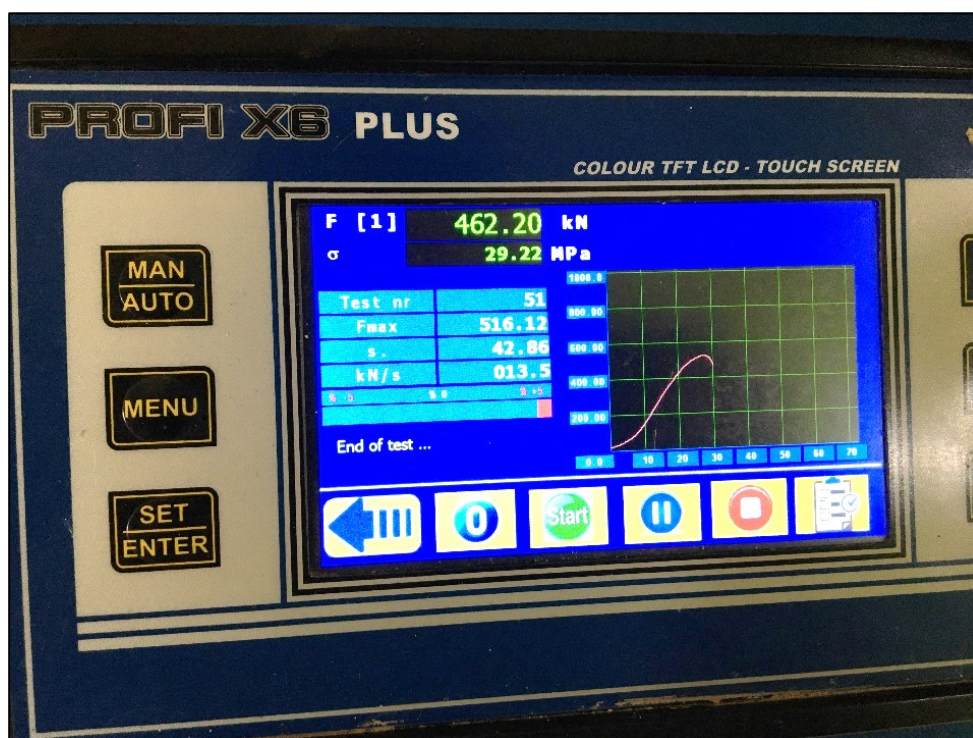


Foto 60: Resultado de la rotura del espécimen fabricado con el 10% de cemento fabricado en las 7:00am – 10:00am.

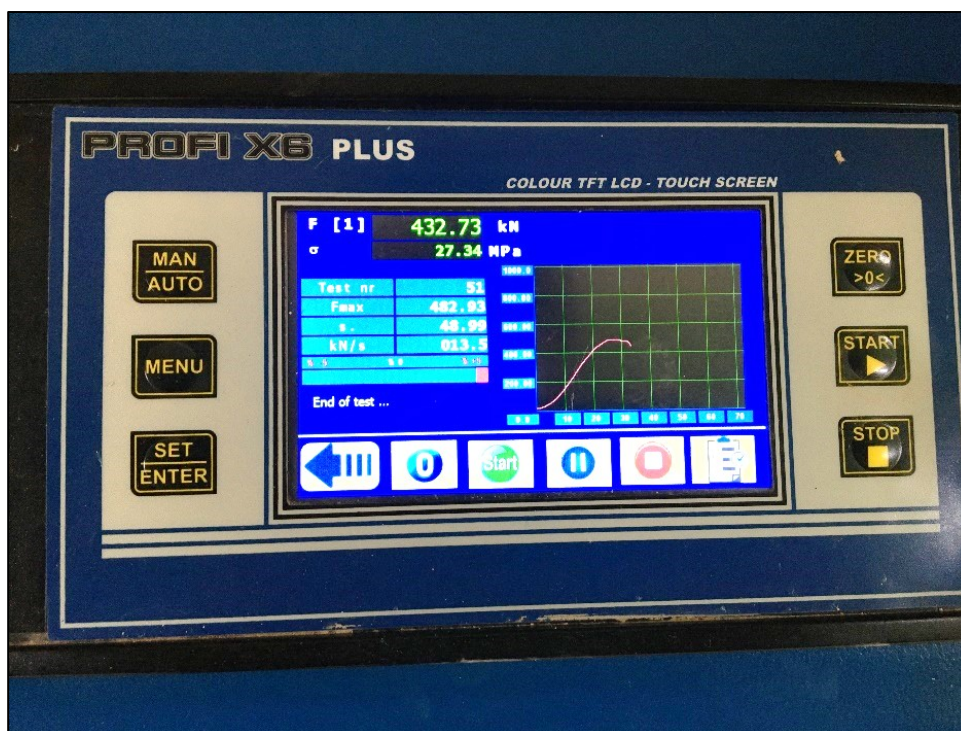


Foto 61: Resultado de la rotura del espécimen fabricado con el 10% de cemento fabricado en las 7:00am – 10:00am.



Foto 62: Resultado de la rotura del espécimen fabricado con el 10% de cemento fabricado en las 10:00am – 1:00pm



Foto 63: Resultado de la rotura del espécimen fabricado con el 10% de cemento fabricado en las 10:00am – 1:00pm



Foto 64: Falla del espécimen.



Foto 65: Visita de los ingenieros de la UNSM.



Foto 65: Visita de los ingenieros de la UNSM.



Foto 66: Visita de los ingenieros de la UNSM.

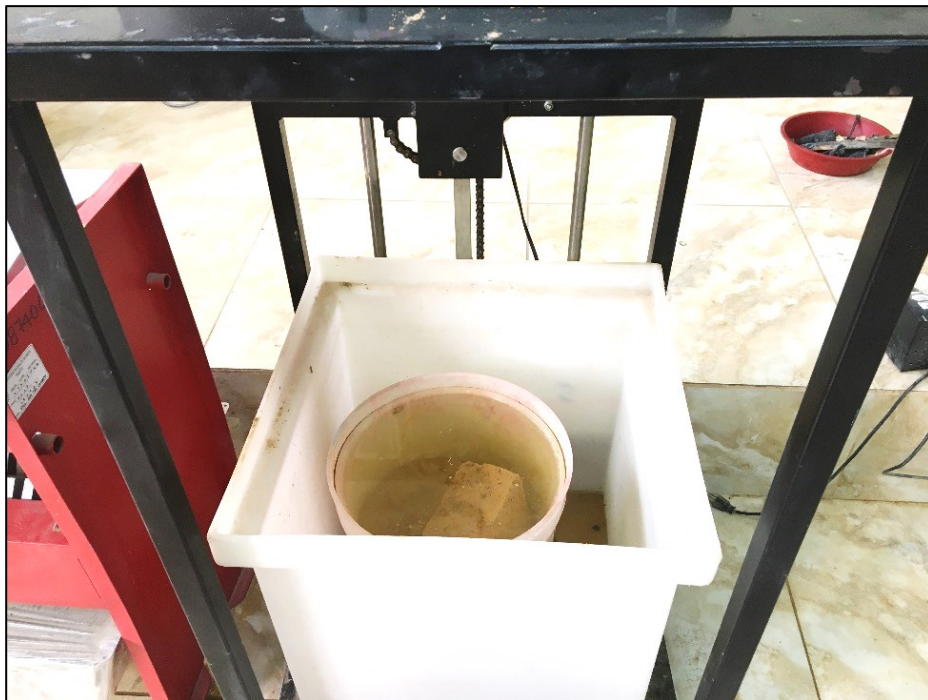


Foto 67: Verificando la absorción del BTC.



Foto 66: Verificando pasado las 24 horas de sumergido



Foto 67: Verificando las dimensiones del BTC.



Foto 68: Medición de los bloques de tierra comprimida



Foto 69: Fabricación de pilas de tres bloques.



Foto 70: presentación de la pila



Foto 71: Fabricación de pilas.



Foto 72: Medidas de las pilas.

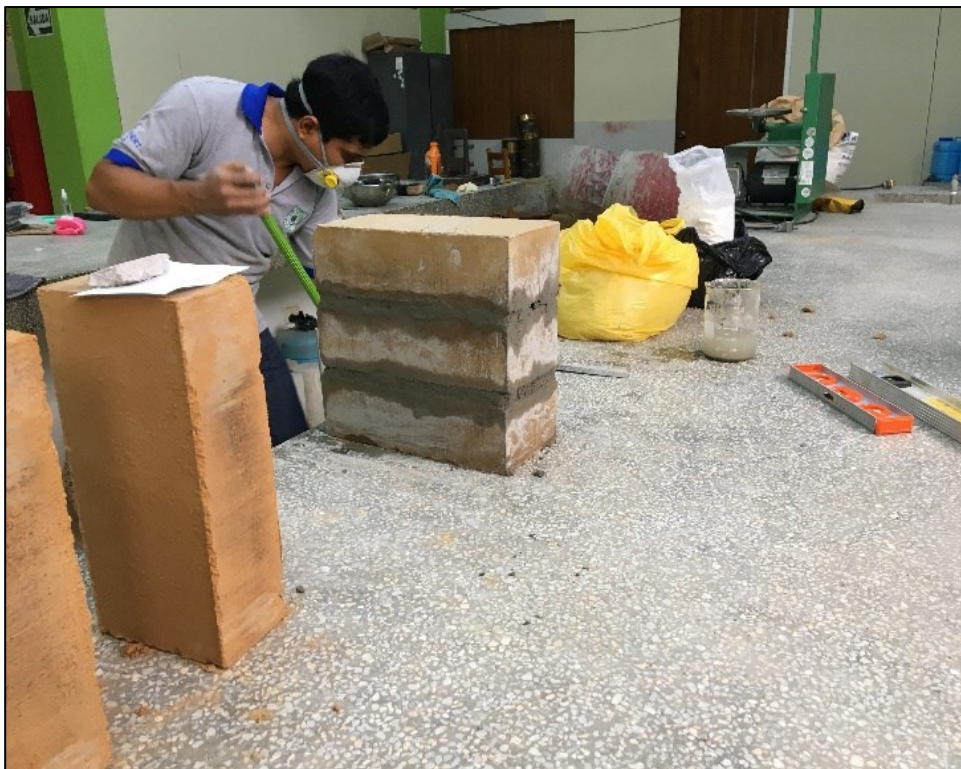


Foto 73: Medidas de las pilas



Foto 74: Resistencia de la pila.

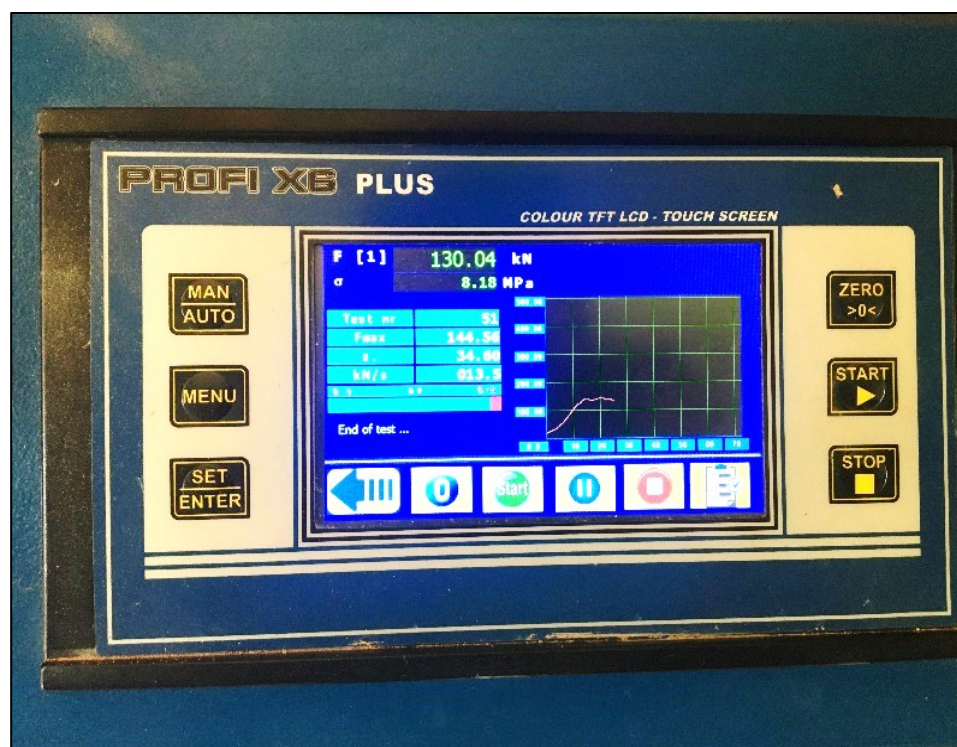


Foto 75: Resultado de la pila.



Foto 76: Se muestra las fallas de la pila



Foto 77: Se muestra las fallas en sentido vertical



Foto 78: Se muestra la falla de las pilas



Foto 79: Se muestra la falla de las pilas parte posterior