

ANEXO 1.

PROCEDIMIENTO Y PRUEBAS TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DEL LADRILLO

Lo primero que se debe definir es el tipo de material que constituye el principal material para la construcción con tierra cruda, el cual se ha definido como suelo. Diferente a las características que pueda tener la denominada tierra negra, material que tiene un alto contenido orgánico y cuya composición no brinda unas condiciones adecuadas para ser sometido a un trabajo de resistencia a la compresión.

De lo anterior se define el suelo o tierra como el material que se encuentra por debajo del horizonte de capa orgánica o de capa vegetal, que por situaciones geológicas particulares de la región del Alto Ricaurte del municipio de Ráquira, Boyacá, está conformado por el material que conforma el estrato de roca sedimentaria, cuya materia es desmenuzable, presenta un color rojizo y un alto contenido de elementos finos, sin ningún elemento orgánico tal como raíces, hojas tallos ni material de color oscuro (negro o pardo), producto de la descomposición orgánica.

Ahora bien, para la fabricación del Bloque de Tierra Comprimida estabilizada con cal, se llevo a cabo el siguiente procedimiento:

1. Selección del Material.

1.1. Localización

Para poder definir el material a utilizar fue necesario disponer de cinco muestras de suelo tomadas en dos localidades que fueron Ráquira y Chivatá, teniendo en cuenta que en ambos municipios ha existido una fuerte tradición alfarera. De las cinco muestras estudiadas, tres fueron de Chivatá y las dos restantes del Ráquira como se muestra en las Tablas 1 y 2.

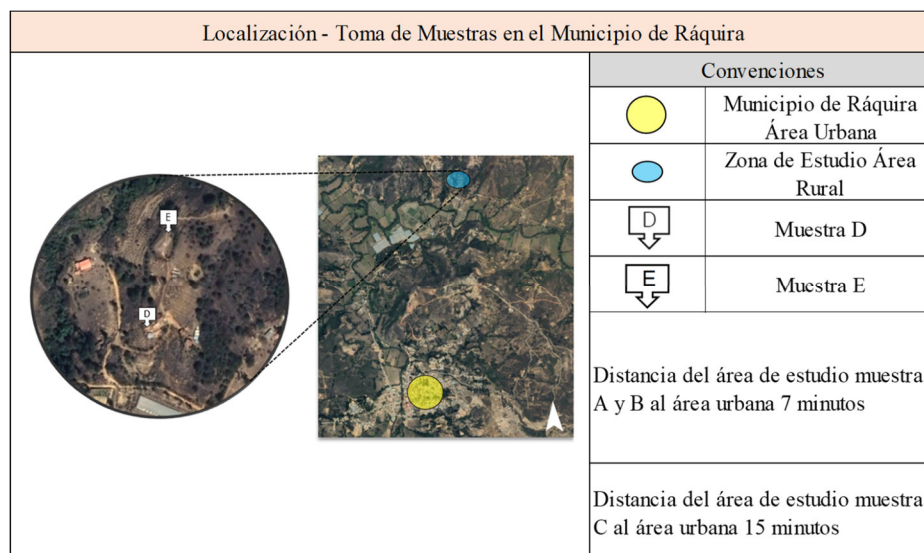
Tabla 1.

Localización del lugar de toma de las muestras en el municipio de Chivatá.

Localización - Toma de Muestras en el Municipio de Chivatá	
	Convenciones
	Municipio de Chivatá Área Urbana
	Zona de Estudio Área Rural
	Muestra A
	Muestra B
	Muestra C
	Distancia del área de estudio muestra A y B al área urbana 7 minutos
	Distancia del área de estudio muestra C al área urbana 15 minutos

Tabla 2.

Localización de las zonas de toma de las muestras en el Municipio de Ráquira.



Teniendo en cuenta las exploraciones realizadas, se determinó en cada una de las zonas los estratos cuyas características cumplieran con las características preestablecidas, a fin de poder generar comparaciones en su composición y granulometrías. Es por lo anterior que, el rango de profundidad de toma de las muestras fue entre los 2 y los 70 cm., eliminándose toda la capa vegetal u orgánica existente.

Posteriormente, se hace una clasificación de las muestras como se muestra en la tabla 3, en donde se consignan los datos básicos de cada lugar, acompañado de su fotografía y profundidad de toma según la identificación realizada en las tablas 1 y 2, respectivamente. En la fotografía de cada una de las muestras se puede apreciar algunas de las características de cada muestra, sin ser alterada o manipulada, simplemente colocada en el bol para proceder a desarrollar la fase de análisis. Es importante tener en cuenta que cada una de las muestras fue transportada de manera individual en bolsas plásticas tipo “Ziploc”, o con cierre. Cada bolsa iba rotulada con una letra que determinaba el tipo de muestra y lo que facilita su identificación y procedencia.

De la exploración y extracción de las muestras se dedujo que, en el caso de Chivatá, la zona donde se recuperaron las muestras y su poca profundidad, evidencian las alteraciones que el terreno ha sufrido producto de la actividad minera y alfarera, pues en uno de los lotes se pudo encontrar vestigios de un antiguo horno de cocción de ladrillo (horno a fuego dormido), así como evidentes alteraciones en la topografía del sitio, lo que de alguna manera evoca movimientos de tierras a manera de cantera, por el tipo de socavación presentado. En algunas zonas se encontraba el material a la vista; en otras era evidente que algunas especies vegetales como gramas y plantas de talla baja, habían colonizado estas zonas.

Tabla 3.

Clasificación de las muestras según lugar de toma.

Muestra	Lugar	Profundidad de Toma	Evidencia
A	Municipio de Chivata Boyacá-Colombia	0,20 cm	
B	Municipio de Chivata Boyacá-Colombia	0,40 cm	
C	Municipio de Chivatá Boyacá-Colombia	0,20 cm	
Muestra	Lugar	Profundidad de Toma	Evidencia
D	Municipio de Ráquira Boyacá-Colombia	0,70 cm	
E	Municipio de Ráquira Boyacá-Colombia	0,02 cm	

Nota: Las muestras A, B y C fueron tomadas en el municipio de Chivatá, mientras que las muestras C y D en el municipio de Ráquira.

En las fotografías también se puede evidenciar la diferencia de colores que se obtuvo de los materiales. Cabe anotar que las muestras A y C cuyo color es más claro, al momento de la extracción, teniendo en cuenta que días atrás había llovido, fueron más difíciles de extraer que la de color amarillo (muestra B).

De la misma manera se llevó a cabo el procedimiento en Ráquira, sin embargo, allí la diferencia de profundidad es mucho más evidente, lo que permitió en el caso de la muestra E, obtener un material superficial y sin presencia de materia orgánica, salvo aquellos elementos como hojas y ramas producto de la caducidad de las plantas del entorno. Esta condición es dada por la pérdida de la capa orgánica producto de la erosión mecánica producida por el agua de escorrentía y los agentes atmosféricos, como consecuencia de la deforestación que hay en esta región. En conclusión, en cada una de las muestras se puede decir que el material corresponde al horizonte C del suelo.

Es importante poder determinar que las muestras de suelo analizadas no presentaron elementos de gran tamaño, por lo cual se adoptó la clasificación del suelo según el tamaño de las partículas que lo componen. En consecuencia, se tiene entonces que las muestras presentaron la siguiente clasificación: gravas, gravillas, arenas, limos y arcillas. Esto fue determinado a partir de las pruebas y análisis realizados a cada una de las muestras.

1.2. Análisis

Una vez clasificadas las muestras, se procede a someterlas a diferentes pruebas, como lo fue la de tamizaje, sedimentación, hidrometría y plasticidad.

1.2.1. Prueba de tamizaje

El análisis de granulometría se llevó a cabo a través de la prueba de tamizaje, la cual consistió en pasar cada una de las muestras a través de una torre conformada por cribas de mallas cuadradas de diferentes tamaños. El resultado del análisis permitió determinar la cantidad respectiva de los diferentes elementos que componen cada muestra de suelo (gravillas, arenas, limos y arcillas).

Para cada análisis se utilizó un total de 10 mallas diferentes la base, disponiendo los tamices uno sobre otro hasta formar una torre, iniciando con un recipiente con fondo cerrado denominado base. De manera consecutiva se colocan los siguientes tamices, teniendo en cuenta siempre ubicar el de menor tamaño debajo del que le sigue el cual tendrá una malla con mayor abertura, así como se evidencia en la figura 1.

Figura 1

Tamices utilizados en el análisis granulométrico

TAMICES UTILIZADOS	
SERIE	(mm)
1"	25,4
3/4"	19
3/8"	9,5
# 4	4,76
# 10	2
# 20	0,84
# 40	0,425
# 60	0,250
# 140	0,106
# 200	0,075
Base	

Nota: Los tamices mayores a 1" no se utilizaron, dado que las muestras estudiadas no presentaban estas granulometrías.

Con la realización de este análisis, se logró determinar el porcentaje de distribución del tamaño de los elementos que componen cada una de las muestras, la proporción de los mismos frente al volumen original o total de la muestra determinado en porcentaje. Este procedimiento permite además determinar y caracterizar los materiales geológicos y de acuerdo con los resultados, también permitió establecer cuál de las granulometrías o tamaños obtenidos, era el más conveniente para la producción del bloque de tierra comprimido.

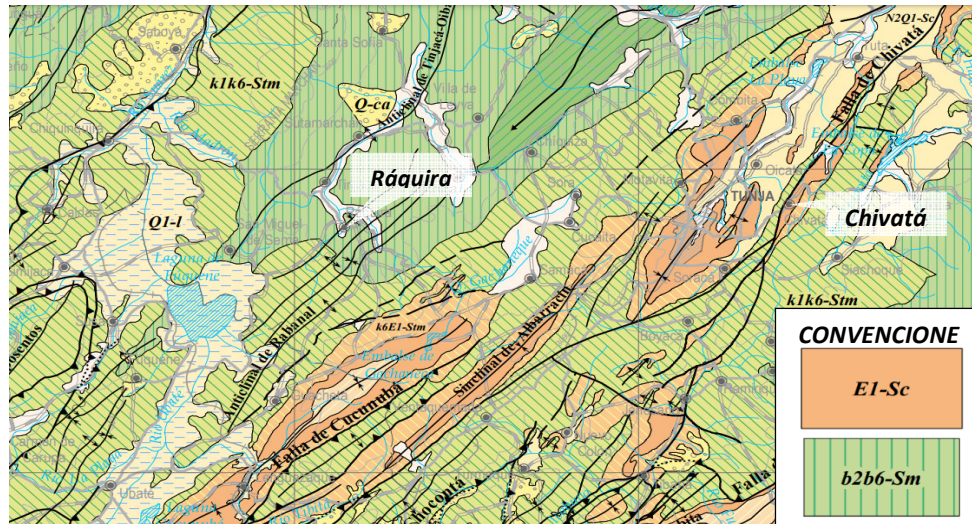
Ahora bien, comparando los resultados de las muestras y sus lugares de toma, los cuales se han referenciado en la figura 2, se tiene que las muestras provienen de una roca sedimentaria, cuya formación geológica son diferenciadas no solamente por la era y el periodo geológico, sino por el ambiente en el cual se han originado. Esto se confirma gracias a la nomenclatura definida por el Servicio Geológico de Colombia, en donde los códigos determinados en la Plancha 5-09 del Atlas Geológico de Colombia, “b2b6-Sm” correspondiente a la muestra de Ráquira y el “E1-Sc”, a la de Chivatá, las letras después del guion de cada código corresponden al tipo de roca y al ambiente de formación, es decir, ambas muestras tienen origen Sedimentario (S) pero la de Ráquira proviene de un medio marino (m), mientras que la de Chivatá proviene de un medio continental (c). Esto redunda en los elementos que conforman cada una de las muestras, encontrando entonces que las muestras de Ráquira tienden a tener Shales con yeso, cherts (rocas sedimentarias ricas en sílice de granos finos), calizas y arenitas. Por su parte las muestras de Chivatá pueden estar conformadas por conglomerados (rocas sedimentarias con clastos de gran tamaño tipo gravas), intercalados con arenitas de grano medio a grueso y lodolitas carbonosas. Estas últimas están presentes en más del 50% de las rocas sedimentarias.

Las pruebas de tamizaje, se llevaron a cabo en las instalaciones del laboratorio de suelos de Ingeniería de la Universidad de Boyacá. Allí se contó con equipo especializado y calibrado, además de la orientación del ingeniero civil que estaba a cargo del laboratorio, quien preparó las diferentes pruebas y toma de resultados.

Para el desarrollo del análisis de granulometría se llevó a cabo el siguiente procedimiento: Cada una de las muestras se colocó un cuenco o tazón de aluminio. Este recipiente fue previamente pesado en la báscula digital, con lo cual se tara la misma y luego se incorpora la mezcla ya seca. Luego se toma el registro del peso total de cada muestra completa para establecer para poder luego determinar el peso de cada muestra. Luego de haber tarado la báscula y de haber pesado las muestras, se el registro del peso inicial. Posteriormente se dispone el recipiente con la tierra en un horno de convección mecánica a una temperatura de 100°C para secar completamente la muestra durante 24 horas.

Figura 2

Detalle de la Plancha 5-09 del Atlas Geológico de Colombia.



Nota: En la imagen se resaltan los municipios en los que se tomaron las muestras, evidenciándose la diferencia de las formaciones geológicas las cuales aparecen representadas en las convenciones, teniendo en cuenta que las dos clasificaciones pertenecen a cuencas sedimentarias.

Fuente: Gómez, J. & Montes, N.E., compiladores. 2020. Atlas Geológico de Colombia 2020. Escala 1:500 000. Servicio Geológico Colombiano, 26 hojas. Bogotá.

Luego de esto, se pesa toda la muestra seca y se registra la diferencia de los pesos. Siguiendo con los lineamientos para un análisis de suelos, se procede a establecer un peso específico de cada una de las muestras el cual fue determinado entre 1.000 y 1.014 gramos. Esto se hizo con el fin de establecer el 100% del peso de la muestra a estudiar, valor que será de referencia para el análisis porcentual de los elementos que la componen.

Una vez lista la tierra a ser tamizada, se usaron 11 tamices colocados en torre o columna, de manera que los tamices de mayor abertura, es decir los más grandes quedarían en la parte superior y de manera consecutiva se disponían los de menor tamaño en la parte inferior hasta llegar al tamiz No. 200, cuya abertura es igual a 0.074 mm.

La operación del vertido de la tierra en los tamices se hace de manera manual, y con movimientos oscilatorios se mueve la mezcla para que las partículas más finas vayan pasando al siguiente nivel. Las que quedan en el tamiz y que no pasan serán pesadas y clasificadas según su tamaño. El peso obtenido de cada uno de los elementos que son retenidos en los tamices, serán comparados con el peso total de la muestra

para obtener la relación porcentual del mismo. En algunos casos de las mallas más finas, fue necesario utilizar una brocha de pelo suave para liberar la mayor cantidad de material acumulado.

Una vez pesados cada uno de los materiales obtenidos, son clasificados y relacionados con el número del tamiz y el peso obtenido en cada uno. Estos resultados se muestran la siguiente tabla, en donde se relaciona el valor del peso de la cantidad tomada, el peso del recipiente y los pesos específicos de cada uno de los materiales recuperados en los tamices. Ver Anexos, fichas por muestra.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que la Muestra A presenta un alto contenido de gravillas (5) recuperadas del tamiz #10, lo cual representa el 33,94% del peso de la muestra. Le sigue las gravillas gruesas (4) con un peso de 287,09 gr correspondiente al 28,53% del peso de la muestra. Estos dos elementos sumados darían un valor correspondiente al 62,48% de la muestra. Como conclusión preliminar se tiene que la cantidad de materiales finos es muy baja, por lo cual este tipo de suelo deberá ser estabilizado con tierras más arcillosas para mejorar la cohesión de los elementos. Así mismo, la granulometría obtenida en el tamiz 10, representa un tamaño adecuado para la compresión del material.

En cuanto a la muestra B, se tiene que esta muestra contiene proporciones similares en relación a los materiales finos y las gravillas. Los finos (9) retenidos en el último tamiz (#200) representan el 0.74% del peso del material y los finos que logran (10) pasar al recipiente base equivalen al 1,57% del peso del material, para un total de 2,31%, lo cual representa también un nivel muy bajo de arcillas respecto al elevado porcentaje de gravillas (4 y 5) que se tiene en la muestra 25,65% y 23,87% respectivamente.

La muestra C presentó proporciones muy similares a las de la muestra A, sin embargo, se recuperaron elementos en menos tamices, es decir, mientras la muestra A requirió de los 10 tamices, la muestra C solamente requirió de 9. El contenido de arcilla de esta muestra es bajo en relación a los contenidos de gravillas la cual evidencia un mayor contenido en estos elementos que las anteriores muestras, con un valor cercano al 57%, mientras que las arcillas representan el 1,7% del total del peso de la muestra.

Ahora bien, las muestras D y E correspondientes al municipio de Ráquira, presentan mayor contenido de arcillas, respecto a las muestras anteriores y una proporción de gravillas más equilibrada. Se tiene además que la muestra D presenta una granulometría de menor tamaño, lo que se evidenció en la recuperación del material según los tamices. El tamiz más grande en el que se recuperaron elementos fue el #4. Esta situación llevó a que solamente se utilizaran 7 tamices, los cuales se relacionan en la tabla correspondiente a la muestra en los anexos.

1.2.2. Prueba de Sedimentación

Posteriormente, a cada una de las muestras se le hicieron las pruebas de sedimentación para poder determinar el porcentaje de elementos finos de cada una de ellas. Para ello se inicia el proceso con la

preparación de 500 ml de una solución de agua con 20 gramos de hidróxido de sodio (NaOH, también conocido como soda cáustica). Esta disolución se agita con el agitador magnético, logrando obtener una disolución solvente (componente de mayor cantidad en este caso el agua), y soluta (componente de menor cantidad, en este caso el hidróxido de Sodio) que facilitará el proceso de decantación y separación de los elementos más pesados.

Posteriormente se repartió la disolución en probetas llenándose cada una hasta los 100 ml. Luego en un vaso de precipitado se vertieron los 100 ml y se agregaron 100 gramos del material recuperado en el tamiz #200 (0,075 mm). Este proceso se hizo por cada una de las muestras. Finalmente, con un mezclador de vidrio se agitó el contenido del vaso y se dejó reposar por 24 horas.

Pasadas las 24 horas, se midieron los estratos que se formaron para poder encontrar la relación porcentual de dichos componentes (arena, limos, arcillas) de acuerdo a la relación de volúmenes que se tiene, con lo que se obtuvieron los resultados de la

Tabla 4

Tabla comparativa de los porcentajes de elementos finos en las muestras analizadas

Muestra	Cantidad de Muestra (cm)	Arenas (cm)	%	Limos (cm)	%	Arcillas (cm)	%
A	3	0,3	10,0%	1,2	40,0%	1,4	46,7%
B		0,2	6,7%	0,7	23,3%	1,9	63,3%
C		0,3	10,0%	0,5	16,7%	1,9	63,3%
D		0,3	10,0%	0,4	13,3%	2,1	70,0%
E		0,2	6,7%	0,6	20,0%	2,0	66,7%

De estas muestras se recuperaron las arcillas y se llevaron a cabo las pruebas estándar de análisis de contenido de humedad de cada una, comparando el peso de la muestra saturado y luego seco durante un tiempo de 24 horas a una temperatura de 100°C.

Tabla 5

Tabla comparativa del contenido de humedad en cada muestra

Muestra	Cantidad de Muestra (gr)	Peso del Recipiente (gr)	Peso Inicial (gr)	Peso Final (gr)	Cantidad de Agua (Pi-Pf) (gr)	Porcentaje (%)
A	50	5,23 gr	55,23 gr	51,05 gr	4,18 gr	7,57%
B	50	4,82 gr	54,82 gr	45,72 gr	9,10 gr	16,60%
C	50	5,03 gr	55,03 gr	48,34 gr	6,69 gr	12,16%
D	50	5,13 gr	55,13 gr	43,88 gr	11,25 gr	20,41%
E	50	4,93 gr	54,93 gr	52,71 gr	2,22 gr	4,04%

Luego de lo anterior, se toman 100 gramos del material recuperado en el tamiz #40 de cada una de las muestras. Con ese material se hizo una pasta a la cual gradualmente se le aplicó agua hasta llegar a un límite de plasticidad y consistencia requeridos. Inmediatamente se dispone la mezcla en el recipiente del aparato de Casa Grande, en el cual se efectuó la prueba de límite de Atterberg. Esta es una prueba estándar.

Finalmente se realizaron las pruebas de hidrometría con las cuales se determinaron de manera cuantitativa, los diferentes tamaños de las muestras más finas, por lo que se utilizaron los materiales que pasaron por el tamiz #200. Se hizo la preparación de las diferentes probetas con agua destilada y con un mezclador mecánico, durante un minuto se agitaron las mezclas. Luego de esto se traslada el contenido a la probeta. Se completó el volumen de 1000 ml con agua destilada en cada una de las probetas y se disponen en la cámara de hidrometría, la cual garantizó una temperatura constante en cada una de las muestras. Inmediatamente se hizo la toma del tiempo y con el hidrómetro se hicieron las lecturas durante los siguientes intervalos: 1 minuto (min), 2 min, 5 min, 10 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min y 250 min. Esta es una prueba estándar.

Como resultado final del análisis, se determinó que la muestra D es la que presenta mayor contenido arcillosos y una proporción granulométrica que en comparación con la literatura consultada resultó con valores muy cercanos a los ideales para la elaboración del bloque. Sin embargo, se optó por incorporar arena de peña para aumentar la cantidad de arenas y gravillas y como elemento estabilizante se optó por la cal apagada.

1.3. Proceso de Fabricación del Bloque de Tierra Comprimida

Para la fabricación de los bloques fue importante disponer de las siguientes herramientas y materiales

Herramientas

- CINVA-RAM: máquina bloquera sencilla, de acción manual.
- Baldes plásticos negros de construcción de 10 litros, con asa metálica.
- Manguera
- Regadera
- Palas redondas número 2 con cabo de madera
- Pica de construcción
- Zaranda metálica con malla hueco de 6x6
- Brocha de pelo suave

- Espátula plástica de 3"

Materiales

- Agua
- Cal Apagada o Hidróxido de calcio
- Arena de peña
- Suelo
- Vinaza (1 Galón)
- Aceite quemado $\frac{3}{4}$ de galón

Procedimiento

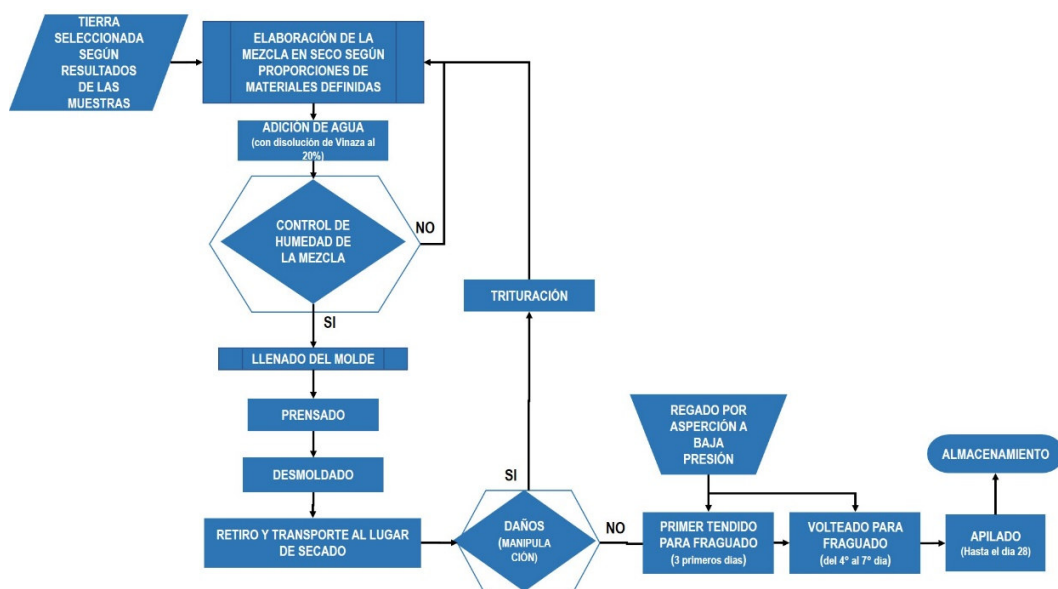
El proceso inicia con la instalación de la máquina CINVA-RAM en el lugar donde se hará la producción. El lugar que se ha destinado para la preparación de los bloques se adecuó de tal manera que se contará con una placa de concreto sobre la cual se pueda trabajar sin contaminar la mezcla. Se dispuso un punto de agua para el lavado de la herramienta y para el suministro al momento de preparación de la mezcla.

Se elaboró una cubierta a dos aguas con tejas de zinc, apoyadas sobre una estructura de madera, la cual está abierta por todos sus costados, permitiendo el paso del aire y evitando la incidencia del sol directamente sobre los bloques durante el proceso de fraguado. Es importante destacar que esta construcción se localizó cerca de la mina o zona de donde se extrae el material denominado suelo.

A continuación, la figura 3 muestra el diagrama del proceso que se implementó para la elaboración de los bloques.

Figura 3

Diagrama de flujo del proceso de fabricación del BTC estabilizado con cal



El proceso productivo inicia con la extracción del material directamente del terreno, y se coloca sobre la placa de contrapiso para luego ser cernido y eliminar así elementos vegetales como raíces, elementos contaminantes como residuos orgánicos e inorgánicos y seleccionar la granulometría según las pautas obtenidas en los análisis y en el diseño de mezcla seleccionada que durante el estudio se definió como ideal, por lo que se descartó todo el material que se retuvo en la zaranda de hueco de 6x6 mm.

Se realiza el mismo procedimiento con la cal apagada, sin embargo, con este material se utilizó una malla de 5x5 mm, evitando gránulos de gran tamaño, que puedan haber quedado mal apagados y que pueden generar algún tipo de alteración al bloque, por fractura o fisuración. La cal cernida se coloca dentro de una lona para facilitar su manipulación y evitar molestias por el polvo. Así mismo se procede a colocar en una lona la arena de peña cernida. Igualmente se zarandea la arena de peña, la cual fue cernida con la malla de 6x6 mm

Una vez amontonada la tierra (suelo), se va tomando cantidades iguales con el balde negro de construcción, llenándolo hasta la marca de 10 litros. De aquí se determina la cantidad de suelo que llevará la mezcla la cual se definió en 7 unidades o baldes. Así mismo se procede hacer con la arena de peña vertiéndola sobre el montón de suelo, en una proporción de 3 unidades. Finalmente, se incorpora a los materiales anteriores la cal apagada, en una proporción de 4 unidades, quedando establecida la mezcla de la siguiente manera 4:3:7, como se muestra en la figura 4.

Figura 4

Esquema de referencia para la proporción en la mezcla



El proceso de mezclado se hace en seco, sin adicionar agua a la mezcla, hasta lograr obtener una mezcla de color homogéneo.

Para la cantidad de agua a utilizar, se tiene que el grado de humedad obtenido en la prueba de límite de plasticidad, teniendo en cuenta que para la muestra seleccionada (Muestra D), el porcentaje de agua del Límite líquido fue de 50,44%. Este valor se tomó como valor máximo, sin embargo, para la dosificación del agua se fue agregando de manera paulatina a la mezcla con una regadera, midiendo previamente la cantidad a utilizar y a medida que se incorporaba y se humedecía la mezcla, se iba adquiriendo un color más oscuro.

La mezcla continuaba revolviéndose hasta lograr nuevamente un color homogéneo y durante el proceso se tomaban puñados de mezcla, se apretaban con la mano y se dejaban caer a una altura de 1 metro. Teniendo en cuenta las características del impacto de la bola contra el piso y la forma que presentaba la misma, se determinaba si el nivel de humedad de la mezcla es el ideal, lo que trajo como conclusión que la mezcla utilizó 3,5 baldes de agua, lo que corresponde al 25% del volumen de la mezcla.

Ahora bien, en el agua se aplicó una disolución de vinaza lo que también permitió que se redujera el volumen de agua a utilizar, en una proporción cercana a 1 Kg de vinaza en polvo por 16 litros de agua.

Una vez se tiene la mezcla lista, se procede a barnizar las caras interiores del molde de la CINVARAM con aceite quemado, para evitar que el material del bloque se adhiera a las paredes al momento de la compresión, facilitando así su desmolde.

A continuación, se procede a sacar el bloque para ser trasladado a la zona de secado, colocándose de canto directamente sobre la superficie del suelo, el cual ha sido regado con arena fina para evitar que se pegue. Se colocaron de manera individual y separados unos con otros, creándose calles y carreras, para que el aire circule a través de ellos. Allí se dejaron secar los bloques durante 28 días, sin embargo, durante los tres primeros días se iban cambiando de posición para dejar expuesta la cara que daba contra el piso y que esta se secase de manera uniforme también. Durante los 7 primeros días también se regaban con la regadera o por aspersión a una baja presión, evitando que se alteren las caras por el desgaste mecánico producido por la acción del agua.

A partir del 8° día se apilan en grupos de máximo cinco bloques de altura dejando calles y carreras entre cada grupo y así permanecerán hasta terminar el proceso de fraguado. Hasta aquí el bloque ha alcanzado cerca del 70% de su resistencia. Posteriormente y pasados los 28 días nuevamente se trasladan y apilan en la zona de almacenamiento en donde se deberán organizar de tal manera que los más antiguos queden disponibles para la utilización en la obra.

Se hicieron 10 bloques con cada tipo de muestra y se tomó uno de cada una para someterlos a la prueba de inmersión. Previamente se pesaron los bloques y se registró su peso y luego de 48 horas inmersos en agua, se sacan y se pesan nuevamente, para verificar el peso adquirido por la absorción de agua. La relación de la diferencia de estos dos valores permite determinar la porosidad del coeficiente de absorción en relación a las dos masas obtenidas. Para esto se tomó como base la siguiente fórmula:

$$n = \frac{V_v}{V_s}$$

En donde n hace referencia al coeficiente de porosidad; V_v al volumen de vacíos y V_s al volumen de sólidos. Se hace la relación entonces de los valores V_v y V_s, teniendo en cuenta que V_v es equivalente a la

diferencia del Peso inicial de la muestra y el Peso final, que para este caso el peso inicial es el peso luego de 28 días de fraguado y el peso final es el peso del bloque luego de 48 horas de inmersión. Este resultado es dividido por el peso final para poder determinar el porcentaje en relación a los pesos. Esto se representa con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\text{Peso Final} - \text{Peso Inicial}}{\text{Peso Final}} \quad \text{equivalente a} \quad \frac{\text{Cantidad de Agua}}{\text{Peso Final}} = \% \text{ de absorción}$$

Es importante tener en cuenta que los datos adquiridos de la muestra seleccionada (muestra D) se compararon con bloques fabricados con las mismas proporciones de material, excepto la disolución de vinaza, lo que arrojó una diferencia cercana al 9% lo que se traduce en la disminución de la absorción, así como se muestra en la tabla 4.

Así mismo, se hicieron las pruebas de barnizado con disolución de vinaza sobre cada una de las caras (testas, cantos y tablas) de los bloques cuya mezcla no contenía vinaza y se encontró que muchos en algunos casos hubo un incremento del peso del material en un rango entre 50 y 300 gramos, que en promedio corresponde a 83 gr, es decir el 1,28% del peso inicial.

Tabla 6

Comparación de los pesos del bloque seco y luego del periodo de inmersión

BLOQUE	PESO INICIAL	MEZCLA CON VINAZA	PESO FINAL	DIFERENCIA DE PESOS	% ABSOR
BLOQUE MUESTRAD1	6452 gr		7402 gr	950 gr	12,84%
BLOQUE MUESTRAD2*	6654 gr	X	7289 gr	635 gr	8,71%
BLOQUE MUESTRAD2	6470 gr		7384 gr	914 gr	12,38%
BLOQUE MUESTRAD3	6503 gr		7439 gr	936 gr	12,58%
BLOQUE MUESTRAE1	6449 gr		7474 gr	1025 gr	13,72%
BLOQUE MUESTRAE2	6463 gr		7362 gr	899 gr	12,21%
BLOQUE MUESTRAE3	6509 gr		7292 gr	783 gr	10,73%