

INFORME FINAL

PROYECTO: INSTALACIÓN, PRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE UN TALLER RURAL DE PRODUCCIÓN DE BLOQUES DE MAMPOSTERÍA UTILIZANDO CP-40 EN GUATEMALA (CASO ALDEA LA COYOTERA, SALAMÁ)



CONTENIDO

1. INFRAESTRUCTURA DEL TALLER:
 - a. Adquisición del terreno
 - b. Infraestructura básica
2. EQUIPOS E INSTALACIÓN
3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES
4. PRUEBAS PRELIMINARES
5. INICIO DE LA PRODUCCIÓN
6. INTEGRACIÓN DEL COSTO DE PRODUCCIÓN
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. INFRAESTRUCTURA DEL TALLER

a. Adquisición del terreno

Para la instalación del taller de producción de bloques de mampostería fue necesario en primer lugar la adquisición de un terreno de 1200 metros cuadrados. La topografía de la Aldea La Coyotera obligó a adquirir este terreno con una pendiente inusual para este tipo de plantas de producción de bloques de mampostería con cemento Pórtland tradicional, los cuales abundan en el medio guatemalteco (820 fábricas pequeñas, medianas y grandes existen en Guatemala). Generalmente estas plantas se ubican en sitios totalmente planos.

Los terrenos planos son ventajosos para el almacenamiento del producto final, pero tienen desventajas en el proceso de producción, ya que es necesario construir rampas para depositar los agregados que alimentan las tolvas de las máquinas de producción de bloques.

El terreno se encuentra ubicado a la orilla del camino que de la carretera principal conduce a la Aldea El Durazno. Se sitúa a 700 metros, en camino de terracería, de la Ruta CA-9 (El Rancho-Cobán), en el desvío que está a la altura del kilómetro 122. Esta adquisición la hizo el dueño del taller (Guillermo Chavarría) mediante un préstamo privado.

b. Infraestructura Básica

Previo a la instalación del taller de producción fue necesario establecer la infraestructura básica que consistió en la construcción de un área techada para la producción de bloques y curado primario de los mismos y otra área techada y cerrada para colocar el molino y almacenar la materia prima. También se construyeron plataformas de almacenamiento de los bloques (producto terminado). Se construyó, además, un depósito para almacenamiento de agua y se colocaron las instalaciones para la energía eléctrica. Se colocó también una cerca perimetral en todo el terreno y se construyó una rampa de acceso al terreno.

La construcción del área cubierta para hacer las mezclas, fabricar los bloques de mampostería y su curado primario, es de 80 metros cuadrados. Para la construcción de éste ambiente fue necesario construir una plataforma con piedra del lugar y relleno con material también del lugar (el área de esta plataforma es de 100 metros cuadrados). La construcción se compone de columnas de hormigón reforzado (cimentados con pilotes de hormigón), vigas, armaduras y costaneras de madera de pino aserrada en el lugar. La cubierta es de teja de micro-concreto, producida por el mismo taller de Ecomateriales, con tecnología TMC-TEVI. Mano de obra del lugar fue empleada.



El taller a medio construir, ubicado en la orilla del camino de acceso

El espacio cerrado para la instalación del molino, almacenamiento de la materia prima (cemento Pórtland, hidróxido de calcio y puzolana) y las herramientas, así como guardianía primaria, tiene un área de 30 metros cuadrados de superficie cubierta. Se construyeron 50 metros cuadrados de levantado de bloques de mampostería para el cerramiento, con un sistema mixto. Parte de estos bloques fueron producidos en el taller. La cubierta es de estructura de madera (armaduras y costaneras) y la cubierta de tejas de micro-concreto, producidas en el taller de Ecomateriales con tecnología TMC-TEVI.

Las plataformas para el curado final y almacenamiento de los bloques no requirió materiales, únicamente mano de obra, ya que se adecuaron ala pendiente del terreno, en un sistema similar a las curvas de nivel que se utilizan en agricultura. Las plataformas son de un metro de ancho y siguen la dirección de las curvas de nivel (no son rectas, pero si planas).

Se construyó un depósito para almacenamiento de agua con un sistema mixto de bloques de mampostería y hormigón armado, para almacenar un volumen de agua de 5 metros cúbicos. El depósito tiene una entrada y una salida para la alimentación de agua y también un drenaje para su limpieza. El depósito fue construido en la esquina más alta del terreno.

Se construyó un poste de hormigón armado para la acometida de la energía eléctrica y se colocaron los ductos para la colocación de los alambres de conducción de la energía. Se colocaron los accesorios de entrada y los necesarios para la alimentación en la zona del taller (cajas, interruptores, plafoneros, tomacorrientes, etc.) Se gestionó y se instaló tanto el agua como la energía eléctrica.

Se colocó una cerca perimetral de postes de madera con alambre espigado galvanizado (aproximadamente en un perímetro de 190 metros lineales).

Se construyó una rampa de acceso al terreno, con tubos de cemento y relleno de piedra, para facilitar la entrada y salida de vehículos al terreno.

Esta construcción fue planificada y asesorado por el proyecto y sobre todo en la fase inicial de escoger el sitio y de buscar la mejor ubicación esto consumió mucho tiempo y viajes. Otro atraso era conseguir la conexión de la línea eléctrica. El costo de la construcción fue cubierto por el dueño del taller mediante un préstamo privado.

2. EQUIPO E INSTALACIÓN

Para el proceso de producción de bloques de mampostería de hormigón liviano, se trasladaron e instalaron tres equipos en el taller rural piloto, ellos fueron:

- Una máquina para fabricar bloques
- Una mezcladora para preparar el hormigón
- Un molino para dar la finura requerida a la puzolana

Para los tres equipos fue construida la cimentación correspondiente. Las características de los equipos son:

La bloquera es de vibración por energía eléctrica y compactación manual, con capacidad instalada para producir 800 bloques diarios en una jornada normal de 8 horas, operada por un obrero y con corriente de 110 V.

La mezcladora eléctrica de posición horizontal, para una producción de un saco de cemento por bachada. Es operada con corriente de 220 V. Tiene capacidad para mezclar un volumen suficiente para alimentar dos máquinas bloqueras de las ya indicadas.

El molino de bolas se identifica como MB-600, operado con corriente eléctrica trifásica, capaz de producir 2.5 sacos de CP-40 en cada molienda.

Los equipos fueron anclados a la cimentación mediante pernos y tuercas.

Se adquirieron las herramientas necesarias para la producción (palas, cangrejo, brochas, azadones, picos, cucharas).

Se adquirieron también 400 tablas de asiento para la producción de bloques. Las tablas son de 3 centímetros de espesor y las

dimensiones de los lados están en función de las dimensiones de la bloquera utilizada. La adquisición de los equipos y herramientas, así como algunos materiales para la instalación fueron cubiertos por el proyecto.



Producciones de prueba, al fondo el molino, a la derecha la bloquera

3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Los materiales para la producción de bloques de mampostería son:

- Agregados livianos (800-1000 kg/m³) provenientes de bancos situados a 30 kilómetros del taller.
- Agregados provenientes del Municipio de Purhulá, pero fueron desechados por su alto peso volumétrico (1600 kg/m³).
- Cemento Pórtland denominado naranja (para producir bloques de mampostería).
- Puzolana, consistente en ceniza volcánica procedente de Salamá, la cual presenta una alta finura.
- Hidróxido de calcio proveniente de la zona de El Progreso, el cual satisface los requerimientos de las normas guatemaltecas COGUANOR.

4. PRUEBAS PRELIMINARES

Varias mezclas fueron ensayadas, para determinar el grado de laborabilidad, el consumo de agua, el comportamiento durante la producción y su respuesta ante las sollicitaciones mecánicas. Esta parte fue muy laboriosa debido al escaso conocimiento que las personas del lugar tenían del tema. También fue muy extensa debido a que las personas del lugar que están en relación con el taller tienen como actividad productiva principal, la agricultura, en tiempo de invierno. La temporada de noviembre a abril es la más propicia para desarrollar la actividad de construcción. Las pruebas preliminares sirvieron también para experimentar diferentes tipos de agregados y ubicar fuentes alternas de puzolanas.

Al final de las pruebas preliminares se estableció que es posible trabajar con agregados livianos procedentes de la zona de El Rancho y Morazán. La puzolana que hasta el momento ha dado los mejores resultados es la procedente de la zona de la cabecera departamental de Baja Verapaz. El hidróxido de calcio es el proveniente de la zona de Sanarate.

Cuando se combinan estos materiales, la dosificación que se consideró más conveniente, por el momento es: 8 partes en volumen de agregados livianos, 3 partes de puzolana en estado natural y 1 parte de cemento Pórtland naranja. La parte de cemento puede sustituirse por una mezcla formada por 70% de CP naranja y 30% de CP-40. Esta es la mezcla que se definió para el inicio de la producción.

Los bloques producidos con esta combinación de materiales presenta una resistencia a la compresión que está entre 2.8 y 3.0 MPa; el porcentaje de absorción es de 24%. Mezclas utilizadas para producir bloques de mampostería con los mismos rendimientos, utilizando únicamente cemento Pórtland naranja y agregados livianos sin puzolana, presentan valores de resistencia del orden del 50% con respecto a los producidos con la mezcla sugerida.

Existe una evidente densificación de la mezcla con el uso de puzolanas naturales en estado **natural** y con CP-40. Las normas guatemaltecas COGUANOR exigen una resistencia mínima de 2.5 MPa para bloques de mampostería para viviendas de 1 y 2 niveles.

Se ha notado un inconveniente es la producción de bloques con estos materiales. Los obreros que participan en la producción y las personas que han visto los bloques, se quejan del peso de los bloques hechos con puzolana y CP-40, los cuales pesan aproximadamente 30% más en estado húmedo. En estado totalmente seco, la diferencia es mínima.

5. INICIO DE LA PRODUCCIÓN

A partir de la mezcla definida, que se indicó en el numeral anterior, se sugirió que se iniciara la producción. El rendimiento obtenido es de 40 bloques por saco de cemento. El uso de puzolana y CP-40 parece tener un beneficio adicional; la humedad dentro de los bloques se mantiene por más tiempo, lo cual beneficia la reacción de hidratación, sin necesidad de aplicar agua adicional durante los días posteriores a su fabricación. Esto es un AUTOCURADO, después del cual se produce un período de secado natural. Al llegar a los 28 días, los bloques han llegado a la resistencia mínima requerida, lo cual no significa que ésta sea su resistencia máxima.

6. INTEGRACIÓN DE COSTOS

Los costos se calcularon para 1 año de trabajo, en el cual se producirán 210,200 bloques, con 1% de desperdicio (2,102 bloques)

COSTOS FIJOS			
Rendimiento inversión inicial (US \$ 19,750.00) (0.15)	\$ 2.963,00		
Rendimiento captial de operación (US \$ 400.00) (0.10)	\$ 40,00		
Depreciación equipo (US \$ 12,750.00) / 7 años	\$ 1.800,00		
Total costos fijos		\$ 4.803,00	
COSTOS VARIABLES			
Mano de obra (2 operarios + 1 administrador)	\$ 5.760,00		
Materia prima (3642 sacos CP, 1560 sacos CP-40, 380 m3 de agregados)	\$ 22.854,00		
Gastos indirectos (herramientas, luz, agua, teléfono)	\$ 1.000,00		
Prestaciones	\$ 2.880,00		
Gastos administrativos	\$ 2.000,00		
Total costos variables		\$ 34.494,00	
Total costos fijos y variables			\$ 39.297,00
Imprevistos (10%)			\$ 3.929,70
Costo de producción			\$ 43.226,70
Utilidad (15%)			\$ 6.484,01
Costo de producción + utilidad			\$ 49.710,71
Impuestos : IVA (12%)			\$ 5.965,28
ISR (5%)			\$ 2.485,54
Precio de venta			\$ 58.161,52
Costo de producción por unidad	\$ 0,21		Q1,65
Precio de venta por unidad	\$ 0,28		Q2,21

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El uso de CP-40 compuesto por cenizas volcánicas e hidróxido de calcio, como sustituto del 30% de cemento Pórtland Modificado, en la producción de bloques de mampostería, con la sustitución de 30% de los agregados por cenizas volcánicas en estado natural, utilizados como admixturas minerales, es factible técnicamente, pues se comprobó que con la sustitución se logra fabricar bloques que satisfacen los requerimientos mínimos de las normas guatemaltecas (COGUANOR) para construcción de vivienda popular. Se recomienda monitorear la resistencia a compresión de los bloques en función del tiempo, por lo menos a edades de 365 días e idealmente para edades mayores. La absorción de agua, así como el aspecto de durabilidad también debe monitorearse en función del tiempo. Se sugiere también seguir experimentando con otras mezclas, variando el tipo de puzolana, así como los agregados y el tipo de curado. También se sugiere variar la finura del CP-40 de acuerdo al tipo de puzolana que se experimente.
2. El proceso de producción no presentó dificultades determinantes con la sustitución del cemento Pórtland por CP-40. Se sugiere continuar experimentando en el taller, variando el proceso, en función de la experiencia que los operarios acumulen. La capacitación de recurso humano tampoco se dificultó, sin embargo, es deseable un control permanente de la calidad del producto terminado para evitar el deterioro del proceso de producción. También debe tenerse un estricto control de los materiales utilizados.
3. Es de especial importancia una fuerte capacitación para el control administrativo del manejo del taller, pues se evidenció deficiencia en este sentido. El aspecto de la comercialización se considera satisfactorio, por la experiencia que en esa dirección tiene el dueño del taller.
4. En el aspecto económico, el costo de producción resultó ser de US \$ 0.21 por unidad, para una producción anual de 210,200 bloques, de los cuales se estima un desperdicio de 2,102 bloques. El precio de venta es de US \$ 0.28 por unidad, incluyendo impuestos vigentes. El precio de venta de bloques con características similares de resistencia y apariencia en el mercado actual es de US \$ 0.312 por unidad. Se sugiere verificar estos valores para un año de producción continua, en condiciones normales de producción y de acuerdo al comportamiento del mercado en las dos estaciones del año. Los rendimientos hasta ahora obtenidos en el aspecto económico se considera que responden a las expectativas que se plantearon al inicio del proyecto. El uso de materiales del lugar y de mano de obra local, unido a la proyección de los conocimientos que sobre ellos se ha acumulado, generó resultados positivos para el futuro sostenimiento del taller, proporcionando utilidades para el pequeño empresario y siendo fuente de trabajo para los operarios que trabajan en el mismo.

5. La instalación de otros talleres de producción de bloques de mampostería se sugiere únicamente después de haber monitoreado los aspectos tecnológicos y económicos, por lo menos para un período de un año a partir de enero de 2,005. Se recomienda evaluar, durante ese período, también las implicaciones sociales, económicas culturales y ambientales producidas por la instalación del taller, la producción de los bloques y su utilización en el levantado de muros de mampostería.
6. Los asesores del proyecto manifiestan su decisión de seguir atendiendo el desarrollo de este taller piloto aun después de terminarse el financiamiento específico.

GUATEMALA, 19 DE NOVIEMBRE DE 2,004.

JAVIER QUIÑÓNEZ

