



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Tesis para obtener el título profesional de:**

**Ingeniero civil**

**“FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN BASE A  
BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADA, PUERTO  
MALDONADO-2015”**

**AUTOR:**

**JOSÉ IBÁÑEZ ESCALANTE**

**ASESOR:**

**Ing. JOHN PEÑA CASTILLO**

**Puerto Maldonado**

**2016**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, y a mi familia Adela mi  
compañera fiel hijos Rosannee  
Verónica y José Dereck

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad que abre las puertas a todos los que tienen el espíritu de superación por medio del estudio.

## RESUMEN

### **Objetivo**

El presente trabajo busca determinar la factibilidad de construcción **sostenible** de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada. Se considera este elemento de construcción nuevo en esta zona y como tal requiere su difusión teórica apoyada con la demostración de sus bondades frente a los materiales convencionales de uso actual.

### **Material y métodos**

La materia básica es la tierra que tiene que cumplir ciertos requisitos llamados de granulometría que muy bien se ajustan los de la zona de estudio, que añadiendo otros productos como el cemento la cal principalmente modifican el comportamiento natural y que al dar forma prismática es apto para el uso en la construcción de viviendas

### **Resultados y conclusiones.**

Después de haber realizado la fabricación con los materiales de la zona, los especímenes clasificados según las proporciones de mezcla se han realizado los ensayos correspondientes de compresión, inmersión en agua y compresión, absorción de humedad, erosión acelerada con la finalidad de simular las condiciones extremas hipotéticas que podría darse mientras se encuentran el uso.

Después de estos ensayos en laboratorio se ha llegado a la conclusión de que estos elementos que se pretende introducir en uso han superado las expectativas.

**Palabras clave:** Construcción sostenible, bloque de tierra comprimida estabilizada

## ABSTRACT

### objective

The present work seeks to determine the feasibility of sustainable construction of houses based on blocks of stabilized compressed earth. This new construction element is considered in this area and as such requires its theoretical diffusion supported by the demonstration of its benefits compared to the conventional materials of current use.

### Material and methods

The basic material is the land that has to meet certain requirements called granulometry that very well adjust those of the study area, which adding other products such as cement lime mainly modify the natural behavior and that when giving prismatic shape is fit for Use in housing construction

### Results and conclusions.

After the manufacture with the materials of the zone, the specimens classified according to the mixing proportions have been carried out the corresponding tests of compression, water immersion and compression, moisture absorption, accelerated erosion in order to simulate the extreme conditions Hypothetical that could occur while they are in use.

After these laboratory tests it has been concluded that these elements that are intended to be introduced in use have exceeded expectations.

Key words: Sustainable construction, stabilized compressed earth block

## ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE	v
INTRODUCCIÓN	x

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	01
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	03
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	03
1.3.1 PROBLEMA PRINCIPAL	04
1.3.2 PROBLEMA SECUNDARIO	04
1.4 OBJETIVO	
1.4.1 Objetivo General	05
1.4.2 Objetivos Específicos	05
1.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACION	05
1.5.1 TIPO DE INVESTIGACION	05
1.5.2 NIVEL DE INVESTIGACION	08
1.5.3 METODO	08
1.6 POBLACION Y MUESTRA DE LA INVESTIGACION	09
1.6.1 POBLACION	09
1.6.2 MUESTRA	09
1.7 TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	09
1.7.1 INSTRUMENTOS	09

1.8	JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACION	10
<b>CAPITULO II      MARCO TEORICO</b>		
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	12
2.2	BASES TEORICAS	21
	2.2.1. MARCO HISTORICO	21
	2.2.2. DESCRIPCION DEL SISTEMA BTC	39
<b>CAPITULO III</b>		
<b>PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS</b>		
3.1.	ANALISIS, INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
	<b>CONCLUSIONES</b>	92
	<b>RECOMENDACIONES</b>	93
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	95
	<b>ANEXOS</b>	100

## ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla N° 01 Proporción de aditivos/Tierra
- Tabla N° 02 Comparación entre adobe y BTC
- Tabla N° 03 ensayos de campo
- Tabla N° 04 fabricantes de prensas
- Tabla N° 05 Comparación de máquinas manuales y automáticas
- Tabla N° 06 Resultado de ensayos de BTC serie A
- Tabla N° 07 Resultado de ensayos de BTC serie B
- Tabla N° 08 Costo unitario de muro con ladrillos KK de arcilla cocida
- Tabla N° 09 Costo unitario de muro con BTC
- Tabla N° 10 Costo unitario de BTC
- Tabla N° 11 Costo unitario de materia prima
- Tabla N° 12 Resultados de laboratorio muestras serie A
- Tabla N° 13 Resultados de laboratorio muestras serie B

## INTRODUCCION

El uso de esta tecnología es aplicable en cualquier parte de nuestro país donde las condiciones por temperatura exijan que las viviendas cumplan características de mínima variación frente a las temperaturas extremas de frío en la sierra y calor en selva, queda demostrado que el uso de estos materiales con el diseño según la zona es suficiente para masificar el empleo, tanto en las tres regiones del país siempre tomando los factores de diseño por sismo.

Para el caso de estudio del presente se han utilizado las instalaciones de un laboratorio de mecánica de suelos; este factor limita la elaboración de mayor número de especímenes con la variedad de combinaciones posibles para los ensayos por ello se elaboraron dos series con tres combinaciones sobre las que nos apoyamos el sustento de la propuesta de factibilidad.

No se ha podido utilizar el uso de los polímeros para estabilizar las arcillas por no haber en el mercado local, habiendo cambiado para el ensayo otros como se indicara en la parte correspondiente, son imponderables que no solo elevaría el costo sino también limitaría la aplicabilidad del sistema planteado, con la consigna de ser práctico de fácil réplica, que no requiera de equipos sofisticados para las medidas de los aditivos, en otras palabras sería un factor limitante para el uso masivo de este sistema constructivo.

El objetivo de esta investigación es determinar cuál será la factibilidad de construcción sostenible de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015

## **CAPITULO I**

### **PLANEAMIENTO METODOLOGICO**

#### **1.1 Descripción de la realidad Problemática**

La ciudad de Puerto Maldonado en los últimos años se ha experimentado un crecimiento poblacional considerable, esta puede ser atribuido a la construcción de la carretera interoceánica y por otro lado la explotación de minería.

Para el presente estudio se ha escogido la zona del sector La Joya por haber sido referencia en la toma de muestra de suelo, así mismo tenemos en esta parte una población creciente en la plena expansión urbana ocupada con viviendas construidas en base a los materiales de la zona y otros que más adelante detallaremos.

El uso del recurso tierra en su mayoría de la región selva es limitada, como se puede observar a lo largo de la carretera, en su lugar encontramos la madera preparada sin tratamiento en todas las construcciones lo que se puede atribuir por la abundancia de este material y su facilidad de construcción.

Se observa también el uso de otros materiales como son el plástico, triplay, madera corriente sin tratamiento que predomina, planchas de metal reciclado, polietileno, especialmente en la zona de expansión urbana y zona rural a los que en adelante estará orientado el uso del material que se estudia y se propone factible.

El uso del recurso tierra es muy generalizado en las regiones de la sierra y parte de la costa con algunas diferencias propias de la zona, nos estamos refiriendo a las unidades de construcción llamadas adobe de diferentes mediadas, este elemento se encuentra normado dentro del Reglamento Nacional de Edificaciones en el título III Especificaciones III.2, E080

La variante de estos bloques moldeados, como son los que pretendemos introducir el uso, no se encuentra considerada dentro de las normativas actuales. No obstante, se tiene algunas referencias no documentadas y no están difundidas por lo que es necesario dar a conocer las bondades del sistema cuyo empleo es factible en el sector de construcción rural, así como urbana.

Se conjetura que el uso del recurso madera dentro de sus efectos más importantes son la deforestación con el consiguiente impacto ambiental. Por otra parte, la madera es de naturaleza combustible, siendo por ello peligroso y de alto riesgo en caso de incendios.

Podemos plantear que el uso del recurso tierra empleada en el sistema que se pretende demostrar sus bondades no está siendo utilizada por falta de difusión, es por ello que en el presente trabajo se considera la factibilidad del uso como alternativa técnica en la construcción de viviendas de la zona.

En este trabajo, se trata de establecer los lineamientos para la elaboración de las unidades de construcción como son los bloques estabilizados y mostrar las bondades para los ocupantes además de ser adaptable a un sistema de autoconstrucción por ser económicas, que tienen muchas ventajas que se adaptan al medio de la selva es decir a la zona donde se ha tomado como referencia.

Igualmente es aplicativo a los programas de vivienda económica promovidos por fuentes de financiamiento con recursos ordinarios como apoyo a la población de bajos recursos.

En resumen, podría indicarse que el uso de la madera en cualquier presentación para construcción de viviendas debería ser sustituida

especialmente para los muros por el sistema de bloques de tierra estabilizada.

## **1.2 Delimitación de la investigación.**

Se ha revisado documentos que pueda esclarecer el uso de este sistema dentro de las normas vigentes del país, pues son la fuente de referencia sin embargo no se tiene considerado a diferencia de los sistemas constructivos con adobe con sus variaciones.

La propuesta del presente se enmarca dentro de lo que es netamente experimental porque se manipula directamente una o más variables independientes como son la proporción de las mezclas de cemento arcilla, cal arcilla para observar los cambios en las variables dependientes como son el comportamiento frente a las diferentes pruebas que se somete a fin de probar la relación causa efecto y comprobar en laboratorio especializado los resultados.

Para este efecto se recoge las muestras de terreno del sitio de estudio sector la joya, se procesa, se fabrica los especímenes conforme se plantea las proporciones se espera el proceso de secado, y se somete a los ensayos en laboratorio, los resultados para su análisis e interpretación y finalmente presentar los resultados tabuladas a fin de ser demostrada la hipótesis.

El ámbito geográfico será el sector de la joya de la ciudad de Puerto Maldonado debido a que se toma las muestras de esta parte, pudiendo ser ampliado a otros sectores o lugares.

### **Delimitación temporal**

El presente trabajo se desarrolla y concluye entre los meses de enero a marzo del 2016

### **Delimitación Geográfica:**

Se circunscribe al ámbito de la zona de la Joya de la provincia de Tambopata región Madre de Dios

### **Delimitación Social**

Está orientado a la población que desean tener una vivienda de carácter moderno, ecológico, confortable.

## **1.3 Formulación del Problema**

### **1.3.1 Problema Principal**

¿Es factible la construcción de viviendas en base a los bloques de tierra comprimida estabilizada?

### **1.3.2 Problema Secundarios**

PS.1. ¿Cómo la Resistencia a compresión influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?

PS.2. ¿Cómo la abrasión influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?

PS.3. ¿Cómo la Inmersión en el agua influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?

PS.4. ¿Cómo la erosión influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?

PS.5. ¿Cómo la absorción influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?

## **1.4 Objetivos de la investigación.**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar cuál será la factibilidad de construcción sostenible de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015

### **1.4.1 Objetivos específicos**

**OE.1.** Demostrar cómo la Resistencia a compresión influye en la factibilidad de construcción **sostenible** de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015

**OE.2.** Demostrar cómo la abrasión influye en la factibilidad de construcción **sostenible** de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015

**OE.3.** Demostrar cómo la Inmersión en el agua influye en la factibilidad de construcción **sostenible** de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015

**OE.4.** Demostrar cómo la erosión influye en la factibilidad de construcción **sostenible** de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015

**OE.5.** Demostrar cómo la absorción influye en la factibilidad de construcción **sostenible** de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015

## **1.5 Diseño de la investigación**

El diseño del trabajo se inicia con la observación en el lugar de cuanto se tiene en uso el material que se quiere viabilizar como uso.

Se extraerá las muestras del terreno, se someterá a las pruebas en laboratorio de mecánica de suelos, luego se diseñará las proporciones de la mezcla y finalmente se ensayará los resultados.

Este trabajo está limitado a una zona del sector denominado La Joya, y se ha tomado en consideración esta parte debido a la existencia de fuerte expansión urbana en su mayoría con viviendas de autoconstrucción, esta zona se encuentra dentro del Distrito de Tambopata Provincia de Tambopata Región Madre de Dios.

Es de carácter contemporáneo y transeccional por la duración limitada de la ejecución del experimento, al no ser repetido en otro tiempo según los objetivos para el presente trabajo. También se puede afirmar que es del tipo exploratorio porque no se tiene difundido el uso de los BTC estabilizada en nuestro medio, como experimental

La visita a campo de la zona del Sector de La Joya un poblado con amplios sectores de construcción de viviendas se aprecia en su mayoría que son de material constructivo madera con cobertura de calamina, como también el uso de otros materiales como polietileno, en otros casos láminas de metal que fuera desecho de coberturas, sin embargo, la capacidad económica diferencia el uso de material noble y precarios en muchas de ellas. De esta observación visual encontramos que no se tiene ninguna vivienda construida con adobe, tapial, ladrillo crudo u otro cercano al tipo de producto que estamos fundamentando el uso masivo, como solución a la problemática de materiales factibles de ser usado en la modalidad de construcción y autoconstrucción.

Para este objeto se ha consultado numerosos artículos desde la normativa de construcción tal como es el RNE, textos alusivos al sistema planteado y especialmente la fuente de internet, donde se puede conseguir referencias y prácticas de uso en otros países.

Luego de la recopilación de la información del sistema se ha propuesto realizar los ensayos primeramente con los especímenes que se han producido y haber

sido estos sometidos a varias pruebas a fin de demostrar la factibilidad propuesta.

La madera como material de construcción para viviendas es de fácil ejecución, más aun tratándose que las viviendas del tipo autoconstrucción donde este material es empleado sin el tratamiento adecuado con los preservantes, como consecuencia los múltiples riesgos y peligro de incendio.

- Definición de objetivos y variables y la operacionalización de las mismas.

En la alternativa factible se debe encontrar una adición de estabilizantes a la tierra de la zona, para el efecto se toma la muestra y de los resultados encontramos que la clasificación de laboratorio es generalizada en la zona por lo que asumimos como base.

De esta manera podemos identificar los indicadores independientes y las dependientes, las independientes estará constituido por las proporciones de los aditivos a incorporarse según la metodología y las variables dependientes serán los resultados de esta composición encontradas durante los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

- Diseño del plan experimental.

Se sabe por las aulas universitarias que una de las metodologías del diseño de mezclas es la dosificación de los componentes por peso (también por volumen). Esta será el camino para poder realizar el presente experimento donde los componentes llamados materia prima tierra se pesarán con las características previamente definidas para cada espécimen a ser elaborada.

.

- Prueba de confiabilidad de los datos.

El resultado de la mecánica de suelos nos dará la humedad óptima a fin de conseguir la compactación necesaria.

De igual manera se pesarán los mejoradores o aditivos para su incorporación a la materia prima.

- Realización del experimento.

Se utilizará los moldes de madera a fin de comprimir de manera manual. Una limitación para la producción de estos especímenes es que no se tiene en la zona tampoco a nivel nacional las prensas para la fabricación de las piezas de BTC, este hecho es un indicador que en nuestro medio no se tiene difundido el uso de este sistema de construcción en comparación de países vecinos donde sí se venden estas prensas en diversas marcas inclusive las mecanizadas

- Tratamiento de datos.

Los especímenes serán sometidos a los ensayos de presión para comprobar la resistencia a presión por  $\text{cm}^2$ , para cada serie de combinación con lo que se tendrá la respuesta de las variables secundarias.

Finalmente, la gráfica en Excel dará una posible función de dependencia que puede servir como referencia practica para el diseño de las proporciones en la producción de los BTC.

### **1.5.1 Tipo de Investigación**

será una investigación aplicada - tecnológica, debido a que son conocimiento utilizados en la práctica de otras circunscripciones es decir países vecinos dentro del rubro de tecnologías de la construcción.

### **1.5.2 Nivel de investigación**

El nivel del trabajo está enmarcado de acuerdo a los objetivos como comprensivo, al explicar predecir y proponer el uso de los BTC y es de naturaleza propiamente experimental.

“En la investigación de enfoque experimental el investigador manipula una o más variables de estudio, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, un experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. Los métodos experimentales son los adecuados para poner a prueba hipótesis de relaciones causales” (1)

### **1.5.3 Método**

El método de esta investigación será de tipo experimental como ya fue manifestado y fundamentado, porque se manipulará las variables independientes, dependientes y se validará la situación experimental, para lo que se realiza la investigación documental, evaluación de las diferentes variables y visita al sitio para extraer las muestras con fines de fabricar los especímenes, se analizará cómo está la construcción y la autoconstrucción en el sector de la Joya de la ciudad de Puerto Maldonado.

## **1.6 Población y muestra de la investigación.**

### **1.6.1 Población**

Comprende los 12 especímenes obtenidos según la combinación de la mezcla 3 para cada ensayo.

### **1.6.2 Muestra**

Se utilizarán 3 especímenes de cada diseño de mezcla con los cuales se puede encontrar la tendencia del comportamiento.

## 1.7 Técnicas de procesamiento y análisis de Datos

Se tiene comprendido es qué relación existe entre las variables, cual es la tendencia para ello nos apoyamos en el análisis de las curvas que se obtienen a partir de los resultados del laboratorio de mecánica de suelos y se conocerá el modelo matemático del comportamiento de los BTC. En una hoja del software de Ms Excel 2010

Variable independiente	Proporción %	Indicadores
Adición de estabilizante (cemento)	5; 7.5; 10	Comportamiento de los bloques Tierra + cemento
Adición de estabilizante (cal)	5; 7.5; 10	Tierra + cal

Tabla N° 01 de proporciones aditivo/tierra

### 1.7.1 Instrumentos

Los documentos validados en el laboratorio donde se tiene los resultados de los ensayos serán las pruebas instrumentales para la formulación de los modelos matemáticos de inter relación entre las variables independientes y las dependientes. Se elaborará así mismo un panel de fotografías de todo el proceso como evidencias.

## 1.8 Justificación e importancia de la Investigación

¿Porque se tiene que realizar el experimento sobre la factibilidad de la construcción de viviendas en base sistema de bloques de tierra comprimida estabilizada?

Consideramos que no es suficiente una publicación sobre el uso del material que se propone aun cuando este tenga los resultados satisfactorios en otras partes. La aplicación práctica y su demostración en el lugar como es el caso, será la que

conduzca al pleno conocimiento de las bondades de este sistema propuesto y ser de aplicación inmediata al utilizar la tierra como materia prima de lugar, la demostración que se tiene será así mismo extensiva para otras partes de la región y porque no a las demás, si a ello incrementamos otros materiales haciendo mixto el sistema (cosa que no está dentro del proyecto actual), lo que dejamos abierto para las siguientes investigaciones.

Por tanto, consideramos que el presenta trabajo será el inicio de la introducción de este sistema en nuestra región, al darse a conocer de manera práctica y experimental los resultados obtenidos a partir de los ensayos irrefutables de laboratorio.

La masificación del uso de este sistema cambiara el aspecto general de la presentación de las viviendas, serán confortables para los ocupantes, menor riesgo de incendios al no ser combustible, térmicos, y también económicos, de fácil elaboración, amigable con el medio ambiente al no crear escombros al finalizar su periodo de vida, y se disminuirá la tala de árboles.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

- 🇨🇺 Alex Vladimiro Pinos Coronel- Cuenca mayo 2015- TESIS PREVIA A LA OBTENSIÓN DE GRADO DE MAGISTER EN CONSTRUCCIONES (MSc) “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL EFECTO DEL MORTERO DE PEGA SOBRE PROBETAS DE MURO DE LADRILLO DE TIERRA COMPACTADA BAJO ESFUERZOS DE COMPRESIÓN AXIAL” UNIVERSIDAD DE CUENCA- ARGENTINA

#### CONCLUSIONES:

- 1.- El trabajo fue desarrollado en la Cuenca de la república Argentina, Indica que en el medio donde se estudia este sistema no existe estudios que puedan mostrar las propiedades físicas ni mecánicas de los mismos, sin estos su uso no puede ser respaldado para un análisis técnico o un análisis estructura adecuado
- 2.- Define así mismo que ladrillo es cuando sus dimensiones y peso permiten que sea manipuladas en el proceso constructivo con una sola mano, de no ser así se denomina bloque

🇨🇴 Jhon Fredy Osorio Cadona- Manizales – TESIS DE MAESTRIA EN MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO “EL CONSUMO SOSTENIBLE DE LOS MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDA” UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES.

Conclusiones:

1.-El desarrollo de la tesis fue para optar el grado de magister en la universidad de Colombia en la sede Manizales, el trabajo fue tomando como referencia las normas españolas, teniendo como objetivo obtener mediante datos de campo y bibliográficos la energía consumida por los materiales de la construcción necesarios para la realización de la vivienda.

2.-tiene como objetivo conocer cuales tipologías de vivienda empleadas en la ciudad de Manizales tienen una construcción más armónica con los principios del desarrollo y consumo sostenible donde se consuman menores volúmenes de energía durante el ciclo de la vida de sus materiales y donde se observe desde un marco referencia más aproximada a la realidad ambiental.

🇨🇧 Bauru, SP; UNESP/PROTERRA 2011. 79p.- REVISTA, PRO TERRA, RED IBEROAMERICANA PROTERRA “TECNICAS DE CONSTRUCCION CON TIERRA, Disponible en <http://www.redproterra.org>; consultado en marzo 2016

Conclusiones:

En este trabajo encontramos varios artículos cada cual con sus colaboradores que refieren desde su punto de vista las bondades del uso de la tierra como material de construcción.

1.- Podemos encontrar técnicas de cómo identificar y seleccionar los suelos

2.- describe las técnicas de la fabricación de adobe en un artículo de la revista

3.-Bloque de tierra comprimida- BTC, autora Celia Neves; Ana Paula Milani

4.- Técnicas mixtas Lucia Esperanza Garzón

🚩 Juan Carlos Calderón Peñafiel, - Tesis de maestría – Línea de construcción y nuevas tecnologías MARSTER OFICIAL UNIVERSITARI “TENCOLOGIA A L’ARQUITECTURA” UNIVERSITAT POLTECNICA DE CATALUNYA

Conclusiones:

1.- encontramos la historia de los bloques de tierra, así mismo se manifiesta que la tierra fue el material más importante y empleado en la construcción de viviendas a lo largo de la humanidad, y que dentro de la variación encontramos a los bloques de tierra materia del trabajo.

2.- hace referencia a las construcciones que aún existen y trasciende como son las murallas chinas. La ciudad de tierra Shibam Yemen con 9 pisos con material adobe. Así como la ciudadela de Arg-é Bam la mayor construida con adobe data con más de 2500 años de antigüedad. Se muestra también Chan Chan Perú vestigios de segunda ciudad más grande de mundo construida con adobe.

3.- el trabajo es muy interesante porque tiene una recopilación de las normas internacionales clasificados cronológicamente por países lo que sirve de referencia es así que dentro de las normas técnicas peruanas se encuentra la NTP E 080 de año 2000, así tenemos también que la última del 2010 es la ASTM E2392 M10 de EEUU.

4.- se muestra así mismo que del 100 por ciento de normas del uso de la tierra el 53.13 % se refiere a los bloques de tierra comprimida, 21.88% al adobe, 14.06% para tapial y otras normativas 10.94 %. Lo que demuestra que la mayor parte de normativas en el mundo tratan sobre BTC, adobe y tapial.

En este trabajo encontramos que en la zona donde se hace el experimento no se tiene la arcilla en su clasificación CL como es en nuestro medio por lo que hacen una combinación de materiales a fin de aproximar a la composición granulométrica de los suelos, este hecho hace que se aproxime a los márgenes de la curva Huso del diagrama de texturas de las tierras norma UNE 41410 España.

📌 Arq., Marta Mompó García- fecha 22/06/15 13:01.- REVISTA: ARQUITECTURA SOSTENIBLE, Construcción sostenible: Bloques de tierra comprimida BTC

Conclusiones:

La revista hace referencia del proceso de elaboración de los bloques de tierra comprimida, explica la fuente de donde se debe extraer el material, la literatura indica que en fechas 25 – 26 – 27 de junio 2014 se llevaría a cabo un Taller Cátedra UNESCO Arquitectura de tierra en colaboración con Algemesi.

📌 Jaime Jesús Falceto, Madrid Marzo 2012- TESIS DOCTORAL, “Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción. Tesista: de la UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS AGRONOMOS

Conclusiones.

El trabajo es bastante extenso y detallado, describe la tierra como material de construcción y su estabilización.

1.- Los procedimientos de ensayos deben ser homologados a nivel internacional, para poder comparar la calidad de los productos de tierra que se fabrican en cada país.

2.- Es necesario realizar el ensayo de corrosión sobre al menos 3 muestras, para evitar que influyan posibles desperfectos en el resultado final.

3.- Es necesario adaptar el área de aplicación, según el tamaño de muestra a ensayar, verificando siempre que el área de aplicación sea mayor que el área de la cara del BTC.

4.- Las variables tiempo, distancia y presión de aplicación influyen en mayor grado en los bloques sin estabilizar que en bloques estabilizados. Por lo tanto, es necesario homogenizar en los bloques estabilizados esos parámetros de ensayo.

🇬🇲 Jorge Omar Tercero Fernández- octubre 2013- TESIS: "DOCUMENTO DE APOYO SOBRE LA UTILIZACION DE BLOQUES DE SUELO COMPRIMIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL EN GUATEMALA", tesita;, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE ARQUITECTURA, GUATEMANLA,

Conclusiones:

1.- Se puede fabricar un producto de calidad, con alto desempeño estructural y con calidad total, sin llegar a procesos automatizados de alto costo que requieren de mano de obra especializada; por lo que el sistema de bloques de suelo comprimido es apto para fabricación de viviendas de interés social, además este sistema puede ser implementado en toda la República de Guatemala.

2.- El sistema de bloques de suelo comprimido es un sistema que, tanto en nuestro medio país como en nuestra facultad, no le han tomado el interés adecuado puesto que en otros países es un sistema de construcción que se utiliza para la construcción de viviendas; por lo que este documento de apoyo será de mucho interés y apoyo a los estudiantes, catedráticos y cualquier otra persona que quisiera aprender a utilizar este sistema

3. Al fabricar bloques de suelo comprimido, con un buen control de calidad, se obtienen bloques de alta calidad los cuales superan el aspecto económico, confortable y de resistencia mínima adecuada para la construcción
4. El manual de bloques de suelo comprimido es una herramienta que da a conocer este sistema constructivo, que en Guatemala no ha sido implementado, pero aun así es un sistema que puede venir a contribuir mucho a la población, ya que es económico, ecológico, confortable, seguro y sobre todo que es un sistema de autoconstrucción
5. La auto-construcción del sistema de bloques de suelo comprimido ayudará a las personas de escasos recursos puesto que se evitarán la mano obra calificada y por ende un ahorro a la hora de construir.
6. Con este documento de apoyo se propone una solución adecuada, económica y con los estándares de calidad requeridos para la construcción de viviendas de interés social.

🇲🇽 BRAULIO GRACIA FAVELA- Tesis Doctoral- MUCILAGO DE NOPAL (*Opuntia spp.*) SOBRE PROPIEDADES MICROMORFOLOGICAS Y ESTRUCTURAS DEL SUELO EN TRIGO- COLEGIO DE POSTGRADUADOS, INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CAMPUS MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO.

Conclusiones:

Los efectos del aporte de mucilago de nopal sobre las propiedades físicas de suelos arcillosos como los vestisoles, son perceptibles en periodos de tiempo relativamente cortos.

Con relación al testigo, las imágenes para el suelo con textura arcillosa sugieren un cambio en el arreglo estructural en los tratamientos a los que se les aplico mucilago de nopal en 10, 40 y 80% en los tres muestreos

analizados. Además, en estas se observa que el arreglo estructural del testigo permanece sin cambio, en el suelo testigo ( sin mucilago) se observó una estructura masiva, característica común de los suelos arcillosos compactados. El arreglo estructural cambio en los suelos tratados, ya que el agrietamiento disminuyo gradualmente conforma se incrementó la dosis de mucilago y una mayor proporción de agregados menores se hicieron presentes, particularmente en el suelo tratado con 80% de mucilago de nopal. La aplicación de mucilago de nopal no tuvo efecto sobre la agregación en el suelo con textura arenosa, ya que los suelos con altos contenidos de arena no permiten la cohesión de las partículas, limitando a agregación.

 Karen Tatiana Arteaga Medina, Oscar Humberto Medina, Oscar Javier Gutiérrez Junco; 23 agosto de 2011, REVISTA FACULTAD DE INGENIERÍA, UPTC, JULIO-DICIEMBRE DE 2011, VOL. 20, NO. 31  
Bloque de tierra comprimida como material constructivo

Conclusiones:

1.- en uno de los párrafos encontramos la afirmación del uso de los BTC como “El bloque de tierra comprimida (BTC) es de fácil producción, y su utilización es una técnica de mayor eficiencia y rapidez; para que su desempeño estructural tenga mayor estabilidad se mezcla con una parte de cemento y arena, y se realizan ensayos para determinar los límites de consistencia y granulometría. Los bloques se pueden fabricar con diversas geometrías, desde bloques macizos hasta mejorando la unión estructural.” (Cuarto párrafo de la introducción CEDEC 57)

2.- Refiere a procesos heterogéneos con la adición de consolidantes como la cal; adición de fibras de origen vegetal; la adición de impermeabilizantes como grasas de origen animal o vegetal, recomendando las cantidades para que no interfieran el comportamiento de las arcillas.

3.- Se da a conocer que el Claustro Santa Clara la Real se realizaron bloques de tierra comprimida con el material reciclado para la restauración afirma que las tierras utilizadas es de carácter limo arenoso de plasticidad baja y de color café de clasificación ML.

🚩 Héctor Hugo Rodríguez; TRABAJO FINAL DE TESIS “APLICACIÓN DE LA PIEDRA TOBA Y ADOBE DE SUELO CEMENTO A LA MANPOSTERIA EN LA CONSTRUCCION”, MAESTRIA EN DESARROLLO LOCAL; UTN SAN RAFAEL- UNIVERSIDAD NACIONAL DE GENERAL SAN MARTIN

Conclusiones:

1.- En este trabajo el autor hace referencia de uso de la toba como elemento de construcción, debido a que solo se utiliza para casos ornamentales.

2.- En la segunda alternativa plantea, elaboración de los bloques de suelo cemento y hace las reflexiones sobre el uso “Reducido cambio volumétrico, por absorción o pérdida de humedad.

. Excelente acabado. Aristas firmes.

. Inalterabilidad al sumergirlo en agua.

. Resistencia a la compresión similar y hasta superior a la del ladrillo común de arcilla cocida.

. Economía. La producción de este material ocupa casi exclusivamente recursos locales, en cuanto a mano de obra y materia prima, lo que permite reducir los costos.

Con la simple incorporación de arena se consiguen suelos artificiales que pueden ser estabilizados con cemento. Sólo es necesario realizar el reconocimiento del tipo de suelo con el que se va a trabajar, para definir la necesidad o no de la incorporación de arena y determinar el porcentaje de cemento a utilizar.

La relación 9 partes de suelo – 1 parte de cemento brinda óptimos resultados.

La construcción de la bloquera con tres moldes permite incrementar la producción

🚩 Rubén Salvador Ruox Gutiérrez, José Adán Espuma Mujica.- publicación de Tesis Doctoral “Bloques de Tierra Comprimida adicionados con fibras naturales”- Universidad Autónoma de Tamaulipas, Primera edición; noviembre 2012- México

Conclusiones:

1. Con respecto a las pruebas de absorción y permeabilidad se comprobó también un mejor comportamiento de los btc realizados con prensa hidráulica, ya que se obtuvo una reducción de 23.12% en los btc fabricados con este tipo de prensa y en cuanto a la permeabilidad se consiguió una reducción del 47.09 por ciento.
2. La mejora que presentan los btc al adicionarles la fibra es:
  - En la resistencia a la compresión se obtuvo un incremento medio de 1.94% en estado seco, mientras que en estado húmedo sin embargo se obtuvo un decremento medio del 5.60 por ciento. Con referencia a los resultados obtenidos en los ensayos a flexión se llegó a conseguir unos valores de 13.8% superiores en el btc reforzado con 2% de fibra con respecto al que no fue reforzado.
  - El comportamiento ante la absorción y la permeabilidad de los btc reforzados con fibra no fue bueno. El incremento medio de la absorción fue del 36.7 por ciento. Así mismo se incrementó de forma notoria la permeabilidad, debido a que la fibra deja huecos en el bloque y permite la introducción del agua; el incremento medio fue del: 172.4 por ciento.
    - Con respecto a la densidad, la variación de peso no fue apreciable, ya que la fibra si bien no representa aumento en un el peso del tabique, tampoco disminuye notoriamente el peso de la pieza.

- Las pruebas químicas demostraron que la fibra de coco no varía los valores de resistencia a los ácidos, ni a los álcalis, ni facilita la generación de bacterias.

Recomendaciones: El 100% de los muros presentó un buen comportamiento a la intemperie, tanto recubiertos como no recubiertos

## **2.2. BASES TEORICAS**

### **2.2.1 MARCO HISTÓRICO**

Al revisar la historia encontramos que nuestros antepasados requerían tener cobijo donde guarnecer, de las inclemencias del tiempo, es así que ocuparon cavernas naturales y posteriormente los ampliarían según la necesidad creciente.

El hombre como un ser netamente social al formar colonias tenían necesidad de viviendas aun en su condición de nómades, a medida que los alimentos se alejaban tuvieron que acomodar sus estancias temporales a las necesidades diarias tanto de protección de los peligros inminentes, y posiblemente al crecer la población; el descubrimiento de la agricultura insipiente y con los problemas como de protección han tenido que pasar a ser sedentarios, esta condición hace que tuvieron que idear viviendas precarias, con materiales de su alcance

En estas condiciones se encuentra que utilizaron materiales de su entorno lo más cercano posible y de naturaleza similar a las cavernas naturales de elementos como la tierra, las rocas entre otros.

Solo como ilustración citamos algunas referencias como:



Cueva de los casares con antigüedad de 50,000 años (conjunto arqueológico de los casares  
fuente; [www.turismoctillalamancha.es/patrimonio..](http://www.turismoctillalamancha.es/patrimonio..))



Cueva de las ventanas, (Viñar España) (disp.:[www.andalucia.org/..monumentos](http://www.andalucia.org/..monumentos))



Cueva de las tres ventanas (fuente, Perú prehistórica – Pariacaca, [www.tripadvisor.es/LocationPhotoDirectLink-g](http://www.tripadvisor.es/LocationPhotoDirectLink-g))



Primitiva vivienda (fuente astures España)

## CONSTRUCCIONES EN TIERRA PRECOLOMBINA



Muros de la cultura Chan Chan (Chimú La Libertad Perú; disp.: <http://chanchaninfo.blogspot.pe/2008/10/nuestro-patrimonio.html> )





Fuente (<http://chanchaninfo.blogspot.pe/2008/10/nuestro-patrimonio.html> )

CONSTRUCCIONES DE ADOBE EN LA ZONA URBANA LOCAL ACTUAL



Construcción de adobe en Puerto Maldonado (Jr. Cusco 1ra cuadra Fuente propia)

Las ilustraciones de vivienda son en base al uso de la tierra como material de construcción, las ilustraciones siguientes son las viviendas construidas en base a la madera que se considera de riesgo para incendios como ocurrió en varias oportunidades en nuestro medio los que no citaremos.



Viviendas autoconstruidas madera natural sin tratamiento (La Joya fuente propia)



Viviendas de madera preparada (La Joya fuente propia)



Viviendas en las zonas de posible inundación (sector Tambo pata fuente propia)



Casas con arquitectura moderna tipo palafito zona baja (condominio Tambo pata fuente propia)

En la localidad ni en la región no se encuentra desarrollado el sistema de construcción que se presenta como factible.

No obstante, encontramos abundante información al respecto, como el plasmado en la literatura que el arquitecto François Cointeraux, fue el que experimento y produjo el primer bloque de tierra comprimida a inicios del siglo XIX en Europa.

Como se ha mencionado el presente trabajo nace de la observación del sistema constructivo con los materiales de la zona como es la madera en cualquier presentación y es generalizada en la región selva.

El uso de tierra cruda en el sistema constructivo mundial tiene plasmado en sus estudios que se traducen en normas por cada país por ello encontramos un numero de ellas en los países como, Brasil, Burkina Faso, Camerún, Colombia EE.UU, España, Francia, India, Kenia, Nueva Zelanda, Italia, Turquía, Zimbabue.

## **MATERIALES MÁS COMUNES PARA LA AUTOCONSTRUCCIÓN EN MUROS**

En Perú los materiales utilizados para la autoconstrucción especialmente de muros en las viviendas dependiendo del sector social se realiza con: Diversos materiales incluso de desecho

- ) Lámina de cartón
- ) Lamina de asbesto o metálica
- ) Carrizo, bambú o palma
- ) Embarro o bajareque
- ) Madera
- ) Adobe
- ) Tapial (zona sierra)
- ) Ladrillo crudo (zona costa)
- ) Bloques de concreto hueco (bloquetas)
- ) Muros de piedra y mortero de barro
- ) Tabique, ladrillo, block, piedra, cantera, cemento o concreto.

Otros materiales

Y en la zona de estudio son predominantes:

Madera sin tratamiento

Madera rollizo

Plástico (polietileno)

### **2.2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA BTC**

Los Bloques de Tierra Comprimida (BTC) son un moderno descendiente del adobe o también llamado bloque de barro moldeado, con la diferencia que los BTC son comprimidos. Esta técnica tiene mucho tiempo de elaborarse, los primeros prototipos fueron realizados con prensas de madera desde el siglo XVIII en Francia. Sin embargo, el antecedente más válido en la producción de BTC para propósitos constructivos fue a partir de 1952, con el invento de la prensa CINVA-RAM desarrollado por el Ing. Raúl Ramírez. El nombre responde a las iniciales del Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento las letras RAM, se cree que es la abreviatura de su nombre. (Albuquerque, 2009)

La construcción con tierra es poco usada en la actualidad debido a la falta de difusión e investigación, y a que es relacionada con la pobreza; por ende, se desaprovechan muchas de sus ventajas, como la abundancia de materia prima, la localización, la disponibilidad, el reciclaje, la producción sin consumo de energía (calorífica), el bajo costo, otras de sus ventajas son el aislamiento térmico y acústico. Con el paso del tiempo se han mejorado las técnicas constructivas con tierra, realizando estabilizaciones e implementando el uso de maquinaria y herramienta mecánica para elaborar bloques de tierra comprimida, y así facilitar el trabajo y obtener mayor rendimiento. (Arteaga et al., 2011)

El BTC estabilizado es una importante alternativa viable en el ámbito de la construcción, dado las características intrínsecas de este material y las rigurosas investigaciones científicas realizadas a nivel internacional lo avalan, permitiendo garantizar la gran calidad de esta técnica constructiva, sin embargo, hace falta difundir, capacitar esta técnica a la comunidad para que lo conciben como una opción constructiva. (Etchebarne et al., 2006)

## CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA BTC

El bloque de tierra comprimida es un producto similar en su materia prima al adobe (o bloque moldeado) pero diferente en su proceso de fabricación, lo que también le confiere unas propiedades distintas.

<b>ADOBE</b>	<b>BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA</b>
Moldeado (mezcla de barro)	Prensado (mezcla de tierra húmeda)
Estabilizado generalmente con fibras o asfalto	Estabilizado generalmente con cemento o cal
Secado al sol	Curado

Tabla N° 02 Comparación entre adobe y BTC

### **Definición de estabilizante:**

Un estabilizante es un material que como su nombre lo indica va a permitir mejorar las características físicas del suelo, ya sea aumentando la resistencia a la compresión, a la tracción, o bien reduciendo las fisuras provocadas por la retracción de la arcilla. (Aranda, 2009)

### **Tipos de estabilizantes:**

Según Minke (2005) los estabilizantes pueden ser de origen vegetal como: fibras, savias, de origen animal: pelo de animal, estiércol de caballo, o bien de origen mineral. A continuación, se mencionarán los estabilizantes minerales más comunes:

### **Estabilizantes minerales:**

Los estabilizadores que reaccionan bien para suelos con poca cantidad de arcilla son el cemento y el bitumen. Y el estabilizador que es bueno para suelos arcillosos es la cal, sin embargo, dependerá del tipo de arcilla. (Minke, 2001)

Cemento: Este actúa como estabilizador contra el agua en suelos de bajo contenido de arcilla. Mientras mayor sea el contenido de arcilla, más cemento se necesita para alcanzar el mismo efecto de estabilización. (Minke, 2001)

Cal: El intercambio de iones ocurre en el barro con cal como estabilizador si existe suficiente humedad. Los iones de calcio de la cal se intercambian con los iones metálicos de la arcilla.

## **Agua**

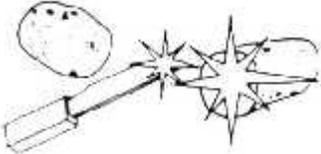
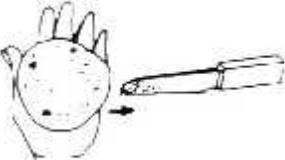
La cantidad de agua a agregar a la mezcla dependerá del contenido natural de humedad que posea la tierra utilizada. Lo correcto es guiarnos por el Contenido de Agua Óptimo (CAO), que es determinado por la prueba de Proctor, que nos indica la humedad óptima de compactación de un suelo, aquella que nos permite alcanzar la densidad más elevada, es decir, los bloques más pesados.

De una manera práctica podemos determinar la humedad óptima mediante la Prueba de la Bola. Se toma una porción de tierra mezclada con agua y se amasa una pelota de 5 cm de diámetro, se la deja caer de una altura de 1,2 m. Si se disgrega completamente significa que necesita más agua. Si se aplasta sin desarmarse, la mezcla tiene más agua de la necesaria. Si se desarma en pocas partes (3 o 4) la mezcla tendrá la humedad óptima.

La mezcla deberá ser siempre húmeda, no pastosa ni diluida; en general la humedad óptima anda en el entorno del 12 %. Una forma práctica de ir ajustando la humedad de la mezcla es, nuevamente, por ensayos sucesivos, pesando los bloques a medida que se van confeccionando. Por ejemplo, se confeccionan 10 bloques con una cierta dosificación de agua y se obtiene su peso medio. Posteriormente se fabrica una segunda partida con un contenido de agua mayor pesándose nuevamente.

**Tabla. Pruebas de Campo para la selección de suelo.**

<b>PRUEBAS DE CAMPO</b>			
<b>IMAGEN DE REFERENCIA</b>	<b>DE</b>	<b>TIPO DE PRUEBA</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
		Prueba Visual	El suelo seco se examina a simple vista para estimar la cantidad de arena y fracciones finas. Las piedras grandes, grava y arena gruesa se eliminan con el fin de facilitar la evaluación.
		Prueba de olor	El suelo debe ser olido inmediatamente después de la eliminación de las partículas antes mencionadas. Si huele a humedad es que contiene materia orgánica. Este olor se hará más fuerte si la tierra se calienta.
		Prueba Táctil	Después de la eliminación de los granos más grandes, se desmenuza el suelo frotando entre los dedos y la palma de la mano, se podrán detectar los diferentes tipos de suelos:  Arenoso: si la sensación es áspera y cuando esta húmeda no tendrá cohesión.  Limoso: si da una sensación ligeramente áspera y es moderadamente cohesivo cuando este humedecido-

		<p>Arcilloso: si cuando se seca contiene nódulos o concreciones, que se resisten a la trituración y si al humedecerlo la mezcla se siente muy chiclosa.</p>
	<p>Lustre de prueba</p>	<p>Se hace una bola con suelo húmedo y se corta en dos con un cuchillo. Si la superficie recién revelada es aburrida, el suelo será predominantemente arcilloso. Una superficie brillante en el otro lado indica la presencia de un suelo arcilloso plástico.</p>
	<p>Prueba de Adhesión</p>	<p>Una pelota de plástico un poco húmedo de la tierra se prepara y un cuchillo se ha quedado atascado en ella. Cuando se retira el cuchillo, un poco de tierra se puede pegar en la hoja: un suelo gravemente o arenosos que no se pegue, un suelo arcilloso se pega un poco y un suelo arcilloso se pegan mucho.</p>
	<p>Prueba de Lavado</p>	<p>Lávese las manos con el suelo ligeramente humedecido. El suelo es de arena si las manos fácilmente enjuaguen limpio. El suelo es limoso sí parece ser muy pegajoso y las manos se pueden aclarar limpio con dificultad. El suelo es arcilloso si se da una capa fina y las</p>

		manos pueden ser enjuagadas con bastante facilidad.
--	--	---

Tabla N° 03 Fuente: CONSTRUCCION CON TIERRA: ENSAYOS DE CAMPO. JUAN BORGES RAMOS, Universidad de los Andes Facultad de Arquitectura y Diseño Mérida - Venezuela Abril 2010, fecha de consulta Junio 2016

### Máquina Manual

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las máquinas manuales para la fabricación de BTC de diferentes dimensiones y formas de bloque. Dichas maquinas fueron encontradas.

**Tabla N° 01. Principales fabricantes de adoberas manuales (Colombia, para referencia porque no existe en el Perú)**

EMPRESA	FOTO	MAQUINA	PRODUCCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tecnoadobe		Adobera TA-100	550 pzas/jor (promedio) 700 pzas/jor (máximo)	Máquina de una cavidad 15x10x30cms con tolva
Industrial Joper		Adobera JIPP-1	800 pzas/jor	Máquina de dos cavidades 15x10x30cms y

				10x20x40cms, con tolva
Carvel Maquinaria		Adobera A1-C	800 pzas/jor  (8 horas)	Máquina de una cavidad  15x10x30cms
		Adobera A2-C	1500 pzas/jor unidades  (8 horas)	Máquina de dos cavidades  15x10x30cms, con tolva

Tabla N° 04 De fabricantes de prensas, Fuente: Elaboración propia.

Según los proveedores las maquinas manuales son más económicas que las hidráulicas, lo que permite tener mejor acceso a la compra de este producto en grandes cantidades, sin embargo, el rendimiento visto es mucho menor a una máquina hidráulica.

### **Máquina Hidráulica**

En el estudio sobre BTC adicionado con fibras naturales se tiene mejores características los realizados con la prensa hidráulica que con la manual. A esta conclusión se llega porque los fabricados con la prensa hidráulica obtuvieron incrementos de resistencia a la compresión simple en estado seco de 272.7% a la primera grieta y de un 249.2% a la rotura total y a la flexión tuvieron un incremento del 191.1% con respecto a los fabricados con la prensa manual. (2). (Roux G. & Espuna M., 2012)

Asimismo, en la prueba de compresión en estado húmedo de los BTC fabricados con prensa hidráulica tuvieron incrementos del 188.9% a la primera grieta y de 191.1% a la ruptura total, por arriba de los fabricados con prensa manual. Además, en las pruebas de absorción y permeabilidad se comprobó también un mejor comportamiento de los BTC realizados con prensa hidráulica.

Los resultados obtenidos con los BTC fabricados con prensa hidráulica son mucho mejores que los obtenidos con los BTC fabricados con prensa manual. (Roux G & Espuma M., 2012)(2). (Roux G. & Espuna M., 2012)

ASPECTOS	Máquina Manual		Maquina Automática		ANOTACIONES
	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Desventaja	
Costo	Bajo				Costo de adquisición
Entrega	Rápida				
Peso	Poco				Entre menor peso se puede mover más fácilmente
Tamaño	Pequeño				Entre menor tamaño es más fácil su almacenamiento
Operación de la Máquina	Simple				Entre más simple cualquier persona puede manipularla
Limpieza	Fácil				Entre más fácil de limpiar y lubricar la misma persona puede hacerlo
Consumo de energía	No				
Presión de compactación					
Rendimiento o Producción					
Presión de Compactación					
Regularidad de los bloques					

Tabla N° 05, Comparación de máquinas manuales y automáticas, fuente elaboración propia

## **Desventajas**

Baja producción, teniendo como rendimiento de 40 a 150 bloques por hora, para lo cual es necesaria otra máquina para tener un rendimiento aceptable

Poca presión de compactación, de 0.5 a 2.5 N/mm<sup>2</sup>, lo que significa que, si la tierra no es demasiado buena, los bloques saldrán débiles

Tendencia a salir bloques irregulares, ya que dependerá de la compactación y del relleno, operaciones que se hacen manualmente.

El rendimiento de la maquina es baja, lo cual se verá afectada por el cansancio del operario.

Ventajas Prensas automáticas:

Rendimiento muy alto, de 200 a 1500 bloques por hora

Presión de compactación uniforme, de 4 a 24 N/mm<sup>2</sup>, de aquí que si la tierra es muy buena, saldrán bloques con excelentes características.

Calidad uniforme de los bloques, ya que se hace de manera automática y, por lo tanto, siempre de la misma manera.

Reducción del trabajo manual y, por lo tanto, ahorro de jornales.

Desventajas:

Capital inicial y costos de explotación altos.

Tiempo de entrega largo.

Maquinas muy pesadas, que necesitan de otras máquinas para ser transportadas, lo que encarece todavía más la máquina.

Necesidad de un especialista para utilizar la máquina.

Necesidad de un especialista para mantener y reparar la máquina, piezas de recambio caras y difíciles de conseguir.

Dependencia de la energía que llega al lugar donde se ha de utilizar la máquina.

En resumen:

Las máquinas pequeñas y de fácil utilización son las más adecuadas para:

- J Cuando los recursos económicos sean limitados.
- J Por proyectos de zonas aisladas y que no tienen la infraestructura necesaria.
- J En lugares o construcciones pequeñas con espacio limitado.
- J En áreas con poca precipitación, desaparece así el peligro de absorción del excedente de agua.
- J Por edificios de una sola planta, donde la calidad de los bloques es menor importancia.
- J En lugares donde la auto-ayuda a la hora de construir es importante.
- J En lugares donde un empresario con poco capital y trabajadores inexpertos, produzcan bloques para el mercado local.

Por otro lado, las máquinas automáticas son las mejores cuando:

- J Los recursos económicos son suficientes
- J Cuando se necesita una producción alta y por mucho tiempo
- J Por proyectos donde se necesite una calidad del bloque elevada.
- J En lugares donde la energía para abastecer la maquina sea suficiente, y su conservación y reparación se pueda hacer sin problemas.

) En lugares donde la mano de obra sea cara o no tengan.

En el caso de operaciones de asistencia en desastres, donde se necesite una ayuda eficiente y rápida y un material a buen precio y en cantidad

## **CAPITULO III**

### **PRESENTACION, ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS**

#### **A) LA MATERIA PRIMA LOCAL**

##### **CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS (para uso de BTC)**

Aspecto geológico, conforme se encuentran en la bibliografía consultada los suelos de la amazonia peruana son del tipo de suelos tropicales que en el mayor número de formaciones reconocidas se encuentra en el mesozoico y en cenozoico de origen relativamente recientes. Al respecto se refiere desde el precámbrico, en el límite de las eras Paleozoicas y Arcaica, que en la parte baja de la selva baja se encuentran predominantemente las rocas sedimentarias del terciario y cuaternario y están constituidas principalmente por areniscas, lutitas y arcilla.

Parte de la meseta de la zona llana se encuentra terrenos del tipo aluvial con capas de rocas del tipo rodado y sobre ellas capas de naturaleza arcillosa de espesores variables por zonas apoyadas sobre la roca madre en permanente proceso de deterioro (se puede visitar a la zona de la cárcava del Tropezón)

Los suelos en la provincia de Tambo pata y en la Joya, son atendiendo a la granulometría como suelos de grano fino de naturaleza arena arcillosa que según SUCS seria del tipo, SM, SC, ML, CL, MH, a clasificar en laboratorio.

## SUELOS ARCILLOSOS

Los suelos arcillosos suelen tener un mal drenaje es decir forman charcos en las pequeñas depresiones durante días después de una lluvia, esta característica en algunos casos es aprovechada para impermeabilizar zonas que se debe mantener la estanqueidad la mayor parte del tiempo como ocurre para las represas naturales construidas en las cordilleras con el objeto de regular el caudal de los ríos con fines de riego, cuando salimos al campo en nuestra zona y a la precipitación mínima de lluvias se ve el aniego y lleva bastante tiempo para ser evaporada o filtrada al subsuelo, si la zona esta descubierta de plantas como encontramos en los pastizales de pastoreo o los lugares destinados a la agricultura la acumulación de esta agua superficial se escurre creando surcos y de esta manera se puede encontrar pequeños cauces que son efecto de la erosión rápida con la pérdida de volúmenes transportados. Las tierras del nuestro medio son resistentes en condiciones de poca humedad o secas y son tan duras que tienden a fisurarse la superficie que muestran grietas por efecto de la contracción.

“La región de Madre de Dios se encuentra dentro de la zona geo edáfica más extensa de la selva baja peruana por debajo del nivel de los 500mmsnm, con predominancia de suelos ácidos con baja fertilidad, que dependiendo de su grado de drenaje pueden ser fluviosoles o gleisoles” (minagri.gob.pe)



Fotos fuente propia

## **SUELOS ARENOSOS**

Estos suelos se secan muy rápidamente, no almacenan agua, son pobres en nutrientes pues la lluvia hace que estos pasen a capas más profundas, tienen más aireación es decir tienen mayor porosidad, este tipo de suelos no son muy comunes en la zona de estudio.

Sin embargo, podemos encontrar zonas con mayor porcentaje de arena y se reconoce por ser más sueltos estos terrenos no obstante dejan de ser arcillosos, en todo caso ocupan casi el mismo rango de arena arcillosos.

## **ESTABILIZACIÓN DE LOS SUELOS FINOS**

La estabilización desde nuestro interés es modificar el comportamiento físico o respuesta a los cambios de volumen por la variación de la humedad, que cuando no se controle a fin de evitar cualquier construcción por ligera que fuera y esté asentada sobre este tipo de suelos experimentará deformaciones por la variación volumétrica de la arcilla, y este de manifestar como respuesta a esta variación con presencia de grietas en los muros y levantamientos en el piso, la posibilidad de reducir estos cambios físico químicos se consigue con la adición de materiales tal es el caso de la cal, el cemento hidráulico, fosfatos, sales de aluminio y los polímeros, habiéndose conseguido reducir variar los índices, compactación, resistencia al esfuerzo cortante y con el incremento de las variaciones volumétricas hasta en el 40% respecto a la del suelo natural (revista Iberoamericana de polímeros- López Lara mayo 2010)

## **ESTABILIZACIÓN HETEROGÉNEA**

Es una técnica con la que se busca mejorar el comportamiento de los suelos ante la presencia de la humedad o el agua, el objeto es disminuir los efectos de retracción especialmente cuando se ha trabajado el material, y tiene que ser sometido a la evaporación del agua que fuera adicionado para ser trabajable, esto ocurre cuando

se fabrican o confeccionan los bloques moldeados llamados adobes, para cuyo fin se adicionan los llamados consolidantes entre ellos tenemos los limos, arcillas, cal.

Por otro lado, se tiene también el uso de fibras que ayuda a controlar el comportamiento de dilatación y retracción o contracción durante la fragua, esto ocurre por la adhesión de la tierra a las fibras formando redes al unirse, pudiendo ser estas fibras de origen vegetal, como paja, diferentes gramíneas, viruta de madera, cascaras de coco o de origen animal como la lana, crines de caballo, pelo de llama entre otras. Y actúan evitando la aparición de grietas durante el secado.

## **ESTABILIZACIÓN QUÍMICA**

Las investigaciones frente al comportamiento de los suelos para el uso según las necesidades, entrando desde el punto de vista su composición química y sus características físicas siempre en presencia del agua, especialmente en las construcciones de carreteras o explanadas, han inducido a las investigaciones del comportamiento de estos a nivel molecular llegando a estudiarse la respuesta ante la adición de productos químicos.

Dentro de los productos referidos se tiene principalmente dos grandes grupos de aditivos estabilizadores, los poliméricos y los derivados del petróleo emulsionado o sulfonados, estos son aprovechados porque tienen altas concentraciones de cargas electropositivas que al estar en contacto interactúan con las cargas negativas de los suelos arcillosos que tienen potencial de expansión alto y la capacidad de soporte bajo.

Las moléculas de agua son consideradas como dipolos alineados, aunque tenga una carga total neutra, sin embargo la distribución asimétrica de sus electrones hace que se comporte como un dipolo tal como ocurre en la práctica, por ello forman cadenas cuando el agua se pone en contacto con las partículas negativamente cargados creando varias capas alrededor de cada partícula de tierra actuando como

lubricantes entre las partículas de tierra con lo que se tiene una baja capacidad de soporte y alta expansión.

Al intercambiar los iones de los aditivos lo que ocurre es que se reducen el potencial electrostático de las partículas de suelos arcillosos disminuyendo su capacidad de absorción. (Partes tomada de la revista Iberoamericana de polímeros López Lara)

Cuando se quiera realizar estudios profundos sobre el suelo se adoptará metodologías apoyadas en laboratorios con la finalidad de reducir la característica de ser altamente plástico, y se deben medir varios parámetros como el pH y la conductividad. Cuando el uso de estos productos sea para estudios detallados o con fines de ampliar el uso de estos productos se medirán otros parámetros como la influencia de cationes valorados como el cadmio (Cd), Zinc (Zn), Cobalto (Co), cobre (Cu), cromo (Cr), Plata (Ag), plomo (Pb), Níquel (Ni).

De darse el caso que el método constructivo se aplique en escala considerable se plantea la posibilidad de realización de ensayos en obra entre los parámetros a medir sería:

El pH medir con el potenciómetro expresado en unidades de pH ( $\mu\text{pH}$ )

Conductividad con el método del sensor (conductímetro) expresado en micro o mili siemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  o  $\text{mS}/\text{cm}$ )

Sólidos disueltos totales (TDS) como residuo conductimétrico expresado en  $\text{mg}/\text{dm}^3$

Fosfatos ( $\text{PO}_4$ ) método del colorímetro expresado como fósforo en ( $\text{P}/\text{PO}_4$ )  $\text{mg}/\text{dm}^3$ .

Amonio ( $\text{NH}_4$ ): método colorímetro, expresado como nitrógeno de amonio en  $\text{mg}/\text{dm}^3$ .

Densidad (d) expresado como masa por unidad de volumen en  $\text{g}/\text{cm}^3$ .

El aditivo químico que se ha seleccionado se adicionara al agua faltante para llevar la muestra de suelo secado al aire a la humedad optima y se deja la muestra cerrada al vacío para evitar intercambio de humedad durante 24 horas para logra una humectación total, dejando secar luego al aire libre cual condición de obra.

En todos los casos se debe buscar aditivos que sean:

- De bajo costo, pues el método de construcción que se propone es justamente una alternativa para abaratar los costos de construcción del recurso utilizando la materia prima del lugar, (o se encuentren en el mercado local).
- Fácil de aplicación, no debe tener precauciones específicas para su manejo no debe causar impacto ambiental, que no sea inflamable, no dañino para la salud a personas y animales fácil de transportar y almacenar.
- Versátil, que se pueda combinar con otros productos de los métodos de estabilización que veremos más adelante, debe ser compatible y adicionar la capacidad buscada.

Esta práctica se utilizará cuando los terrenos sean predominantemente mayores de contenido de arcillas.

## **MECÁNICA DE SUELOS**

Definición: En ingeniería, la mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre. Ciencia fundada por Karl von Terzaghi a partir de 1925.

En el ámbito de la construcción se emplea para conocer el comportamiento frente a la aplicación de cargas, si la capacidad del suelo se minimiza frente a la aplicación de fuerzas puede que se deforme y se tenga consecuencias secundarias no determinadas durante o después de la construcción este estudio abarca también las averiguaciones de sus propiedades físico químicas del suelo por cierto son procedimientos empíricos que apoya a la práctica.

Para nuestro caso será con la finalidad de conocer parámetros especialmente de granulometría y estudios de consistencia, más no así para casos de cimentaciones superficiales o profundas puesto que la envergadura de las construcciones es de viviendas de un piso, para nuestro caso y en esta parte de la investigación de pregrado.

## **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Los parámetros que se buscaran en el presente estudio son principalmente aquellos que inciden en el comportamiento de los suelos denominados finos o granulares; y que se encuentran entre los finos tales como CL, SC, SM de la tabla clasificación SUCS. Los parámetros como límite líquido, límite plástico servirán para determinar la posibilidad de mejorar su comportamiento en base a la modificación de su comportamiento ante una eventual inundación donde los bloques podrían estar sometidos a riesgos por la absorción de agua y como ya se ha estudiado acarrearía la variación volumétrica, y para el caso se utilizara algunas tablas comparando los resultados encontrados en laboratorio a fin de que se tenga la certeza de estar en buen camino con el proyecto.

## **GRANULOMETRÍA**

Definición: se denomina clasificación granulométrica, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una forma sedimentaria, así como de los suelos, con fines de conocer el porcentaje de partículas retenidas en una cierta abertura de malla que se encuentran clasificadas progresivamente y que están marcadas con números de tamices, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas y el cálculo.

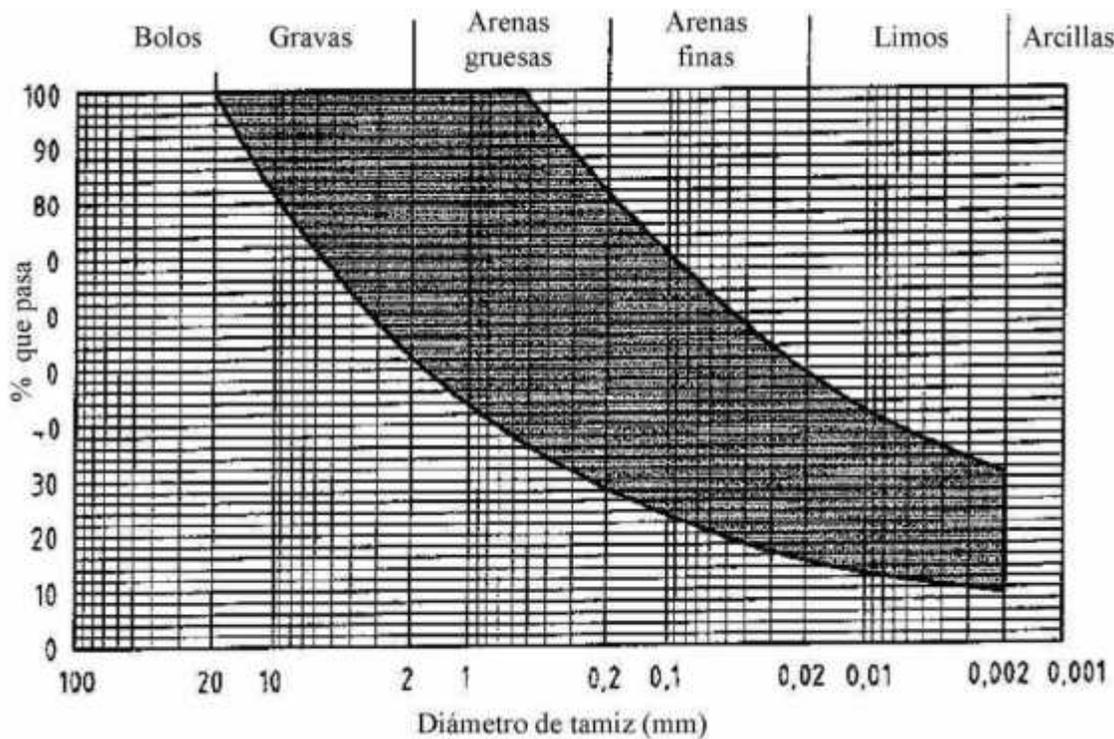
Es un método para conocer por medio de separación de partículas de la muestra sobre una pila de cribas graduadas (tamices) la distribución de las partículas de un suelo y se expresa en porcentaje con relación del peso de la muestra



Tamices para el ensayo de granulométrica de la muestra (fuente propia)

Estos resultados se tabulan y se presentan en forma de gráficos que se denominan curvas granulométricas. Esta clasificación es en base al diámetro de las partículas.

De la abundante bibliografía revisada encontramos que podemos apoyarnos sobre las consideraciones de la Norma española UNE N° 41410, donde se estima y recomienda un margen de los parámetros inferior y superior como esta mostrado en el cuadro siguiente, este parámetro servirá para tener en consideración los resultados de las muestras extraídas de la zona para ser clasificadas según la curva granulométrica y este a su vez superpuestas para estar seguros de la clasificación de los suelos del sector de estudio para el proyecto.



Recomendación de la Norma española N° UNE-41410, de bloques de tierra comprimida para muros y tabiques.

El gráfico anterior nos sugiere que los suelos según los ensayos realizados proviene de una serie de ensayos con adición de componentes granulares en laboratorio, es decir que los terrenos deberían estar dentro del área sombreada y ellos cumplen con las características para ser empleados en la elaboración de los bloques de tierra comprimida.

Encontramos que para la fabricación de los bloques de tierra comprimida se adaptan terrenos que en el ensayo de la granulometría se encuentre dentro del área sombreada, y se observa que es aceptada diámetros de grava de 20 mm de diámetro como máximo, incluye las arenas gruesas, las arenas finas e incluye a los limos con diámetros de 0,002 mm. La norma invocada naturalmente es en otra realidad donde no se encuentra arcillas por la formación geológica por tanto la conformación de los terrenos, se sabe también que la presencia de los granos gruesos o arenas gruesas incrementa a capacidad portante de las piezas de los

bloques y adobes así mismo evita la formación de fisuras por la evaporación del agua incluida a fin de trabajar los moldes,

La amazonia dentro de la clasificación de los suelos son en su mayoría clasificado dentro de los suelos finos, y la realidad de nuestra zona de estudio objetivo esta generalizada la presencia de limos y arcillas con proporciones pequeñas de arena exentas de gravas, y esta confirmada por los resultados de el laboratorio, que se muestra a continuación.

) Parte de los resultados de laboratorio, y nos indica que la muestra es una arcilla clásica, (CL).

### **ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ( ASTM D 1557)**

Se realiza este estudio a fin de conocer sobre la muestra el contenido de humedad óptima para la compactación máxima, lo que se tomara en consideración para el diseño de las muestras prototipo de los ensayos. (los resultados se han obtenido como apoyo en el laboratorio del Gobierno Regional de Madre de Dios).

Contenido óptimo de humedad = 13.71 %

Densidad seca máxima 1.94 g/cm<sup>3</sup>; 1.94 Ton/m<sup>3</sup>

Interpretación, quiere decir que para obtener una máxima compactación el terreno debe tener una humedad del 13.71 %, este es el factor que se utilizara para la fabricación de nuestra muestra, además indica que el terreno seco tendrá una densidad máxima de 1.94 gramos por cada centímetro cúbico lo que se traduce a 1940 kg/m<sup>3</sup>.

Este dato, será para tener en cuenta para el diseño de los bloques donde se aplicará la composición de las mezclas en peso de los aditivos del presente estudio.

## **LÍMITES DE ATTERBERG**

Los suelos denominados finos, especialmente de la zona de estudio presenta un comportamiento diferente según la cantidad de humedad en ella, así los suelos secos son tan duros que parecen roca, sin embargo a la medida progresiva de incremento de humedad cambian esta resistencia hasta perder el aspecto de duro cediendo o deformándose a la aplicación de fuerzas externas, y al incremento mayor se tendrá un terreno de comportamiento pastoso que se puede moldear fácilmente y finalmente este pierde la propiedad cohesiva para fluir fácilmente y perder la textura.

Para conocer con exactitud el comportamiento de estos suelos se someten las muestras a un examen llamado también límites de consistencia, se utiliza especialmente para los suelos finos, está basado en conceptos en que estos suelos tiene cuatro fases, como es sólido, cuando está seco, la incorporación de agua hace que por su naturaleza se encuentre semisólido, plástico y finalmente líquido, estos puntos de transición son los llamados estados o límites de Atterberg en honor al inventor de origen sueco Albert Mauritz Atterberg (1846-1916)

### **LIMITE PLÁSTICO**

Como se ha mencionado los suelos secos tan duros ceden esta resistencia a la presencia del agua llegando a un estado donde es posible amasar llamado estado plástico, es un estado donde el suelo se ha perdido la consistencia de fuerte y cede a una fuerza externa, la cantidad de agua en ese momento se denomina el límite plástico, y es cuando al incremento del agua pierde la resistencia mecánica, este factor está expresado en valores numéricos porcentuales de humedad.

### **LIMITE LÍQUIDO**

A medida que se incrementa la cantidad de agua encontramos que la muestra es más fluida y todavía mantiene cierta consistencia a la cohesión, para determinar este límite se utiliza la metodología de la cuchara de Casagrande

Luego de estos ensayos se plasma en una tabla en función de los límites de Atterberg.

### Gráfica de plasticidad del USCS

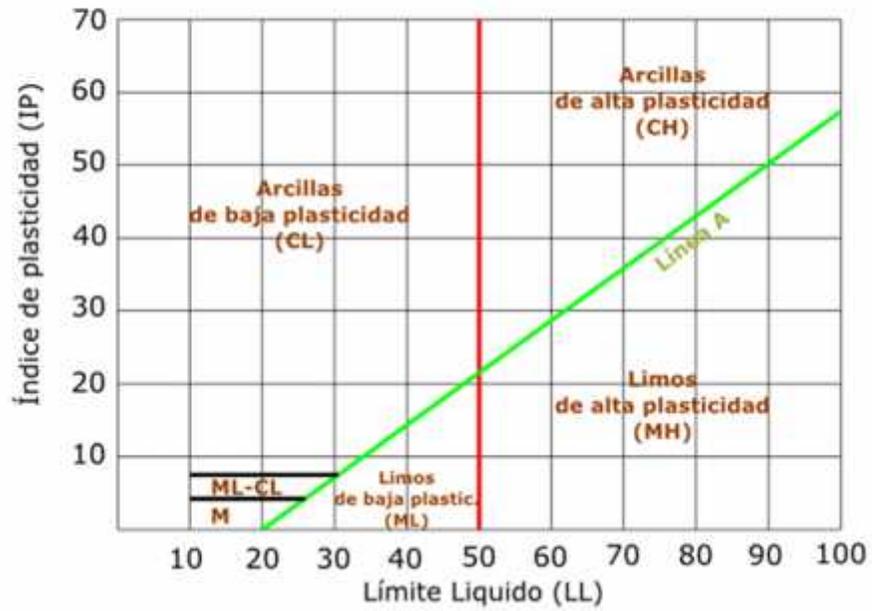
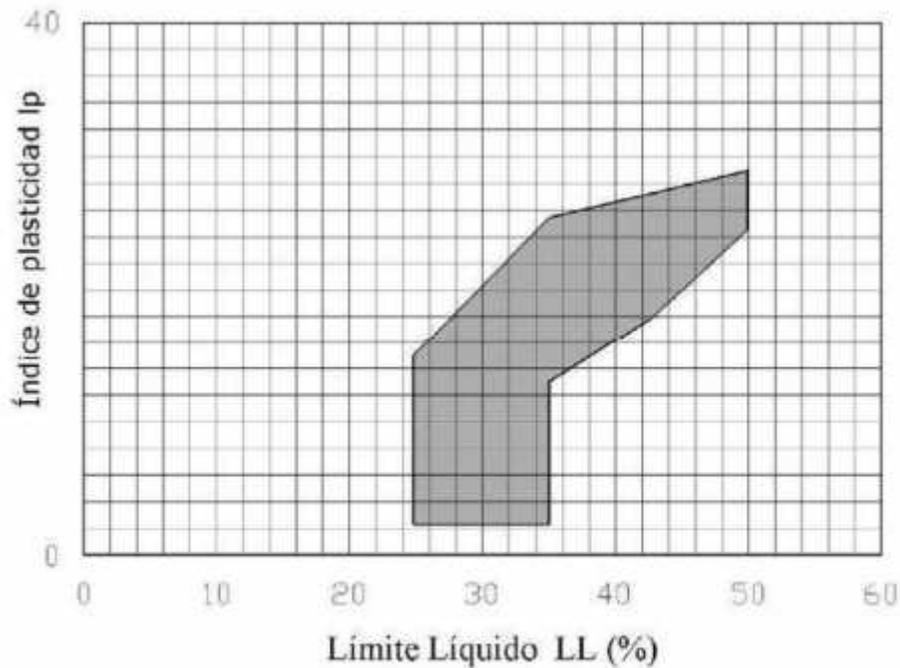


Tabla de Wikipedia.org



De la Norma española N° UNE-41410

Conforme a los objetivos de nuestro trabajo las muestras de la materia prima se han sometido a los ensayos antes citados habiendo encontrado los resultados siguientes:

- ) Los ensayos fueron realizados como apoyo al proyecto en el laboratorio Georing GEOTECNIA E INGENEROS EIRL de la ciudad de Puerto Maldonado.

Resumen tipo de arcilla DE BAJA PLASTICIDAD CL según la clasificación SUCS

Límite líquido % = 31.85

Límite plástico % = 15.32

Índice de plasticidad % = 16.53

Los índices mostrados del resultado de laboratorio indica que el material que será materia prima para la elaboración de los bloques de tierra son del tipo CL es decir

arcilla de baja plasticidad, y se encuentran dentro del área sombreada recomendada por la norma española UNE-41410, tiene una coordenada 31.85,16.53



ENSAYO DEL LIMITE DE CONSISTENCIA (fuente propia)

## **QUE HACER CUANDO NO SE TENGA ACCESO A LABORATORIO**

Si no se tiene acceso a laboratorio o simplemente verificamos los resultados in situ los ensayos empíricos y manuales nos dará idea completa del tipo de terreno con los que estamos por trabajar

### **EXAMEN VISUAL**

El residente de obra es el profesional de experiencia por lo que en el campo acude a recursos propios o de uso general para una clasificación del recurso tierra que fuera estudiada en laboratorio sin embargo es necesario una verificación en el lugar como previo y parte de la compatibilización del expediente técnico, es por ello acude a las practicas siguientes.

### **EXAMEN DE OLOR**

En este examen toma la muestra del material extraída y verifica el olor característico del suelo, que no tenga sabor fétido, olor a descomposición de materia orgánica, contenido de contaminación por combustibles entre otros, se entiende a que a estas alturas el material fue extraída por debajo del nivel de los 40 cm y retirado la capa superficial de materia orgánica o la llamada capa arable que contiene tierra orgánica.

### **EXAMEN DE MORDIDA**

Aunque parezca desagradable esta prueba demostrara la existencia de solidos es decir de la textura de arenoso o más arcilloso de la materia prima con la que se trabajara.

### **EXAMEN TACTIL**

Las arcillas tienen mediana y alta resistencia en estado seco, mas no así los limos que no tienen resistencia en estado seco o se desmoronan con una ligera presión táctil, este ensayo se debe hacer sobre nuestras previamente secas.

## **EXAMEN DE ADHERENCIA**

El suelo es fino y a él se añade agua necesaria y adquiere una consistencia suave no pegajosa, entre las palmas de la mano se golpea una contra a la otra, este suelo si tiene una apariencia de hígado mostrando agua en la superficie y al apretar con el dedo desaparece y se endurece la muestra es un suelo fino no plástico

## **ESTABILIZACIÓN DE ACUERDO A RESULTADOS**

De acuerdo a los resultados encontrados en el laboratorio se tiene que:

Los métodos empleados para determinar las características de los suelos nos inducen a plantear un flujo grama de acciones que los que debemos acudir para determinar la adecuada manera de estabilizar, se tiene experiencias que los suelos finos como es nuestro caso pueden tener su granulometría con apariencia de arenoso o arcilloso.

Si: la muestra es arenosa corresponde a la aplicación de mejoradores aditivo como el cemento.

Si: la muestra es arcillosa corresponde a la aplicación de aditivos químicos si esta por la zona de límite liquido por encima de 50 e índice de plasticidad mayor de 20 es un suelo CH siendo arcilla de alta plasticidad, la aplicación del aditivo químico hace que pase a ser arcilla de baja plasticidad, el uso de este aditivo químico mejorara la característica de ser hidrófugo es decir la disminución y/o incapacidad de absorción de agua y es justamente uno de nuestros objetivos para conseguir que los bloques fabricados se mantengan las propiedades físicas ante la presencia de agua que puede ser como consecuencia de torrenciales lluvias que lleguen a inundar las inmediaciones de la construcción.

Si: la muestra es arcillosa de alta plasticidad puede ser mejorada utilizando como aditivo la cal.

Si bien esta característica del mejorador es a la propiedad física la adición de los mejoradores químicos debería ser el objetivo principal de las características de los

bloques de tierra comprimida. En nuestro trabajo no se ha podido utilizar el aditivo químico por ser de difícil acceso en el medio sin embargo se ha empleado otro aditivo de uso generalizado en el sector de la construcción estamos refiriéndonos a los plastificantes del concreto.

## **MOLDE DE FABRICACIÓN**

Habiendo encontrado la clasificación y dosificación de los aditivos procedemos a la fabricación en los moldes para elaborar los prototipos que luego serán sometidos a las diferentes pruebas, de esta manera quedara demostrado la teoría y la fundamentación de la propuesta.

Las medidas serán las que se encuentra en el mercado cuyos tamaños serán 12x25x9 cm.

En nuestro medio esta técnica no es conocido aun, razón por la cual no podemos encontrar las máquinas de compresión denominadas CINVA RAM, o similares que nos referimos paginas arriba por lo que para los efectos de ensayo se han utilizado moldes de madera reforzadas con ángulos de acero ajustados por pernos a fin de liberar las muestras de los ensayos tal como se muestra en las fotografías siguientes.

La tapa superior debe ser apta para asegurar de manera hermética y además con laterales elevadas para acondicionar un eje donde se apoyará la palanca que debe soportar la presión que será accionado mediante un gato hidráulico de 2 Ton simulando la presión ejercida por la palanca.

Cuando se trate de la elaboración de estos bloques con fines de construcción masiva en la zona del proyecto se fabricará o adquirirá la compactadora en referencia, existiendo también otros modelos hidráulicos de mayor rendimiento. La fabricación de estos bloques también es una alternativa de industrializar y es posible desplazar el uso de otros materiales de construcción tal como es nuestro objetivo, las maquinas hidráulicas son de mayor rendimiento y aplican presiones superiores a las de palanca con la que se eleva la calidad de los bloques del equipo cinva ram.



Molde en fabricación de las medidas indicadas líneas arriba. (Fuente propia)

## **LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA**

Para esta parte se tiene definido las características de los bloques a ser fabricados y corresponde a definir la formulación de la materia a ser comprimida

La extracción y transporte del material se realiza desde la zona de estudio, para ello se emplea una herramienta manual (lampa recta) después de retirar la maleza o cubierta vegetal se excava una profundidad donde se visualice la materia prima libre de raíces y compuestos orgánicos como pueden ser raíces podridas, al ver que no se tiene vestigios de esta que podríamos llamar contaminación para nuestro objetivo extraemos para depositar dentro de un saco de polietileno libre de contaminación. Las muestras fueron extraídas en el mes de enero donde las precipitaciones pluviales en muy alto lo que hace que el material extraído sea bastante húmedo, por

lo que será necesario hacer secar antes de triturar y ser sometido a la fabricación de los bloques, no obstante se pueden realizar las pruebas de laboratorio correspondientes.



Recojo de muestras y transporte (fuente propia)

1.- fabricación de muestras de bloques de tierra comprimida con mejoradores

- **Serie A, Uso del cemento en proporciones 5/100, 7.5/100, 10/100 en kilogramos de cemento y tierra**

Como se había manifestado líneas arriba es que los bloques resistan la lluvia cuando no tenga suficiente alero que los proteja o en casos de climas tempestuosos donde la incidencia de la lluvia es mayor de los 60 ° de inclinación respecto a la vertical por efecto de los vientos. Es por eso que incrementamos un aditivo de característica hidrófuga. Esta medida es sobre el volumen de agua a añadirse para las mismas proporciones formuladas en el ítem anterior y al convertir las equivalencias encontramos que para 55 galones de agua se emplea un galón de aditivo plastificante, lo que para nuestro caso será 24.92 mililitros aproximadamente

$\frac{1}{4}$  de litro. Para 13.71 litros de agua se debe restar el volumen del aditivo por lo que finalmente será:  $\frac{1}{4}$  de litro de aditivo líquido para 13.46 litros de agua, para 100 kilos de tierra, proporción que se tiene cuidado de mantener según el peso de los bloques (cada bloque pesa 3.6 kg).



Tierra cernida más los aditivos



Material con aditivos graduados previo a la mezcla, molde relleno para prensar. (Fuente propia)

Según el comportamiento de los bloques en el proceso de curado por el tiempo de 15 días y al retirar la protección se observa que tiene una apariencia de haber perdido el color la arcilla tal como se muestra en la foto, así mismo se encontró la formación de gotas de agua fina sobre la superficie y que no fueron reabsorbidas.

- **Serie B. fabricación de muestras con adición de cal y cemento con aditivo plastificante. Proporción 5/5/100; 7.5/7.5/100; 10/10/100.**

La cal es apagada y de uso doméstico, este producto no se encuentra muy fácilmente en el mercado local por ser limitado, por tanto, es un factor de que se tomara en cuenta cuando se realice las evaluaciones en casos de proyectos masivos.



Muestra después del curado (obsérvese el color de una serie con otra)

Después de la fabricación las muestras al igual con las anteriores se colocan a un proceso de curado por 15 días, luego al retirar las cubiertas se han encontrado con una apariencia de reciente con el mismo color de la arcilla y no ha perdido mayor humedad que las otras anteriores, así mismo se encontró gotas de agua sobre la superficie que no fue reabsorbidas por la muestra.

## **B) ENSAYOS FISICOS EN LABORATORIO**

### **1.- A LA COMPRESION**

Para este efecto se han confeccionado muestras del mismo material diseñado, a fin de ser sometidos a las pruebas de compresión y conocer el comportamiento de estas mezclas cuando es aplicado cargas axiales, que simulen las alturas de apilamiento en casos de muros, si bien las características físicas son garantizados cuando el clima o las condiciones de instalación donde cumplirán su función no estén afectos a la humedad externa, esta característica se debe cuidar con

cerramientos adecuados en la parte superior, que no haya goteras del techo por defectos o deterioro de la cubierta.



LA MUESTRA PREPARADA PARA EL ENSAYO A LA COMPRESION (fuente propia)



Fotos y resultados a la compresión en laboratorio. (Fuente propia)

ENSAYO A LA COMPRESION DESPUES DE LA INMERSION POR 24 HORAS



OBSERVESE LA ZONA DE FALLA, ES PERIFERICO POR HABER HUMEDAD

SERIE A (fuente propia)



PRUEBA A LA COMPRESION HUMEDA, CARAGA SOPORTADA 1930 Kgr-f MUESTRA DE LA SERIA A, PENETRACION DEL AGUA 15mm (fuente propia)

LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DISMINUYE,



PENETRACION 13 mm



(fuente propia)

MUESTRA DE LA SERIE B SOMETIDO A LA PRUEBA DE COMPRESION A LAS 24 HORAS DE INMERSION, PENETRACION DE LA HUMEDAD 13 mm

Los resultados a los esfuerzos de compresión superan las expectativas de diseño por lo que son aptos estos prototipos para el uso buscado, demostrando que cumple las exigencias físicas.

## **2.- A) A LA ABSORCION DE AGUA POR INMERSION TOTAL**

Uno de los factores negativos del uso de la tierra cruda como material de construcción es que estos absorben la humedad y llegan a ser plásticos y posteriormente pierden sus propiedades físicas en condiciones de seco. Es por ello que se han introducido productos químicos a fin de mejorar esta cualidad y al tener los prototipos debemos averiguar el comportamiento en condiciones adversas o simulando un cuadro real e incluso mayores a la posible ocurrencia.

Un ensayo será mediante una inmersión total del bloque dentro del agua por espacio de 10 minutos, que previamente fue pesado y posterior a esta prueba con la

finalidad de conocer el volumen de agua en peso para relacionar estos parámetros en términos porcentuales.

$$W (\%) = \frac{M - Mh}{Mh} \times 100,$$

Dónde: Ws porcentaje de absorción,

Ms masa seca de la muestra.

Mh masa húmeda después de la inmersión de la muestra.

Para el caso se han utilizado una balanza electrónica de buena precisión, se pesa la muestra por cada tipo y se tabulan para llegar al cuadro siguiente:





TEMPERATURA AMBIENTE  
(propia)



TEMPERATURA DEL AGUA (fuente  
propia)



## ENSAYO A LA INMERSION POR 10 MINUTOS MUESTRAS A2 Y B2 Y PESADO



MUESTRA B2 (fuente propia)



MEDICION PRECISA CON CALIBRADOR PIE DE REY (fuente propia)

La clasificación corresponde a los bloques según la descripción:

La serie designada como A1, A2, A3, son los bloques de tierra comprimida CON ADITIVO cemento más un impermeabilizante

La serie designada como B1, B2, B3. Son los bloques con comprimida con aditivos mejoradores cemento, cal más aditivo impermeabilizante

A continuación, se tiene los resultados de manera tabulada para cada uno de los especímenes que fueron sometidos a ensayo en laboratorio según la serie que se muestra.

.

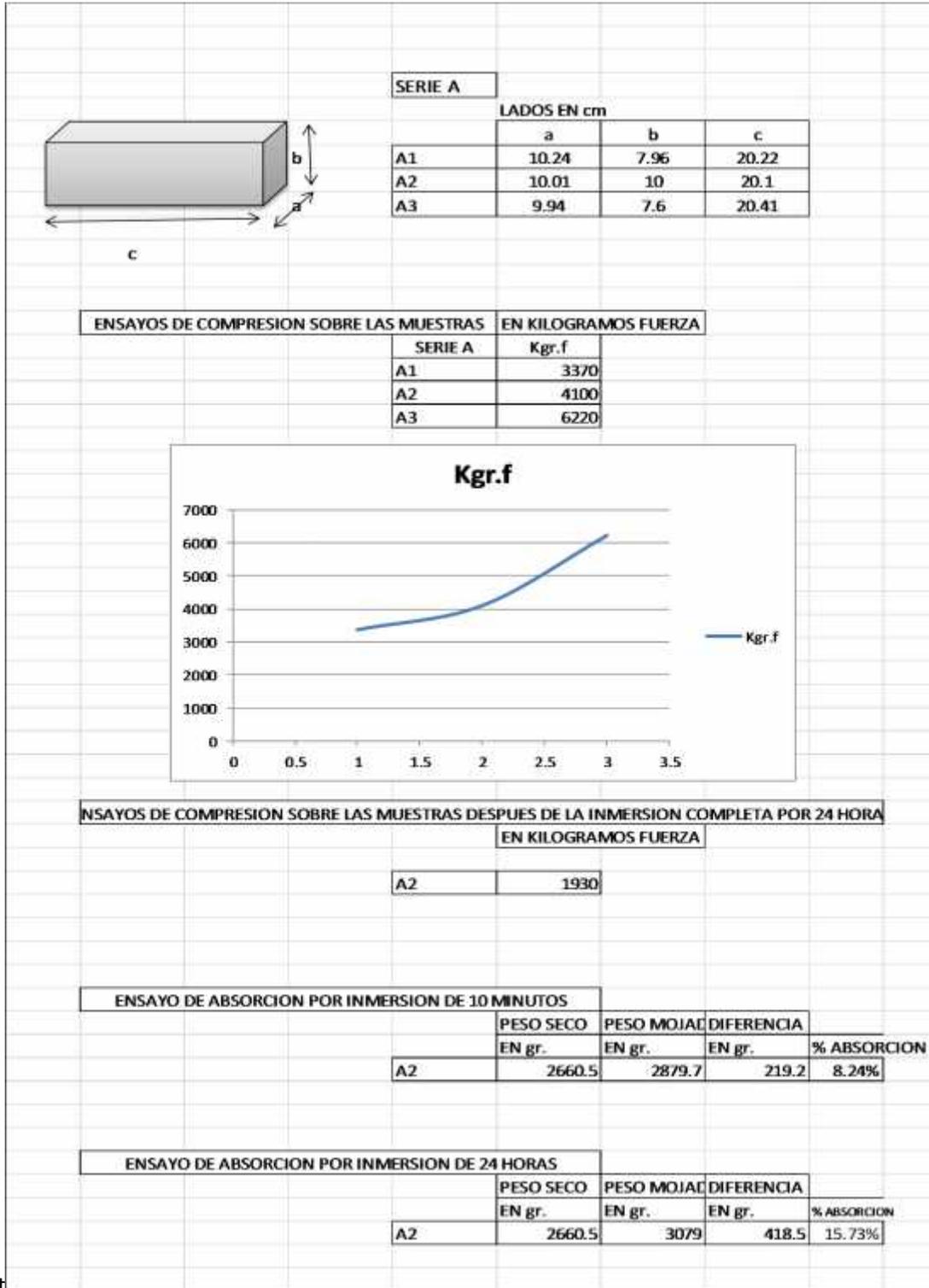


Tabla N° 06 Resultados de ensayos de laboratorio serie A

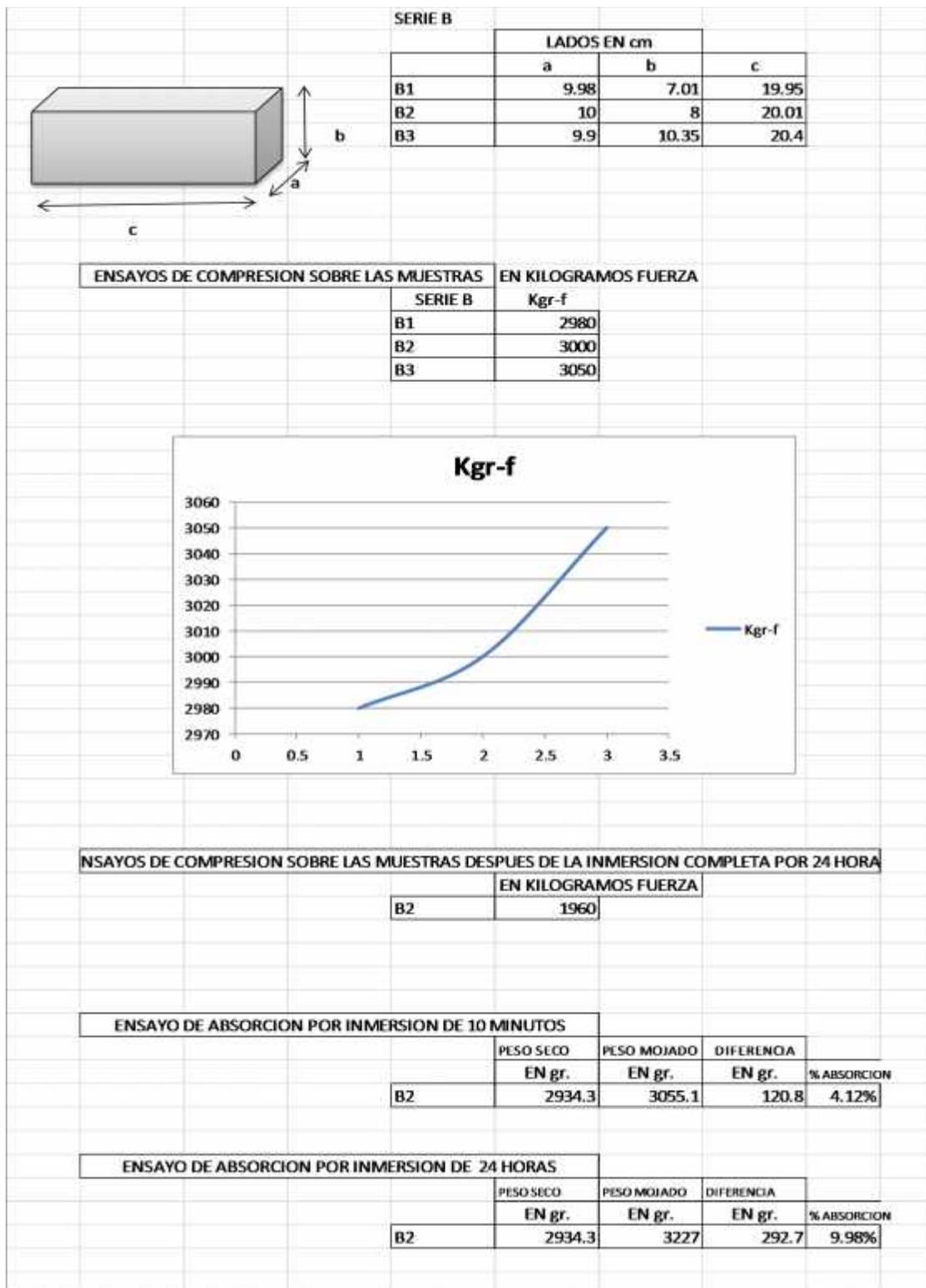


Tabla N° 06 resultado de ensayos seria B

## 2.- B) ENSAYOS DE ABSORCIÓN DE AGUA PARA UNA SUPERFICIE (HIGROSCOPIA)

Para conocer el comportamiento de los elementos fabricados en un caso hipotético de haber sido inundado con permanencia de agua por más horas simularemos que en la base de la muestra o bloque se tiene agua permanente, por lo que se supone que el bloque debe absorber por capilaridad para ese caso sometemos a una superficie de espejo de agua constante y para ello colocamos una toalla o papel toalla que sirva de elemento capilar de absorción desde la fuente inferior del espejo de agua ubicado en la parte inferior del bloque, se tomara el tiempo hasta que el inicio de absorción haya quedado estable es decir haya llegado a la saturación para el caso, para conocer el volumen de agua se pesara el bloque antes y después de la prueba, de esta manera podemos conocer en términos porcentuales la capacidad de absorción por capilaridad del bloque en estudio.

Para este efecto se utiliza la expresión siguiente: fórmula empleada por la norma (ICONTEC 2004)

$$C = \frac{M}{S \cdot \sqrt{t}} \times 100$$

$C_b$  es el coeficiente de absorción.

- ) M es la masa del agua absorbida por el bloque durante el ensayo en gramos
- ) S es la superficie de la cara sumergida en centímetros cuadrados
- ) t es la duración de la inmersión del bloque en minutos que son 10



Hasta los 10 minutos la muestra no absorbe por capilaridad humedad



Después de 30 minutos

### 3.- A LA ABRASION POR GOTEO

Las pruebas anteriores están basados en que las condiciones climáticas son tranquilas, pero la realidad aconseja que se debe verificar cuando la incidencia del agua sea de manera dinámica, para este caso las muestras son sometidas a una prueba acelerada de erosión por efecto de las lluvias, con este fin se medirán el volumen de tierra eliminado por el volumen de agua que incida, este concepto se basa en: el ensayo de goteo que consiste en la liberación de una cierta cantidad de agua desde un pequeño deposito elevado, hasta la muestra en disposición inclinada con el objeto de crear el humedecimiento, absorción, la erosión y escorrentía sobre la superficie de la muestra. Este método se encuentra como ensayo de durabilidad en la normativa internacional conocida como SAET, (swinburne accelerated erosion test) de la norma UNE 41410 (norma española)

Este ensayo consiste en dejar caer gotas de agua sobre la muestra inclinada desde una altura de 1 metro, las gotas deben tener aproximadamente 5 mm de diámetro, la superficie debe estar inclinada  $27^\circ$  respecto a la horizontal, para finalizar el ensayo se medirán la oquedad provocada en su profundidad con una varilla de diámetro de 3 milímetros, si la oquedad esta entre 0 – 10mm la muestra es apto caso contrario se considera no apto



Foto de la prueba al goteo, fuente propia marzo 2016

Si bien la prueba de goteo indica que se colocara una fuente a una altura de 100cm y se mide la profundidad del orificio erosionado, durante el ensayo no ha mostrado erosión alguna. La muestra se está sometiendo a una severa simulación de exposición a la lluvia torrencial por 10 minutos lo que se incrementa el caudal de la fuente tal como se muestra en la segunda fotografía anterior, no se ha encontrado daño por erosión en ninguno de los casos.

## **PRODUCCIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA**

Para la producción de estos elementos existe maquinas manuales y también hidráulicas de producción a mayor escala.

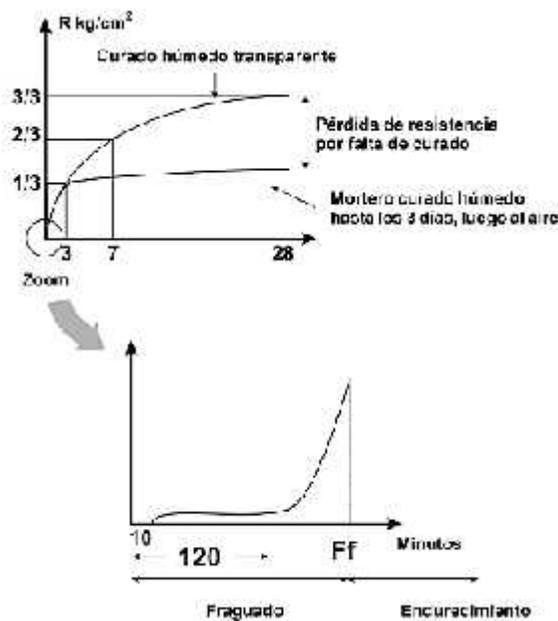
El equipo denominado cimva ram es de uso manual que muy bien podría fabricarse o de lo contrario diseñar otro modelo donde se produzca una presión mayor puesto que de este factor dependen varios índices que se han estudiado.

A estas alturas ha quedado clara la proporción de los componentes que se han de utilizar como alternativa para la adecuada fabricación de los bloques de tierra comprimida.

La siguiente etapa para una producción masiva será las charlas informativas y de implementación a fin de que los obreros encargados sean estos contratados o los que realizaran la autoconstrucción, conozcan los principios básicos desde las ventajas y propiedades de los elementos y se elimine la posibilidad de errores que incidan en la calidad de los productos.

## PROCESO DE CURADO

Es una parte del proceso de fabricación de los bloques de tierra comprimida y consiste en que se debe almacenar las piezas en sombra y preferentemente tapado con polietileno a fin de conservar la humedad por espacio de 10 a 12 días antes de su colocación en lugar definitivo, se preguntara porque 10 o 12 días, no se debe olvidar que la mezcla tiene cemento y también el material fue comprimido con mínima cantidad de agua, no se debe confundir con una masa de concreto convencional, sin embargo asumimos que a los 7 días alcanza el 66.6 % de su resistencia, esto como referencia



(Grafico Del portal de construmatica) marzo 2016

Para el caso se habilitará un hangar con cobertura precaria mientras dure el proceso de curado, que proporcione sombra y para evitar la pérdida de humedad

rápida se podrá cubrir con plásticos de doble ancho por lo menos los primeros 7



días.

## **INCORPORACIÓN DE CAPAS DE HIDRÓFUGOS, y MEJORADOR A LA ABRASION**

Dentro de la etapa de la curación se incorporará los aditivos hidrófugos dependiendo de la selección como las emulsiones.

En nuestro caso ensayaremos con la aplicación de aditivos poliméricos haciendo cuerpo en una lechada de concreto con lo que se aplicara una capa bastante ligera asumiendo que la cara así preparada será la expuesta a la intemperie es decir colocada en la parte donde se supone llegara los vientos con las gotas de agua en caso de tempestad con lluvias, esto tomando en consideración de abaratar costos no obstante puede ser aplicado en toda la superficie del bloque fresco antes de la etapa de la llamada curación.

En esta parte nos proponemos incorporar un elemento adicional con lo que conseguiríamos un acabado que reemplace a las pinturas siendo este como base y posterior retoque con el mismo material los que asumimos son los minerales terrosos como el óxido de hierro, antimonio, bismuto o níquel, que son estables

frente a luz y a la humedad además de no ser tóxicos (llamados ocres) de color a elección del interesado.

## **B) ESTUDIO ECONÓMICO**

A partir de este trabajo en nuestro medio se espera que se tendrá dos corrientes que se puede avizorar, cuando se masifica el uso de los bloques, encontraremos diseños de viviendas con arquitectura moderna cuya construcción será ejecutado con la rigurosidad del cumplimiento de las recomendaciones hasta el acabado, donde se construye para que ocupe otras personas o familias y por el otro lado el factor económico limitara este aspecto y posiblemente tomara por la metodología de autoconstrucción donde el propietario tomara la iniciativa de realizar su propia construcción conjuntamente con la colaboración de la familia o amigos y vecinos dependiendo de la mayor o menor disponibilidad de recursos, es ahí cuando se tiene que incidir el conocimiento de esta tecnología a fin de que les sea una construcción donde la participación de vecinos y amigos un motivo de unir los intereses y estaríamos dentro de lo que es viabilidad social, puesto que el empleo de estos bloques es relativamente simple.

Por otro lado tratándose de un caso académico los estudios de los costos unitarios serán tomando en consideración según las normas tanto como las unidades.

El estudio de la aplicabilidad de esta técnica del uso de los bloques será comparado con la construcción de muros iguales con el empleo de ladrillos cocidos, el mismo tipo de mortero para ambos casos así como la mano de obra y equipos necesarios.

En cuanto a la producción de los bloques se hace con el estudio de análisis de costos unitarios, mientras que para el caso de los ladrillos se tomara en consideración el precio del mercado.

## Costo de los materiales convencionales



Bloque de ladrillo cocido (costo en la tienda de materiales de construcción Puerto Maldonado)  
dimensiones similares a las muestras fuente propia (fecha Marzo 2016)

Los costos de los insumos como del cemento, arena, cal, serán iguales

## **COSTO DE PRODUCCIÓN DE LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA.**

Cuando se tenga que fabricar estos elementos se tiene que asumir ciertos costos desde la consecución de la materia prima, la mano de obra que se utiliza, equipos y herramientas, alquiler de equipos pago de servicios entre otros.

Se sabe que tenemos varios tipos de costos entre ellos costos fijos, costos variables cuya suma será el costo total.

El costo unitario encontramos entonces como el costo total entre la cantidad producida.

Entonces el costo unitario es el resultado de un proceso de análisis de una partida o sub partida de acuerdo a la unidad de mediada que estipula el reglamento de metrados, para encontrar se hace un análisis de los insumos que intervienen.

Conforme se ha visto líneas arriba se debe conocer lo que corresponde a los:

**COSTOS DIRECTOS**, que agrupa el costo del material, mano de obra (incluye leyes sociales), equipos, herramientas y todos los elementos requeridos para la ejecución de la obra.

Insumos; o materiales de producción que son necesarios para fabricar un producto y se debe tomar en consideración desde lo más básico hasta los finales, si es que se necesita equipos herramientas especiales.

Para nuestro caso y sector se generaliza en 4 grupos que son:

Mano de obra

Materiales.

Maquinaria y equipos

Herramientas

Los que participan en forma directa en la ejecución de una obra quedando insumidas en ella.

**MANO DE OBRA:** es lo referido al personal que participara directamente en la ejecución de la obra, se define cinco (5) categorías.

) Maestro de obra

) Capataz

) Operario

) Oficial

) Ayudante o peón.

Esta relación de personal se organiza en cuadrillas dependiendo del tipo o características de la obra.

Para el efecto se tiene

COSTO DE HORA HOMBRE. Es la remuneración de los trabajadores de construcción civil a partir de fecha 05/06/1996, como consecuencia de la resolución ministerial N° 051-96-tr del 04.06.96

Consideraciones generales:

La alternativa que presentamos se puede relacionar a la ejecución del tipo de autoconstrucción, cuando sea asumido lo correspondiente a la mano de obra por el propietario

Se estima que el rendimiento por hora será de 100 unidades para el caso de las primeras horas pudiendo ser mayores conforme se adquiere pericia por lo que se pueden fabricar de 600 a 800 diarios, este factor se utilizara para el rendimiento cuando se tenga que calcular los costos unitarios de producción.

La cuadrilla que se requiere son:

1.- Mano de obra

Se considera personas que hayan recibido las charlas para conocer el sistema de producción, vamos a asumir también los jornales del régimen especial de construcción civil, solo para poder tener referencia comparativa, puesto que la ejecución podría ser asumida por los propietarios quienes en la modalidad de autoconstrucción conseguirán reducir los costos.

- ) 01 operario responsable y dirige la producción y carga la mezcla a la prensa
- ) 01 ayudante, para mezclar y suministrar la materia prima, retirar y colocar los bloques frescos

2.- Materiales:

- ) Tierra seleccionada previamente en m3
- ) Cemento portland IP

- ) Aditivo polímero (hidrófugo)
- ) Cal apagada
- ) Agua
- ) Minerales terrosos (color a elección ocre)

### 3.- Máquinas y herramientas

- ) Prensa manual metálica similar a cimva ram
- ) Herramientas manuales (picos, lampas, carretillas, zarandas, reglas, etc.)

4.- Rendimiento: 100 piezas por hora

## **COSTO DE MUROS**

Tenemos el costo unitario de los bloques, lo que facilita conocer el costo unitario de los muros que de la misma manera se calculan:

En esta parte se debe aclarar que se tiene dos alternativas de construcción una es la netamente ecológica donde se utiliza como refuerzo de los muros cañas de bambú, carrizos, etc.

El otro sistema es la mixta donde podemos utilizar acero en el refuerzo de las columnas y muros para que su comportamiento sea similar a la albañilería estructural.

Mano de obra.

Personal (sigue las mismas consideraciones del ítem anterior)

- ) 01 operario
- ) 01 ayudante

Materiales

- ) Bloques comprimidos de tierra
- ) Tierra similar para el bloque aditivado
- ) Cañas de bambú, caña brava que se adecuan

- ) Cuando la construcción sea mixta alternativamente se pueden utilizar alambres de  $\frac{1}{4}$ " en los refuerzos horizontales, para coronación de las vigas y las esquinas de los muros a manera de columnetas a fin de dar una característica estructural muy resistente.
- ) De ser mixto mortero de concreto (arena gruesa, cemento, agua)  
Maquinarias equipos y herramientas.
- ) Herramientas manuales (plancha de albañil, badilejo. Cordel, nivel de 1.2 m, plomada etc.)

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
OBRA	PROPUESTA DE TESIS LA JOYA				HOJA N°	
PROPIETARIO	ALAS PERUANAS				HECHO POR	JOSE IBAÑEZ E
UBICACIÓN	DISTRITO LA JOYA				REVISADO PO	
					FECHA	
PARTIDA N°	MURO DE LADRILLO KK DE ARCILLA DE SOGA				UNIDAD :	m2
Especificaciones ;	ladrillo de 24x14x9, junta de 1.5cm mezcla 1:5 muro de mas de 4.00m de largo					
cuadrilla :	Colocacion = 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peon Acarreo = 1 peon					
Rendimiento :	Colocacion: 9.46m2/dia ( 350lad/dias) Acarreo : 27.03 m2/dia (1000 lad/ dia)					
Descripcion	unida	cantidad	precio unitario	Parcial	Total	I.U.
MATERIALES						
Cemento portland tipo I	Bls	0.218	25.00	5.45		21
Arena gruesa	m3	0.031	70.00	2.17		04
Ladrillo 24x14x9cm	pz	39.000	1.50	58.5		17
				costo de material	66.12	
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh.	0.085	20.14	1.71		47
OPERARIO	hh.	0.846	19.18	16.23		47
PEON	hh.	0.719	14.30	10.28		47
				costo de mano de obra	28.22	
EQUIPO , HERRAMIENTAS						
Andamio de madera	p2	0.58	5.50	3.19		43
Clavo de 3"	kg	0.022	5.00	0.11		02
Herramientas 3% de MO Cdra.		0.03		0.54		37
				costo de equipo, herramienta	3.84	
				TOTAL	98.18	

Tabla N° 08 Costo de muro de ladrillo KK cocido.

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
OBRA	PROPUESTA DE TESIS LA JOYA				HOJA N°	
PROPIETARIO	ALAS PERUANAS				HECHO POR	JOSE IBAÑEZ E
UBICACIÓN	DISTRITO LA JOYA				REVISADO PO	
					FECHA	
PARTIDA N°	MURO DE BTC KK DE ARCILLA DE SOGA				UNIDAD :	m2
Especificaciones ;	ladrillo de 24x14x9, junta de 1.5cm mezcla 1:5 muro de mas					
	de 4.00m de largo					
cuadrilla :	Colocacion = 0.1 capataz + 1 operario + 0.5 peon					
	Acarreo = 1 peon					
Rendimiento :	Colocacion: 9.46m2/dia ( 350lad/dias)					
	Acarreo : 27.03 m2/dia (1000 lad/ dia)					
Descripcion	unida	cantidad	precio unitario	Parcial	Total	I.U.
MATERIALES						
Cemento portland tipo I	Bls	0.218	25.00	5.45		21
Arena gruesa	m3	0.031	70.00	2.17		04
BTC. 24x14x9cm	pz	39.000	0.43	16.69		17
				costo de material	24.312	
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh.	0.085	20.14	1.71		47
OPERARIO	hh.	0.846	19.18	16.23		47
PEON	hh.	0.719	14.30	10.28		47
				costo de mano de obra	28.21988	
EQUIPO , HERRAMIENTAS						
Andamio de madera	p2	0.58	1	0.58		43
Clavo de 3"	kg	0.022	1	0.022		02
Herramientas 3% de MO Cdra.		0.03	1	0.01806		37
				costo de equipo, herramienta	0.62006	
				TOTAL	53.15194	

Tabla N° 09 Tabla costo unitario de muro BTC

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
OBRA	PROPUESTA DE TESIS LA JOYA				HOJA N°	
PROPIETARIO	ALAS PERUANAS				HECHO POR	
UBICACIÓN	DISTRITO LA JOYA				REVISADO POR	JOSE IBAÑEZ B
					FECHA	
PARTIDA N°	ELABORACION DE BTC				UNIDAD :	PZ
Especificaciones ;	BTC de 24x14x9 cm					
	densidad maxima 1940 kg/m3, cemento bolsa 42.5 kg,					
cuadrilla :	preparacion de materia prima = 0.1 capataz + 1 operario + 1 p					
	Acarreo = 1 peon					
Rendimiento :	Colocacion prensado: 800 pz/dia ( 800 pz/dias)					
	Acarreo : 27.03 m2/dia (1000 lad/ dia)					
Descripcion	unida	cantidad	precio unitario	Parcial	Total	I.U.
MATERIALES						
Cemento portland tipo I	Bls	0.0070	25.00	0.175		21
Arcilla tipo CL	m3	0.0018	17.98	0.032		
Aditivo hidrofugo	kg	0.3000	10.00	3.000		17
Agua	m3	0.0003	5.00	0.002		
			costo de material		3.2088676	
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh.	0.085	20.14	1.71		47
OPERARIO	hh.	0.846	19.18	16.23		47
PEON	hh.	1.438	14.30	20.56		47
			costo de mano de obra		38.50158	
EQUIPO , HERRAMIENTAS						
Prensa tipo Cinva.Ram	hm	0.125	6.25	0.78125		43
Carretilla	hm	0.0625	2.5	0.15625		02
Herramientas 3% de MO Cdra.		0.03		0.158203125		37
			costo de equipo, herramienta		1.096	
				TOTAL	42.81	
				CU BTC =	0.428	

Tabla N° 10 Costo unitario de BTC

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
OBRA	PROPUESTA DE TESIS LA JOYA			HOJA N°		
PROPIETARIO	ALAS PERUANAS			HECHO POR	JOSE IBAÑEZ	
UBICACIÓN	DISTRITO LA JOYA			REVISADO POR		
				FECHA		
PARTIDA N°	extraccion y preparacion de materia prima			UNIDAD :	m3	
Especificaciones ;	trituracion y sarandeo en malla de 1/4" de abertura					
cuadrilla :	preparacion de materia prima = 0.1 capataz + 1 peon Acarreo = 1 peon					
Rendimiento :	Triturado y selección en saranda de 1/4. Acarreo : 5 m3/dia para (1100 BTC/ dia)			5	m3/550 BTC	
Descripcion	unida	cantidad	precio unitario	Parcial	Total	I.U.
MATERIALES						
Arcilla tipo CL	m3	0.0018	70	0.126	8.82	
				costo de material	8.82	
MANO DE OBRA						
CAPATAZ	hh.	0.005	20.14	0.1007		47
PEON	hh.	0.625	14.3	8.9375		47
				costo de mano de obra	9.0382	
EQUIPO , HERRAMIENTAS						
Carretilla	hm	0.0625	1.875	0.1172		02
Herramientas 3% de MO Cdra.		0.03		0.0066		37
				costo de equipo, herramienta	0.1238	
				TOTAL	17.9820	

Tabla N°11 costo de materia prima tierra

De esta manera sabemos que el costo de los muros tiene costo de s/. 53.15 NUEVOS SOLES, mientras que el mismo muro con ladrillo cocido cuesta s/ 98.18 nuevos soles el metro cuadrado.

### 3.1 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- La materia prima obtenida en la zona es del tipo CL según su clasificación SUCS, y se puede generalizar para toda la zona.
- La tierra utilizada como materia prima con la combinación de aditivos mejoradores para la fabricación de los BTC, demuestra que son aptos para el uso.
- Los BTC estabilizados mantienen su forma y solo absorben el 9.98% los de la serie B y 15.73% de la serie A, de humedad en condición de sumergido en agua por periodo de 24 horas.
- Se ha visto que la capacidad a presión en condición de sumergido en agua es de 1930 kg.f, lo que supera ampliamente la capacidad de soporte a la presión de muro de 4m de altura.
- El costo de muro construido con ladrillo convencional KK es de 98.18 soles, el costo de muro construido con BTC es de 53.15 soles ambos por metro cuadrado, lo que es más económico en 54.13%
- Superan ampliamente las posibilidades de humedecimiento por salpicadura de la lluvia.

### 3-3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados se muestran según la serie que fueron asignadas a los especímenes fabricados.

Serie A.

- o Composición tierra tipo CL, aditivo cemento portland IP.  
Muestra A1; Combinación 5/100

Muestra A2; Combinación 7.5/100

Muestra A3; Combinación 10/100

Muestra tipo	Medidas promedio (cm)	Combinación Kg.	Carga presión Kg.f	Absorción humedad.	
				10 min. %	24Hr. %
A1	10x10x20	5/100	3370	8.24	15.73
A2	10x10x20	7.5/100	4100	7.81	14.85
A3	10x10x20	10/100	6220	7.23	14.10

Tabla N° 12 Resumen de resultados serie A

Serie B.

- Composición tierra tipo CL, aditivo cemento portland IP, cal apagada

Muestra B1 combinación 5/5/100

Muestra B2 combinación 7.5/7.5/100

Muestra B3 combinación 10/10/100

Muestra tipo	Medidas promedio (cm)	Combinación Kg.	Carga presión Kg.f	Absorción humedad.	
				10 min. %	24Hr. %
B1	10x10x20	5/5/100	2890	4.12	9.98
B2	10x10x20	7.5/7.5/100	3000	3.57	8.77
B3	10x10x20	10/10/100	3050	3.11	8.23

Tabla N° 13 Resumen de resultados serie B

## CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del trabajo del sistema constructivo propuesto se ha llegado a las conclusiones que demuestran las consideraciones al iniciar el trabajo.

1.- No se requiere el empleo de técnicas especializadas

2.- cumple las condiciones de ser sostenible, por ser viables económicamente, asocia e incentiva a la autoconstrucción de los vecinos respecto al sistema constructivo es decir cohesiona a la sociedad, y no genera impacto ambiental.

3.- cumple las condiciones de ser bioclimáticos, por ser estos elementos con índice de inercia térmica alta, a cambio de los otros que si es un verdadero problema para climatizar donde se deben utilizar equipos de aire acondicionado, por consiguiente, aplicable a zonas de variación extrema de temperatura entre el día y la noche.

4.- No está asociado con la deforestación y por consiguiente no hay impacto ambiental, como los otros que si ocasiona

5.- Material reciclable, pues al final del ciclo de su empleo no requiere vertederos para su descarte ni ser procesados previamente.

6.- La tierra es inerte e inocuo, no se pudre, por no ser combustible, no emite gases radiación no permite la formación de hongos, es insensible a los campos magnéticos, por tanto, los habitantes respiraran aire fresco.

7.- De acuerdo a la tabla de resultados encontramos que los bloques de la serie A son más resistentes a la compresión, es de fácil explicación porque los bloques de la serie b donde fue incorporado la cal requiere de mayor humedad y se nota que presenta una porosidad, por consiguiente, vacíos en al interior del bloque, los bloques del tipo A presentan una superficie lisa lo que indica menor porosidad.

8.- A mayor proporción de la mezcla se tiene que la resistencia de los bloques se incrementa en ambos casos tipo A, y tipo B

15.- Finalmente se ha demostrado que el sistema cuesta el 54.13% comparado con el sistema de construcción con ladrillos KK cocidos

### **DESVENTAJAS**

Podemos mencionar.

1.- Cuando se requiera masificar la producción debe ser fabricado por maquinas hidráulicas que garanticen la calidad de los bloques.

## **RECOMENDACIONES**

1.- En vista que el empleo de los BTC cumplen a las exigencias de calidad en todos sus extremos, luego el uso de las máquinas hidráulicas se recomienda para promover proyectos de construcción masiva con participación de programas de vivienda económica del gobierno local como apoyo al desarrollo sostenible de la población de menores recursos y elevar la calidad de vida de este sector.

2.- Si se desea tener alturas mayores, a una construcción de 01 piso se debe incrementar el área de los bloques y ser una construcción mixta, materia de otro estudio de investigación.

13.- En lugares donde no se encuentre la materia prima adecuada se puede utilizar los productos de corte de las carreteras o excavaciones de zapatas de construcciones cercanas.

## REFERENCIAS BIBLOGRAFICAS

- 1.-Albuquerque, M. (2009). *KRAFTERRA. DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE PRELIMINAR DO DESEMPENHO TÉCNICO DE COMPONENTES DE TERRA COM A INCORPORAÇÃO DE FIBRAS DE PAPEL KRAFT PROVENIENTES DA RECICLAGEM DE SACOS DE CIMENTO PARA VEDAÇÃO VERTICAL* (Tesis de Doctorado). Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasilia, Brasil. Retrieved from [http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=65082](http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=65082).
- 2.- Alfonso Basterra, & Jové Felix. (2001). LA CONSTRUCCIÓN CON TIERRA CRUDA HOY. *Revista Arquitectura y construcción*, 1(1), 1–8.
- AnyWay. (2007). INTRODUCTION TO THE PRODUCTION OF COMPRESSED STABILIZED EARTH BLOCK (CSEB) USING ANYWAY SOIL BLOCK. *Tel Aviv: AnyWay*, 32.
- 3.- Aranda, Y. (2009). CARACTERÍSTICAS DEL BTC ANTE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE MUCILAGO DE NOPAL (OPUNTIA RASTRERA Y FICUS INDICA) Y SÁBILA (ALOE VERA BARBADENSIS) AGREGADAS AL AGUA DE MEZCLADO. Retrieved September 11, 2013, from <http://rep.estudiosterritoriales.org/handle/123456789/76>
- 4.- Arteaga, K., Medina, Ó., & Gutiérrez, Ó. (2011). BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA COMO MATERIAL CONSTRUCTIVO. *Revista Facultad de Ingeniería, UPTC*, 20(31), pp.55–68.
- ATM. (2012). ATM: AYÚDAME QUE YO TAMBIÉN SOY MEXICANO A. C. *ATM - Ayúdame que Yo También Soy Mexicano*. Informativa. Retrieved July 11, 2013, from <http://www.atm.org.mx/>
- 5.- Auroville. (2013). Auroville Earth Institute. *Auroville Earth Institute. UNESCO CHAIR EARTHEN ARCHITECTURE*. Informativa. Retrieved April 11, 2013, from <http://www.earth-auroville.com/index.php>

- 6.- Barbeta, G. (2002). *MEJORA DE LA TIERRA ESTABILIZADA EN EL DESARROLLO DE UNA ARQUITECTURA SOSTENIBLE HACIA EL SIGLO XXI*. Retrieved from <http://www.tesisenred.net/handle/10803/6106>
- 7.- Caballero, Z., & Martinez, G. (2012). *INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES FISICAS DEL MATERIAL TIERRA PARA LA ELABORACION DE BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDOS - BTC* (Tesis de grado). Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingenieria Civil, Bucaramanga, Colombia. Retrieved from <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/handle/123456789/1999>
- 8.- Cícero, L. (2008). *IMPLICACIONES DEL USO DEL BLOQUE DE TIERRA COMPRIMIDA EN EL DISEÑO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN MONTERREY, NUEVO LEÓN* (Trabajo de Grado). Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, División de Ingenieria y Arquitectura, Monterrey, N. L.
- 9.- CONVIVES. (2013). Consejo Nacional de Vivienda Verde Sustentable. Retrieved November 6, 2012, from [http://www.convives.org/?page\\_id=43](http://www.convives.org/?page_id=43)
- 10.- Etchebarne, R., Piñeiro, G., & Silva, J. C. (2006). PROYECTO TERRA URUGUAY. MONTAJE DE PROTOTIPOS DE VIVIENDA A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN TIERRA: ADOBE, FAJINA Y BTC. *Construcción con Tierra, CIHE-IAA, FADU UBA*, 2, 5–25.
- 11.- Garzón, L. E. (2009). VOLVIENDO A LA TIERRA HACIA UNA ARQUITECTURA ECO SOSTENIBLE Y CON EQUIDAD. *Red Proterra*, 1(1), 1–13.
- 12.- Gatti, F. (2012). *ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN EN TIERRA: ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS TÉCNICAS CONTEMPORÁNEAS EN TIERRA* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España. Retrieved from <http://upcommons.upc.edu/pfc/handle/2099.1/16141>

13.- Gaxiola, O. (2011). INICIATIVA MÉXICO - AYÚDAME QUE YO TAMBIÉN SOY MEXICANO. *Iniciativa México*. Informativa. Retrieved September 12, 2013, en,[http://www.iniciativamexico.org/perfiles/ayudame\\_que\\_yo\\_tambien\\_soy\\_mexicano/](http://www.iniciativamexico.org/perfiles/ayudame_que_yo_tambien_soy_mexicano/)

14.- Guerrero B., L. F. (1994). *ARQUITECTURA DE TIERRA*. México: UAM.

Guerrero B., L. F. (2007). ARQUITECTURA EN TIERRA. HACIA LA RECUPERACIÓN DE UNA CULTURA CONSTRUCTIVA. *Dialnet*, 20(2), 182–201.

15.- Higuera, S. (1988). *LA CASA DE TIERRA. PLAN ESTATAL DE VIVIENDA POPULAR Y CAMPESINA*. Matamoros: ITAVU - AQC.

16.- McHerny, P. G. (2000). *ADOBE: CÓMO CONSTRUIR FÁCILMENTE* (Primera.). México, D. F.: Trillas.

17.- Medrano, A. (2013). ENTREVISTA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE VIVIENDA RURAL PARA AUTOCONSTRUCCIÓN CON BLOQUES DE TIERRA COMPACTADA EN AGUASCALIENTES.

18.- Minke, G. (2001). *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TIERRA: LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN Y SU APLICACIÓN EN LA ARQUITECTURA ACTUAL* (Segunda.). Alemania: Fin de Siglo. Retrieved from <http://casaeco.files.wordpress.com/2011/09/manual-de-construccion-en-tierra-gernot-minke.pdf>

19.- Minke, G. (2005). *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN PARA VIVIENDAS ANTISÍSMICAS DE TIERRA* (Tercera.). Universidad de Kassel, Alemania: Fin de Siglo. Retrieved from <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/4ESO/MedioNatural2/ManualMinkeSpan.pdf>

- 20.- Olgay, V. (1998). *ARQUITECTURA Y CLIMA: MANUAL DE DISEÑO BIOCLIMÁTICO PARA ARQUITECTOS Y URBANISTAS*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- 21.- Piazzesi T., F. (2011). INICIATIVA MÉXICO - ÉCHALE A TU CASA. *Iniciativa México*. Informativa. Retrieved January 12, 2013, from [http://www.iniciativamexico.org/perfiles/echale\\_a\\_tu\\_casa/](http://www.iniciativamexico.org/perfiles/echale_a_tu_casa/)
- 22.- Pons, G. (2001). LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION. Instituto de Estudios del Hambre. Retrieved from [http://www.ieham.org/html/docs/La\\_tierra\\_como\\_material\\_de\\_construcion.pdf](http://www.ieham.org/html/docs/La_tierra_como_material_de_construcion.pdf)
- 23.- Prieto, B. A. (2008). *CONSTRUIR CON ADOBE: FUNDAMENTOS, REPARACIÓN Y DISEÑO CONTEMPORÁNEO* (Primera.). México, D. F.: Trillas.
- 24.- Rigassi, V., & CRATerre- EAG. (1995). *COMPRESSED EARTH BLOCKS: MANUAL OF PRODUCTION* (Vol. I). Alemania: Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien - GATE. Retrieved from <http://sheltercentre.org/library/Compressed+Earth+Blocks+Volume+1+Manual+Of+Production>
- 25.- Roux G., R. S., & Espuna M., J. A. (2012). *BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ADICIONADOS CON FIBRAS NATURALES* (Primera., Vols. 1-1000). Tampico, Tamaulipas: Plaza y Valdés.
- 26.- Roux, S. (2010). *LOS BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC) EN LAS ZONAS HÚMEDAS* (Primera.). Tampico, Tamaulipas: Plaza y Valdés. Retrieved from <http://www.plazayvaldes.com.mx/libro/bloques-de-tierra-comprimida-btc-en-las-zonas-humedas-los/1688/>
- 27.- Ruiz M., M., Romo, E., & González, L. (2013). *PROGRAMA DE VIVIENDA SUSTENTABLE PARA COMUNIDADES VULNERABLES EN LOS MEDIOS*

*RURAL Y SUBURBANO*. Proyecto Edificios Sustentables: Programa Legado III, ITESM, Aguascalientes, Ags.

28.- SEDESOL Chiapas. (2006). *MANUAL PARA CONSTRUCCIÓN CON BTC* (Vol. 1). Chiapas: Delegación Estatal Chiapas.

30.- Tecnoadobe. (2013). *MÁQUINAS ADOBERAS MANUALES*. *Tecno Adobe: alta resistencia sustentable*. Comercial. Retrieved July 18, 2013, from <http://www.tecnoadobe.com.mx/>

**ANEXOS: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título de la Investigación: “FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS EN BASE A BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA ESTABILIZADA, PUERTO MALDONADO-2015”

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES DE ESTUDIO	INDICADORES
<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo general</b>		
¿Cuál será la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?	Determinar cuál será la factibilidad de construcción <b>sostenible</b> de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015	1. Bloques de tierra comprimida estabilizada	-Resistencia a la compresión -Resistencia a la abrasión -Inmersión en el agua -Resistencia a la erosión -Absorción
<b>Problemas Secundarios</b>	<b>Objetivos específicos</b>		
<p><b>PS.1.</b> ¿Cómo la Resistencia a compresión influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?</p> <p><b>PS.2.</b> ¿Cómo la abrasión influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?</p> <p><b>PS.3.</b> ¿Cómo la Inmersión en el agua influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?</p> <p><b>PS.4.</b> ¿Cómo la erosión influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?</p> <p><b>PS.5.</b> ¿Cómo la absorción influye en la factibilidad de construcción de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015?</p>	<p><b>OE.1.</b> Demostrar cómo la Resistencia a compresión influye en la factibilidad de construcción <b>sostenible</b> de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015</p> <p><b>OE.2.</b> Demostrar cómo la abrasión influye en la factibilidad de construcción <b>sostenible</b> de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015</p> <p><b>OE.3.</b> Demostrar cómo la Inmersión en el agua influye en la factibilidad de construcción <b>sostenible</b> de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015</p> <p><b>OE.4.</b> Demostrar cómo la erosión influye en la factibilidad de construcción <b>sostenible</b> de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015</p> <p><b>OE.5.</b> Demostrar cómo la absorción influye en la factibilidad de construcción <b>sostenible</b> de viviendas en base a bloques de tierra comprimida estabilizada, Puerto Maldonado-2015.</p>		

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, GEOTECNIA Y ASFALTO - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSULTORIA ADMINISTRATIVA  
 INGENIERIA CIVIL Y PROFESIONALES DE OBRAS CIVILES  
**ING. WALDONNO** - C. 1000100 - OFICINA: BOULEVARD DE LA UNIÓN 4144 - BOGOTÁ - COLOMBIA  
 TEL: 310 400 0000 - FAX: 310 400 0000 - WWW.GEOIN.COM.CO

## GRANULOMETRIA (ASTM D 422 - NTP 339.128)

Tipo de muestra : **TIPO DE MUESTRA DESTINADA A SER USADA EN OBRAS DE TERRAPLENES EN EL DEPARTAMENTO DE LA JOYA**  
 Lugar : **LA JOYA**  
 Dist./Prov. : **LA JOYA - TAMBOPATA**  
 Solicitante : **JOSE IBANEZ ESCALANTE**  
 Fecha : **15/01/2015**

Método : **0**      **Progresiva**      Datos de ensayo:  
 Peso Inicial : **684.0**  
 Profundidad: **0.00 m.**      **Lado**      Peso después de lavar: **135.0**

Tamiz	Diam. (mm)	Peso Ret. (gr.)	% Ret. Parcial	% Ret. Acum.	% Que pasa
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.60	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.00	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.18	0.30	0.00	0.00	100.00
20	0.85	0.41	0.10	0.10	99.90
30	0.60	0.83	0.10	0.20	99.80
40	0.42	2.70	0.40	0.60	99.40
50	0.30	7.81	1.10	1.70	98.30
100	0.15	27.91	4.10	5.80	94.20
200	0.07	95.05	13.90	19.70	80.30
< 200	0.00	549.00	80.30	100.00	
		<b>684.02</b>			

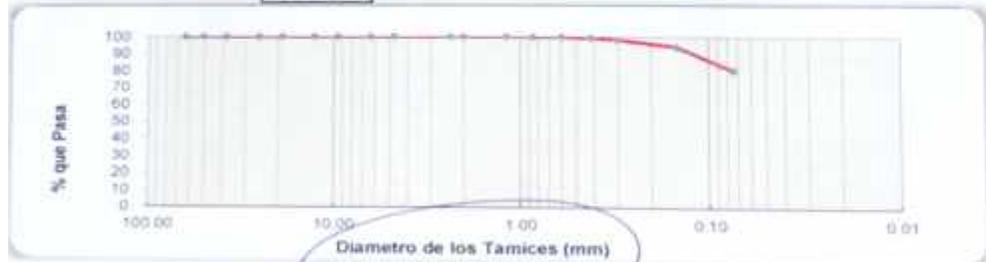
**Grava: 0.00 %**  
**Arena: 19.74 %**  
**Finos: 80.26 %**

**D60 = 0.055**  
**D30 = 0.028**  
**D10 = 0.009**

**SUCS : CL**

**AASHTO : A-6 (11)**

**Cu = 6.00**  
**Cc = 1.50**



GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

VICTOR HUGO CARAZAS MAYANGA  
 INGENIERO CIVIL  
 C. N° 108352

**GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**

**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D 1557**

PROYECTO: **FACTIBILIDAD DE CONSTRUCCION SOSTENIBLE DE VIVIENDAS EN BASE A BTC EN EL DISTRITO DE LA JOYA - PROVINCIA DE TAMBOPATA - REGION MADRE DE DIOS**

MATERIAL: **FINO**

FECHA: **PUERTO MALDONADO 20 DE ENERO DEL 2015**

COMPACTACION: METODO "C"

PRUEBA N°	1	2	3	4
NUMERO DE CAPAS	5	5	5	5
NUMERO DE GÓLPE	56	56	56	56
PESO SUELO + MOLDE (g)	10085.00	10384.00	10388.00	10500.00
PESO MOLDE (g)	5958.00	5958.00	5958.00	5958.00
PESO SUELO COMPACTADO (g)	4127.00	4426.00	4430.00	4542.00
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	2112.36	2112.36	2130	2112.36
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.95	2.10	2.11	2.15

HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

TARRO N°	38	43	47	27
PESO DEL TARRO (g)	45.91	45.29	45.99	46.90
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	256.30	260.60	316.60	273.49
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	237.50	229.50	247.10	242.00
HUMEDAD	9.23%	11.45%	12.21%	15.78%
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.79	1.88	1.94	1.86

**CURVA DE COMPACTACION**



CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD

13.71%

DENSIDAD SECA MÁXIMA

1.94 g/cm<sup>3</sup>

1.94 g/cm<sup>3</sup>

# GEOIN GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L.

ESTUDIO DE MECANICA DE TIERRAS, HORMIGÓN Y ASFALTO - CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES - CONSULTORIA ESPECIALIZADA  
 PROMOCION INGENIERIA Y PERFECCIONAMIENTO DE FUERZA LABORAL  
 ADO: D. Juan L.B. - RPA # 00000 (001-000001) 001-000001 E MAIL: juanluisb@geoin.com.pe CUSCO Av. Mesa Redonda A.9 - OFIC. 1011194. RUC 2000000001

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 NTP 339.129

INSTRUMENTOS DE CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS EN OBRAS A LOS EFECTOS DE TITULO COMPROMISO DEL DISTRITO DE LA JOYA

LA JOYA  
 LA JOYA - TAMBOPATA  
 JOSE IBANEZ ESCALANTE  
 15/01/2015

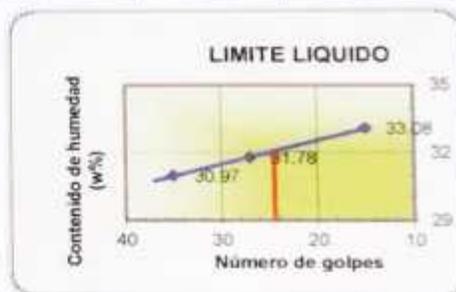
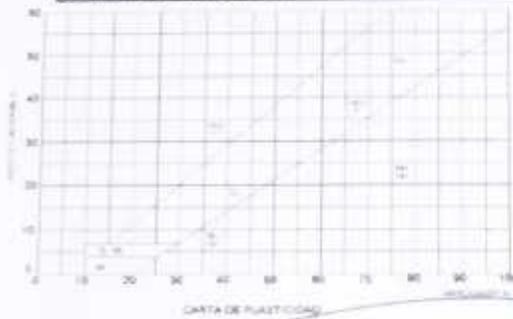
0 Progresiva : 0  
 0.00 m Lado : 0

**LIMITE PLASTICO - ASTM D 4318 LP (%) = 15.32**

Muestra	1	2
Peso de la Capsula (gr)	11.50	11.49
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	13.12	12.96
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	12.91	12.76
Peso del Suelo Seco (gr)	1.41	1.27
Contenido de Humedad (w)	14.89	15.75

**LIMITE LIQUIDO - ASTM D 4318 LL (%) = 31.85**

Muestra	A	B	C	IP (%)
Peso de la Capsula (gr)	11.13	11.48	11.39	
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	27.10	25.66	26.91	
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	23.13	22.24	23.24	
Numero de golpes	15.00	27.00	35.00	
Peso del Suelo Seco (gr)	12.00	10.76	11.85	
Contenido de Humedad (w)	33.08	31.78	30.97	<b>16.53</b>



GEOTECNIA E INGENIEROS E.I.R.L

VICTOR HUGO CARAZAS NIYANCA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 108352