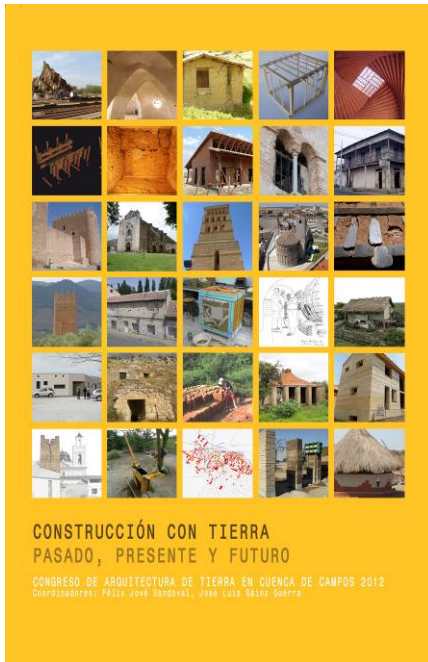




Construcción con Tierra Pasado, presente y futuro

Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos 2012.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra.

ISBN: 978-84-616-3485-9

D.L.: VA 257-2013

Impreso en España

Abril de 2013

Publicación online.

Para citar este artículo:

Vera, F; Olmos, P; Moreia, X; Mendoza, A; Intriago A; "TECNICAS DE CONSTRUCCION APLICABLES A PROGRAMAS DE VIVIENDA SOCIAL EN LA REGION DE MANABI (ECUADOR). CARACTERIZACION DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE BTC'S" En: *Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos 2012*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 231-238. Disponible en internet: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2013/22in-vera.pdf>

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

TECNICAS DE CONSTRUCCION APLICABLES A PROGRAMAS DE VIVIENDA SOCIAL EN LA REGION DE MANABI (ECUADOR). CARACTERIZACION DE SUELOS PARA LA CONSTRUCCION DE BTC'S

IX Congreso de Tierra en Cuenca de Campos, Valladolid, 2012

Francisco J. Vera López, Arquitecto ¹

Pedro J. Olmos Martínez, Prof. Dr. Ingeniero de Caminos ²

Xavier Moreira Roca Prof. Ingeniero Civil ¹

Alejandro Mendoza, Arquitecto ¹

Andrea Intriago, Arquitecta ¹

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí - ULEAM

Vía San Mateo, Manta – Ecuador

Universidad de Valladolid Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Avda. de Salamanca s/n 47003 Valladolid – España.

emails: f.javier.8@hotmail.com, olmos@arq.uva.es

PALABRAS CLAVE: *Caracterización de los BTC, Soluciones de habitabilidad*

Introducción

La ponencia se enmarca dentro de los trabajos realizados en el Proyecto de Fortalecimiento de la investigación y el conocimiento científico – técnico y cultural mediante el estudio de nuevos enfoques del planeamiento territorial y urbano y de tecnologías autóctonas y sostenibles que permitan mejorar la calidad de vida de la poblaciones más desfavorecidas de Manta – Ecuador.

Forma parte de los trabajos de investigación realizados para la ejecución de un prototipo de vivienda social en las zonas urbana y urbana – rural de la Ciudad de Manta, mediante

el empleo del BTC (bloque de tierra comprimida).

Se describe a continuación la metodología empleada para la caracterización del material de los BTC, así como los ensayos que permiten garantizar un buen comportamiento del material y del propio bloque de tierra.

Trabajos previos

Elección de los posibles emplazamientos

En Manta el clima es variado pudiendo ser del tipo tropical, cálido, seco, o fresco. Esta variación climática está supeditada a la presencia

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

de la corriente fría de Humboldt y el fenómeno de El Niño.

La temperatura media es de 28°C, alcanzando en la época de invierno los 30°C y descendiendo en la época veraniega hasta los 20 – 22°C

Zona urbana-rural del cantón Manta.
Se caracteriza por tener clima tropical seco.

Se eligieron distintos emplazamientos del entorno de la ciudad: La Revancha, Ciudad Azteca y Barrio 15 de Septiembre, tomándose muestras a distintas cotas para someterlas a pruebas de laboratorio y poder determinar las características del tipo de suelo.

Zona rural del cantón Manta.
Esta zona se caracteriza por tener un clima tropical húmedo.

Metodología empleada

A continuación vamos a exponer los pasos metodológicos empleados tanto para la caracterización del material como para la ejecución del BTC y la obtención de los parámetros identificativos de los bloques.

Los aspectos estudiados son:

- Caracterización del material. Ensayos realizados
- Elección del emplazamiento más adecuado
- Proceso de ejecución de los bloques. Rendimientos obtenidos
- Ensayos de resistencia de los BTC

Ensayos de caracterización

Granulometría

En la tabla 1 se muestran los resultados granulométricos de las distintas zonas ensayadas. La muestra marcada es la que se ha considerado idónea, por su uniformidad al proceder de una cantera.

Limites líquido y plástico

Observando la Fig. 3 vemos que la Norma UNE-41410:2008 limita la zona recomendada en un recinto cuyos límites se ajustan bastante al espacio comprendido entre la línea A, línea U, y límites líquido 25 y 50 del ábaco de Casagrande. Lo que nos indica que los suelos se identifican como CL y en algún caso (zona por debajo de la línea A) como ML.

TABLA 1 Resultados que reflejan los porcentajes de composición de cada uno de los suelos seleccionados para la extracción de la muestra y luego realizar las respectiva prueba en el laboratorio de la ULEAM. (Fuente Francisco Vera.)

MUESTRA ENSAYADA	COTA DE RECOGIDA	% GRAVA	% ARENA	% LIMO - ARCILLA,
ZONA RURAL				
TIERRA TIPO 1 (Centro del Aromo)	-0,40	0%	11,52 %	88,48 %
TIERRA TIPO 2	-0,20	0%	9,37 %	90,29 %
TIERRA TIPO 2'	-0,40	0,27%	7,26 %	90,50 %
TIERRA TIPO 3 (Cantera Vipa)	-0,40	0,07%	10,30 %	89,63 %
ZONA URBANA				
TIERRA TIPO 4 (Ciudad Azteca)	- 0,40	0,11 %	15,83 %	84,06%
TIERRA TIPO 4 *(Ciudad Azteca)	0,30	0,45 %	85,25 %	14,30 %
TIERRA TIPO 5 (La Revancha)	0,20	0,06 %	22,46 %	77,48 %

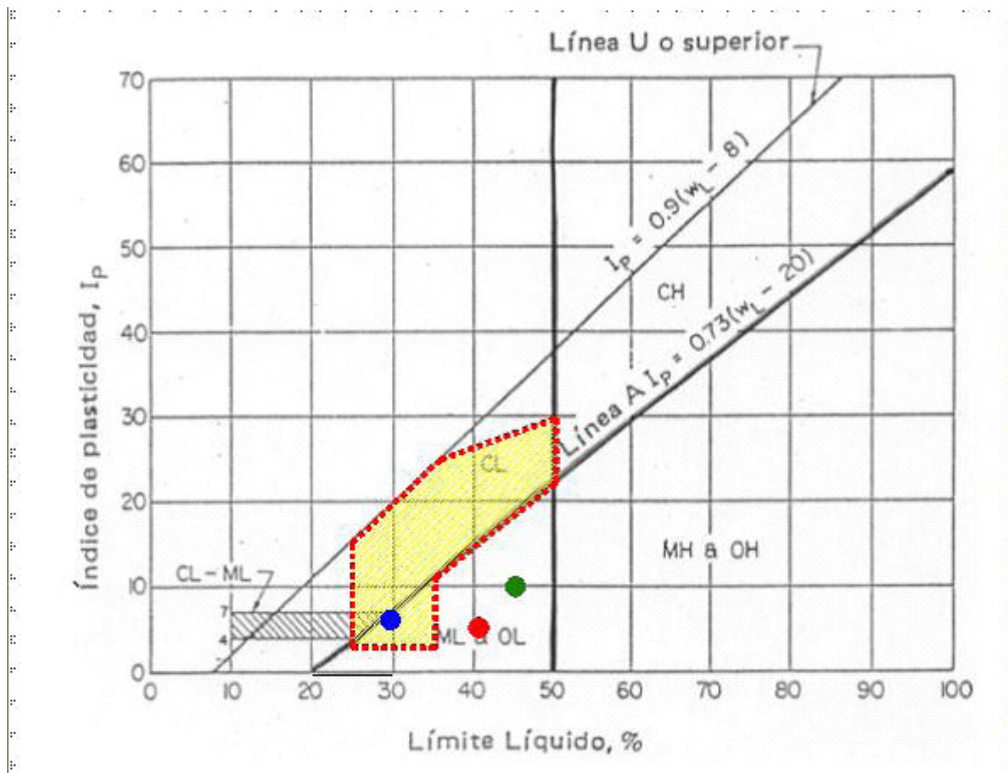


Fig. 3.- Propuesta de plasticidad Abaco de Casagrande (Fuente, Norma UNE-41410:2008)

Rojo: Tierra tipo 2 (Finca familia Camino)

Verde: Tierra tipo 2' (Finca familia Camino)

Azul: Tierra tipo 3 (Cantera Vipa)

Por lo tanto la clasificación de los suelos es ML: Limo Arcilloso con algo de arena, siendo el más conveniente a utilizar el de la Zona Rural del Cantón Manta en el sitio El Aromo donde se encuentra ubicada la Cantera Vipa, dado que es la única muestra que se encuentra dentro de la zona recomendada.

Elección del emplazamiento más adecuado.

Como ya se ha indicado, los ensayos realizados nos han conducido a la elección del terreno de la cantera Vipa (El Aromo), como el más adecuado, reuniendo adicionalmente las siguientes ventajas:

- Suelo o terreno homogéneo
- Proximidad al emplazamiento
- Cargada del material con maquinaria, esto implicaría no utilizar mano de obra en la excavación, lo que resulta económicamente positivo.
- Facilidad de transporte del material



Fig. 4.- "El Aromo", Ingreso de la cantera Vipa y cargada del material seleccionado (Fuente Francisco Vera)

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.



Fig.5.- Máquina CINVA-RRAM actualmente utilizada para la elaboración de los BTC's en el sitio El Aromo del Cantón Manta (Fuente Francisco Vera)

Ejecución de los BTC

El BTC fue desarrollado en la década de 1950 en Colombia, como un producto de investigación del Centro Interamericano de la Vivienda (CINVA) para producir materiales de construcción de bajo costo.

De esta investigación nació la prensa CINVA-RAM, nominada así por las siglas de dicho centro de investigación y por el apellido del fabricante, Raúl Ramírez. Desde los años 80 ha tenido gran difusión en todo el mundo.

La prensa dispone de las siguientes piezas complementarias que permiten elaborar diversos tipos de bloques:

1.- Placa y cilindros metálicos: Mediante el armado de estas piezas en conjunto, podemos obtener bloques huecos, que permitirán el paso de chicotes agarrados (armaduras) desde la parte estructural de la cimentación.

2.-Placas divisoras: Estos accesorios permiten que el bloque normal se pueda dividir en dos partes iguales, lo que permite la práctica del trabado de las fábricas.

3.-Taco de madera: Mediante la colocación de este accesorio, obtendremos una franja hueca en el bloque por la cual se conducirán las tuberías e instalaciones eléctricas.

4.-Esquinas redondeadas:

Permiten crear bloques con esquinas moldeadas, con el fin de permitir distintos diseños.

Mediante las paradas realizadas hemos constatado que es recomendable golpear el material con la ayuda de un puntal con mayor fuerza en las esquinas durante el llenado.

Para la ejecución de los bloques se observó que si se realiza la compactación del mismo de una sola vez, el resultado no será adecuado.

Se comprobó que realizando la compactación en dos etapas, el resultado fue óptimo.

De acuerdo con la experiencia obtenida en la elaboración del BTC, pudimos sacar conclusiones en cuanto a rendimientos por paradas, reflejándolos en la tabla 3, teniendo en cuenta que es un rendimiento teórico tomado de las primeras paradas, de la misma forma que este rendimiento puede variar en función de la fuerza aplicada en el proceso, variando de modo considerable si el trabajo lo ejecuta personal dedicado a este tipo de actividad.

La elaboración de estas tablas nos permitirá acercarnos a datos reales.

Hay que tener en cuenta que se necesitarán tres peones para realizar el proceso de elaboración, además se han considerado los imprevistos así como el cuidado y mantenimiento de la máquina.

Con todo ello el dato que más nos interesa es el valor económico de cada BTC ya terminado y listo para el uso, valor que sin duda alguna perfeccionando la técnica del proceso y el equipo de trabajo podrá mejorar considerablemente.

Ensayos de resistencia de los BTC.

De acuerdo con los ensayos de compresión seca realizados, nos pudimos dar cuenta que los bloques con mayor resistencia son los de tierra cemento (posición en tabla o echados), seguidos por los de tierra cal, mientras que con los de tierra sin aditivos no fue factible realizar el ensayo. Se ha obtenido como resistencia más alta a los 7 días la de 54.31 kg/cm² para el bloque de tierra cemento (posición de tabla o echado).

Tabla. 2.- Datos obtenidos practica y teóricamente de acuerdo a la ejecución de BTC's en el sitio (Fuente Francisco Vera.)

RENDIMIENTO BTC						
TIEMPO	PARADAS	BTC REALIZADOS	TIERRA M3 / BTC	TIERRA M3 / PARADA	CEMENTO M3 / PARADA	CEMENTO / SACO
15 MIN	1	5	0,00406	0,0203	0,0018	0,0396
1 HORA	4	20	0,00406	0,0812	0,0072	0,1584
DIARIO	32	160	0,00406	0,6496	0,0576	1,2673
SEMANA	176	880	0,00406	3,5728	0,3168	6,9703

Tabla. 5.- Rendimientos generales y referenciales en cuanto a la ejecución de BTC's en el sitio (Fuente Francisco Vera.)

RENDIMIENTO POR SEMANA				
DESCRIPCIÓN	UNID.	V UNITARIO \$	CANT.	IMPORTE \$
Mano de obra	Persona	70,00	3,00	210,00
Cemento	Saco	7,25	7,00	50,75
Transporte	m3	3,75	4,00	15,00
Mantenimiento máquina	Glob.	10,00	1,00	10,00
			TOTAL	285,75
			BLOQUES POR SEMANA	880
			COSTO POR BTC	0,32

Los ensayos de resistencia de la tabla 7, fueron realizados a bloques del prototipo después de haber aplicado una dosificación diferente a la del cuadro de la tabla 6, Como resultado se ha conseguido una resistencia mayor a medida que pasa el tiempo de curado del bloque, además de conseguir valores de resistencia superiores a los del ladrillo cocido, material de uso común para el uso en nuestras construcciones.

Construcciones de las fábricas de BTC del prototipo.

Los trabajos tienen como antecedentes las prácticas realizadas con alumnos de la ULEAM, incorporándose dichos alumnos a la ejecución del prototipo que se desarrolla en este proyecto del AECID. Se plantea dentro de los objetivos el ensayo de nuevos materiales que permitan dar una mayor estabilidad a la vivienda en construcción, para ello se incorpora como nuevo material el BTC.

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

Tabla. 6.- Pruebas de compresión simple- Laboratorio de la ULEAM (Fuente Alejandro Mendoza – Andrea Intriago)

MUESTRA ROTURAA LOS 7 DIAS

TIPO DE BLOQUE	DIMENSIONES	FECHA	SECCIÓN	RESISTENCIA
BLOQUE TIERRA	29 X 14 CM	5/3/2012	406 CM2	
BLOQUE TIERRA - CAL	29 X 14 CM	9/3/2012	406 CM2	22,66 Kg/cm2
BLOQUE TIERRA - CAL	29 X 10 CM	9/3/2012	290 CM2	27,59 Kg/cm2
BLOQUE TIERRA - CEMENTO	29 X 14 CM	9/3/2012	406 CM2	54,31 Kg/cm2

MUESTRA ROTURAA LOS 21 DIAS

TIPO DE BLOQUE	DIMENSIONES	FECHA	SECCIÓN	RESISTENCIA
BLOQUE TIERRA	29 X 14 CM	19/3/2012	406 CM2	32,72 Kg/cm2
BLOQUE TIERRA - CAL	29 X 14 CM	23/3/2012	406 CM2	61,57 Kg/cm2
BLOQUE TIERRA - CEMENTO	29 X 10 CM	23/3/2012	290 CM2	71,42 Kg/cm2

Tabla. 7.- Pruebas y comparaciones de compresión simple- Laboratorio de la ULEAM (Fuente Francisco Vera - Alejandro Mendoza – Andrea Intriago)

ROTURAA COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES

TIPO DE BLOQUE	DIM.	FECHA MOLDEO	F E C H A ROTURA	TIEMPO DE CURADO	SECCIÓN	CARGA Y C. SIMPLE	RES. Kg/cm2
Bloque tierra - cemento macizo	29x14 cm	9/7/2012	21/8/2012	43 dias	406	32,000	78,82
Bloque tierra - cemento macizo	29x14 cm	18/7/2012	21/8/2012	34 dias	406	25,500	62,81
Bloque tierra - cemento (con huecos)	29x14 cm	14/8/2012	21/8/2012	7 dias	406	17,000	41,87
Bloque tierra - cemento (con huecos)	29x14 cm	7/8/2012	21/8/2012	7 dias	406	22,000	54,18
ladrillo	26x14 cm	7/8/2012	21/8/2012	14 dias	364	8,000	23,12



Fig. 7.- Prototipo de vivienda social – Sitio el Aromo, actualmente en ejecución (Fuente Grupo de Investigación AECID – ULEAM - UVa)

No hay duda que la utilización de otros materiales es muy recomendable, por motivos varios, muchos cumplen con funciones o características de los cuales otros no cuentan y se busca una fusión que colabore con el desempeño de lo planteado.

Conclusiones

Se ha estudiado la posibilidad de distintos emplazamientos dentro de dos zonas características del cantón Manta, clima tropical seco y clima húmedo.

Se han analizado las muestras obtenidas de las distintas ubicaciones clasificándolas granulométricamente y determinando sus límites de ATTERBEG.

Se ha elegido la muestra cuyas características plásticas quedan dentro de la zona aconsejada en el Abaco de Casagrande para la ejecución de BTC (Norma UNE 41410).

La muestra elegida procede de la cantera Vipa adoptándose como lugar de provisión del material terreo por su idoneidad, homogeneidad y cercanía al lugar de ejecución del prototipo.

Se ha mostrado la maquinaria para la elaboración y la forma de ejecución de los BTC así como los rendimientos obtenidos.

Se han realizado ensayos de compresión simple a los BTC a distintas edades con objeto de conocer su resistencia potencial pudiéndose clasificar los BTC como “BTC – 5” (Norma UNE 41410).

Se ha comprobado la idoneidad de los bloques con la construcción del prototipo de vivienda en ejecución.



Fig. 8.- Observamos los diferentes tipos de bloques que se pueden realizar con la CINVARRAM, esto siempre y cuando conociendo el debido uso de los accesorios y acoples con que cuenta. De la misma manera observamos que el BTC macizo es el más usado, pero hay que recalcar que existen bloques diferentes tanto en el aspecto formal como en el aspecto funcional, cada uno de acuerdo a sus necesidades. (Fuente Francisco Vera, Alejandro Mendoza, Andrea Intriago)

CONSTRUCCIÓN CON TIERRA.

Bibliografía

AENOR.- *La norma UNE 41410/2008 "Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques, definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.*

OLMOS P. J., JOVE F.- *La Norma UNE 41410/2008 Análisis y comentarios desde el punto de vista geotécnico. VI Congreso Internacional de Arquitectura en Tierra. Cuenca de Campos (Valladolid) Septiembre 2009.*

OLMOS P.J.- *El terreno como material de construcción de elementos murriños mediante BTC. Análisis y propuestas desde el punto de vista geotécnico. I Ciclo de conferencias UVA – España / ULEAM – Ecuador Manta, Febrero 2012.*

Notas

La presente comunicación es parte del trabajo desarrollado durante el año 2012 en el marco del Proyecto de Cooperación Internacional (PCI) titulado: "Fortalecimiento de la investigación y el conocimiento científico-técnico y cultural mediante el estudio de nuevos enfoques del planeamiento territorial y urbano y de tecnologías autóctonas y sostenibles que permitan mejorar la calidad de vida de la población más desfavorecida de Manta, Ecuador", financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID)