

La producción semi industrializada del bloque hueco de concreto en el estado Táchira*

Luis Villanueva Salas

Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET

Resumen

El trabajo presenta los resultados del estudio realizado en las empresas semi industrializadas en el estado Táchira (21 unidades productoras entre las cuales se seleccionó una muestra representativa de 9 empresas semi industrializadas bajas y 4 altas). Las pruebas técnicas realizadas a los bloques dieron como resultado que ninguna empresa cumple con la resistencia a la compresión promedio que para bloques tipo B es de 30 kg/cm², según la Norma Venezolana COVENIN 42-82. Esto enfatiza la baja calidad del bloque de concreto que se utiliza para la construcción de paredes en edificaciones de vivienda en el estado y puntualiza la necesidad de aplicar medidas correctivas para mejorar su calidad.

Abstract

Below the results of the study are shown by the industrialized enterprises in the State of Tachira. To do this study it was selected a representative sample of 9 low semi industrialized enterprises and 4 high industrialized. The technical tests carried out to the blocks showed that no enterprise fulfils the resistance to the compression average of 3 blocks type B, that is of 30 kg/cm², according to the Venezuelan Standard COVENIN 42-82. This emphasizes the low quality of the concrete block since it is used to build walls in housing buildings in the state and it reinforces the necessity to improve the technology in order to get better quality.

El estado Táchira, entidad federal venezolana, presenta una economía centrada en la actividad agrícola y pecuaria, destacándose cierta tendencia a "una economía de transformación de materias primas y distribución de productos primarios, manufacturados con apoyo de un importante sector de servicios" (Orozco et al., 2000, p. 58). En cuanto a la situación habitacional se estima en el estado un déficit por encima de 100.000 unidades de viviendas, indicativo de que el sector formal de la construcción en el estado Táchira no ha podido dar respuesta a la necesidad de la población de un techo digno y seguro, propiciando de esta manera un protagonismo importante en la producción informal de vivienda.

El sistema productivo en el sector construcción del estado Táchira está orientado en 61% a la fabricación de bloques de concreto y elementos ornamentales, mosaicos, tubos para cloacas, tejas y ladrillos de arcilla; 30 % se dedica a la elaboración de componentes de ventanas, puertas y cúpulas; y 9% labora en la extracción y el procesamiento de materia prima, fundamentalmente cal, concreto premezclado, arena y piedra picada (Orozco et al., 2000).

Numerosas empresas están dedicadas a la actividad de fabricación de semi productos como el bloque hueco de concreto (74 empresas) y el ladrillo de arcilla (11 empresas), seguidos por los componentes de puertas y ventanas, cuya producción se relaciona más con la fabricación por encargo.

*Estas líneas se desprenden del Trabajo de Investigación "Evaluación de la producción artesanal y semi industrializada del bloque hueco de concreto en el estado Táchira" (financiado por el CONAVI y el Decanato de Investigación - UNET), cuyo objetivo principal es evaluar los procesos de producción y controles de calidad del BHC en el estado Táchira, ya que es el material para cerramiento más utilizado por la mayoría de la población. Su antecedente es el prediagnóstico Proyecto 4: "Materiales, Componentes y Técnicas de Construcción para Viviendas de Bajo Costo", realizado por las universidades UCV, LUZ, ULA y UNET bajo la coordinación del CONAVI, que arrojó el predominio en 14 estados de Venezuela de empresas dedicadas a la fabricación del semi producto bloque hueco de concreto (BHC).

Descriptores:

Bloque hueco de concreto; calidad y resistencia a la compresión; producción semi industrializada del BHC.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 18-III, 2002, pp. 09-24.
Recibido el 14/11/02 - Aceptado el 25/04/03

El prediagnóstico del Trabajo de Investigación Proyecto 4 "Materiales, Componentes y Técnicas de Construcción para Viviendas de Bajo Costo" en el estado Táchira (Orozco et al., 2000) permitió evidenciar las potencialidades regionales de su industria productiva, pero también dejó al descubierto las carencias desde el punto de vista de controles de calidad, sistematización y racionalización de los procesos y, por ende, de la calidad de la mayoría de los productos generados en el estado. De ahí la importancia y la necesidad de profundizar en las particularidades de la producción del ladrillo de arcilla y el bloque hueco de concreto.

El bloque de concreto es uno de los productos de mayor demanda en la industria de la construcción, ya que se trata de un material ampliamente conocido y utilizado para la elaboración de paredes, especialmente en las viviendas humildes. Su fabricación permite incorporar diferentes niveles de producción que van desde unidades familiares informales, denominadas artesanales, hasta unidades formales, bajas y altas, identificadas como semi industrializadas.

La investigación se centra en la evaluación de la producción semi industrializada del bloque hueco de concreto en el estado Táchira, con el objeto de determinar la calidad del bloque, tomando como parámetro de control lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 42-82. A la vez, se profundiza en el análisis de las diferentes etapas del proceso de producción para encontrar las razones que expliquen la baja calidad del bloque.

Para lograr dicho cometido se hizo un registro de las empresas productoras de bloques huecos de concreto, seleccionando una muestra representativa de empresas semi industrializadas. El proceso destinado a la evaluación de la calidad de los bloques se concentró en ensayos de laboratorio orientados a determinar la resistencia a compresión y absorción de agua del bloque sobre las probetas de muestra. Para ello se tomaron como valores referenciales los establecidos por la Norma COVENIN 42-82, y como antecedente valioso la experiencia práctica del proyecto de investigación de la Universidad del Zulia, intitulado "Análisis Experimental de la Calidad de los Bloques de Concreto Producidos por el Taller UNDEL. Comparación con otros bloques de concreto de la zona", y que luego quedó como referencia bibliográfica en la Revista Tecnología y Construcción (16-II, 2000) en trabajo realizado por Ana Díaz e Ignacio de Oteiza.

El propósito de estas páginas es dar a conocer la realidad en la producción del bloque hueco de concreto en el estado Táchira y que los resultados obtenidos sean un instrumento confiable tanto para el sector investigativo como para los órganos gubernamentales

en la búsqueda de apoyo económico y técnico concertado con los productores regionales. Todo ello se traducirá en mejoras en los procesos productivos del bloque que se traducirán en beneficio económico para los empresarios, así como en calidad y seguridad para la población, que percibe el bloque de concreto como el material más accesible para construir su cobijo.

Registro y clasificación de empresas productoras semi industrializadas

Tomando como base un total de 74 empresas, tanto formales como informales, que se dedican a la fabricación artesanal y semi industrial del bloque hueco de concreto, se eligieron 21 empresas clasificadas como semi industrializadas, de las cuales se seleccionó una muestra representativa de 13 empresas, 9 de ellas semi industrializadas bajas y las 4 restantes calificadas como semi industrializadas altas, tomando como referencia los parámetros de clasificación del nivel de producción de las empresas que se indican en la tabla 1 y se recrean en las fotos 1 y 2. Para esta selección se tomaron en consideración los siguientes criterios:

- Escoger por municipio las empresas más relevantes, dando prioridad a las empresas por nivel de producción o tecnología.
- Trabajar con los municipios de mayor importancia en cuanto a la producción del bloque, y que cubran la demanda local y regional, así como en los municipios donde haya existencia de reservas y explotación de agregados en la zona.
- Disposición de los dueños de las empresas para colaborar en la realización de las muestras.
- Que la empresa se encuentre operativa y produzca bloque de 10 cm para el momento del levantamiento de las muestras.

De acuerdo con estos criterios se definió un área geográfica comprendida desde el norte del estado Táchira, en el municipio Samuel Dario Maldonado, pasando por los municipios Panamericano, García de Hevia, Ayacucho, Michelena, Lobatera, Guásimos, Cárdenas y San Cristóbal, para continuar al sur del estado Táchira con los municipios Torbes, Fernández Feo y Libertador. Este eje norte-sur, conformado por 12 municipios, concentra 65% de población con respecto al resto de los municipios del estado (Arellano, 1997) así como una importante extracción de agregados pétreos y una producción relevante del bloque hueco de concreto que abastece la demanda estatal (cf. tabla 2).

Se entiende por empresas semi industrializadas las unidades productoras cuyos rendimientos de producción diario se encuentran entre 500 y 5.000 bloques. Este nivel se puede clasificar en empresas semi industriales bajas y semi industriales altas.

La empresa semi industrial baja, es aquella que fabrica entre 500 y 2.500 bloques diarios, pero que a su vez utiliza equipos medianamente tecnificados como una vibro-compactadora o ponedora móvil para el moldeado entre 3 a 7 bloques por postura, y un trompo y mezclador horizontal para la preparación de la mezcla de concreto.

La empresa semi industrial alta es la unidad productora cuya fabricación diaria se encuentra entre 2.600 y 5.500 bloques y emplea equipos más tecnificados, encontrándose entre ellos tolvas de almacenaje de los agregados, mezcladoras y cintas transportadoras de la mezcla incorporadas a la máquina vibro-compactadora para el prensado, vibrado y moldeado de entre 3 y 7 bloques por postura.

Para ambos niveles de clasificación no existe la aplicación e instrumentación de los controles necesarios para garantizar la calidad y la dosificación de los agregados, así como las del proceso de moldeado, fraguado y curado de los bloques.

Aspectos normativos

Antes de mostrar los resultados de esta investigación es importante acotar algunos aspectos normativos tomados en cuenta durante el desarrollo del presente trabajo.

Venezuela cuenta con la Norma Venezolana COVENIN 42-82 (Ministerio de Fomento, 1982), basada en el análisis de la Norma Venezolana NORVEN 42 (sin vigencia) y de las internacionales ICONTEC 247-67; ASTM C90-75; ASTM C129-75; ASTM C140-75. La Norma COVENIN 42-82 regula los requisitos mínimos que deben cumplir los bloques huecos de concretos para ser considerados con la calidad adecuada para su utilización en la construcción de paredes. Esta Norma establece aspectos generales y específicos para todos los tipos de bloques, de los cuales se considerarán a continuación datos relevantes referidos al bloque Tipo B:

- **Definición:** el bloque hueco de concreto es un elemento simple en forma de paralelepípedo ortogonal,

Tabla 1

Niveles de producción de empresas fabricantes del bloque hueco de concreto en el estado Táchira.

	Semi Industrial Bajo	Semi Industrial Alto
Equipo Empleado	Poseen equipos para la fabricación medianamente tecnificados, encontrándose máquinas vibradora tipo ponedora y el transporte para los agregados se realiza con carretillas o carretones	Los equipos empleados para la fabricación son tecnificados, encontrándose tolvas de almacenaje, mezcladoras y vibradoras estándar, y sistemas de transporte para los agregados con el mini cargador.
Dosificación Mezclado	El concreto se realiza en ocasiones en mezcladoras horizontales o trompos con capacidad para un saco de cemento, sin una dosificación adecuada.	La dosificación para el mezclado del concreto y depende del operario, llegando la mezcla al molde por bandas transportadoras.
Moldeado	Se utiliza máquina vibro-compactadora o ponedora móvil, que permite el prensado, vibrado y moldeado entre 3 a 7 bloques en una postura. Teniendo dos modalidades: la del moldeo del bloque, colocándolo en el suelo de un patio techado o el moldeo sobre tablas de madera que luego son llevados a los patios de secado.	La mezcla llega a la máquina vibro-compactadora para el prensado, vibrado y moldeado entre 3 a 7 bloques en una postura, que es desmoldado sobre tablas de madera para luego ser transportadas en una carretilla especial al patio de secado.
Secado Curado	Los bloques son secados en patios descubiertos y su curado es irregular, siendo rociados con mangueras, haciéndose insuficiente en ocasiones.	Los bloques son secados al aire libre y el curado se realiza regando los bloques con mangueras, con cierto control.
Almacenaje	Luego de dos o tres días son recogidos del patio y apilados al aire libre, al igual que la arena, que es traída según sea requerida.	Luego de dos o tres días son recogidos del patio y apilados al descubierto, al igual que la arena, que es traída según sea requerida.
Control de Calidad	El control de calidad es nulo.	El control de calidad es escaso.



Foto 1:
Gráficas representativas del nivel de producción semi industrializada baja.



Foto 2:
Gráficas ilustrativas del proceso de producción del nivel semi industrializada alta.

con perforaciones paralelas a una de las aristas. Para calcular la sección bruta del bloque se deben multiplicar las dos dimensiones largo y ancho de la superficie que están contenidas en el plano perpendicular a la carga. En el caso de la sección neta es la sección bruta, descontando el área máxima que ocupan los huecos o celdas.

• **Clasificación:** los bloques huecos de concreto se clasifican:

- según los agregados, en: pesados, cuando el peso unitario del concreto es mayor a 2.000 kg/m³, utilizando agregados normales; semipesados, entre 1.400 y 2.000 kg/m³, con agregados normales y livianos; y, livianos con un peso menor a 1.400 kg/m³.
- según su uso, en: Tipo A, para paredes de carga, expuestas o no a la humedad, y Tipo B, para paredes divisorias o que no soportan cargas, ya sean expuestas o no a la humedad.

Otros requisitos que deben reunir los bloques:

- Dimensiones y espesores: se especifica información del bloque clase B1 en la tabla 3.

- Químicos: absorción de agua máxima para cada tipo de bloque; según los ensayos son: para el Tipo A1, A2 y B1, los bloques pesados, el 14%; semipesados, 16% y livianos 12%; para el bloque Tipo B que sea liviano 20%.

- Mecánicos: los bloques huecos de concreto deben tener a los 28 días de fabricados una resistencia mínima a la compresión (ver especificación en la tabla 4).

• **Inspección y recepción del bloque:** indica todo lo concerniente a la inspección y recepción del producto por parte del fabricante y el comprador, así como la selección de muestras a ser evaluadas en los ensayos indicando que, para una producción que oscile entre 0 y 10.000 bloques anuales, se deben se-

Tabla 2

Clasificación de las empresas fabricantes de bloques en el estado Táchira según el nivel de producción.

Municipio	Código	Bloquera	Tipo
Ayacucho	2-blo 03	Bloquera La Osuna	Semi industrial bajo
Cárdenas	3-MDCU 06	Materiales de Construcción	Unión Semi industrial bajo
Fernández Feo	4-BEB 09	Bloquera El Bloque	Semi industrial alto
	4 - CB 10	Concreteira Bimoca	Semi industrial alto
	4-PM 12	Premezclado Marcuzzi	Semi industrial alto
García de Hevia	5-BC 13	Bloquera Catatumbo	Semi industrial bajo
	5-CP 15	Constructora Pm3	Semi industrial bajo
	5-BR 16	Bloquera Ramicar	Semi industrial bajo
Guásimos	6-BDN 17	Bloquera Divino Niño	Semi industrial bajo
	9-BM 20	Bloquera Michelena	Semi industrial bajo
Michelena			
Panamericano	10-MES 23	Mosaicos El Socorro	Semi industrial bajo
Samuel Darío Maldonado	10-BM 26	Bloquera Miramar	Semi industrial bajo
San Cristóbal	12-CU 27	Concreteira Universal	Semi industrial alto

Tabla 3

Dimensiones y espesores del bloque B1 (Norma COVENIN 42-82)

Denominación ordinaria (cm)	Dimensiones normales (cm)	Dimensiones modulares (cm)	Espesor de pared (cm)	Espesor de nervio (cm)
10	39x19x9	40x20x10	1,3	1,3
15	39x19x14	40x20x15	1,5	1,5
20	39x19x19	40x20x20	1,7	1,7
25	39x19x24	40x20x25	1,9	1,9
30	39x19x29	40x20x30	2,2	1,9

Tabla 4

Resistencia a la compresión del bloque (Norma COVENIN 42-82)

Tipo de bloque	Promedio 3 bloques (kg/cm ²)	Mínimo 1 bloque (kg/cm ²)
A1	70	55
A2	50	40
B1 - B2	30	25

leccionar 6 bloques como muestra. Si la producción está entre 10.000 y 100.000 bloques anuales la muestra debe ser de 12 bloques.

• **Método de ensayo:** para la realización de los ensayos a la compresión y absorción de agua, la norma especifica los equipos, forma de preparación de las muestras, condiciones y procedimiento del ensayo, expresión de resultados y elaboración del informe con el fin de orientar y garantizar el éxito de los ensayos a que debe someterse el bloque hueco de concreto para ser utilizado en la fabricación de paredes. La norma COVENIN 42-82 se considera el instrumento base para la evaluación de la calidad del bloque hueco de concreto en el estado Táchira, puesto que ella es completa y explicita sobre los parámetros y procedimientos que se deben seguir para la determinación de la resistencia a la compresión y absorción de agua del bloque.

Desarrollo y resultados de la investigación

1. Registros de las empresas productoras

Primera Etapa:

Utilizando el instrumento denominado "Registro de Empresa" y "Registro de Producto", diseñado y aplicado en el Trabajo de Investigación Proyecto 4: "Materiales, Componentes y Técnicas de Construcción para Vivienda de Bajo Costo", fueron visitadas las empresas ya registradas con el objeto de actualizar la informa-

ción referente a las empresas y sus productos, en particular el producto de la familia concreto, representada en el bloque hueco de concreto. Se incorporaron algunas empresas no incluidas en el registro inicial.

A partir de esta primera visita se hizo la selección de las empresas del estado Táchira que formaron parte del estudio.

Segunda Etapa:

Se diseñó un instrumento destinado a evaluar el sistema de producción de las empresas de bloque, el cual se aplicó a las 13 empresas seleccionadas, asentadas en el eje norte-sur del estado Táchira, donde se levantó información referente a la identificación de la empresa, instalaciones para la producción, medios de producción (equipos, herramientas y mano de obra) y procesos de producción del bloque (mezcla, moldeado, almacenaje y secado).

Se concentró la actividad de campo en la producción normal de cada empresa, extrayendo la muestra de los 10 bloques que serían objeto de experimentación, para su secado y curado por espacio de 7 días. Simultáneamente, fueron recolectadas las muestras de la mezcla de concreto y de las arenas utilizadas en la preparación de los bloques seleccionados.

Con la información recabada en el instrumento Registro de Empresa y en el de Recolección de las Muestras, se pudo analizar las características generales de cada una de las 13 empresas seleccionadas, información que recoge la tabla 5, y en la que destacan los siguientes aspectos:

Tabla 5

Características de las empresas productoras del bloque hueco de concreto en el estado Táchira.

Nº	Bloquera	Tiempo de Func. (años)	Tecnología	Tipo de Empresa	Área (m ²)	Tipo de Instalación	Servicios que posee (*)	Cantidad de Empleados	Producción Mensual (unidades)	Otros Productos
1	La Osuna	1	Ponedora	Formal	480	Específica	E, A, T.	5	15.200	Si
2	Mat. Const. Unión	(-) 1	Ponedora	Formal	1.650	Específica	E,A,C,T,AU .	2	14.000	Si
3	El Bloque	1	Máquina vibro-compactadora	Formal	1.500	Específica	E,A ,C,T,AU .	8	24.000	Si
4	BIMOCA	24	Máquina vibro-compactadora.	Formal	20.000	Específica	E, A, C, T, AU .	6	120.000	Si
5	Prem. Marcuzzi	8	Máquina vibro-compactadora	Formal	15.000	Específica	E, G, A, C.	7	130.000	Si
6	Catatumbo	28	Máquina vibro-compactadora	Formal	5.800	Específica	E,A,C,T,AU .	3	45.000	Si
7	Construct. PM3	7	Carro vibro-compactadora	Formal	1.200	Específica	E, A.	7	44.000	No
8	RAMICAR	20	Ponedora	Informal	6.400	Adaptada	E, A, C.	5	14.000	Si
9	Divino Niño	8	Ponedora	Formal	480	Específica	E, A, C, T, AU .	3	11.000	Si
10	Michelena	(-) 1	Ponedora	Informal	600	Específica	E, A, C, T, AU .	6	20.000	Si
11	M. El Socorro	18	Carro vibro-compactadora	Formal	1.500	Adaptada	E, G, A, C, AU.	1	20.000	No
12	Miramar	20	Ponedora	Formal	500	Específica	E, A, C, T, AU .	2	10.000	Si
13	Conc. Universal	25	Maquina vibro-compactadora	Formal	3.000	Específica	E, A, C, T, AU .	3	36.000	No

* E= Electricidad / GM= Gas Metano / G= Gasoil / A= Acueducto / C= Cloacas / T= Teléfono / AU= Aseo Urbano

- Los datos indican la variación e inestabilidad en la producción, lo que se explica por el hecho de que las empresas obedecen principalmente a la demanda del sector donde éstas están instaladas.
- Las empresas utilizan como equipo primordial de trabajo: ponedora eléctrica (6 empresas), ponedora eléctrica vibratoria móvil (2 empresas) y ponedora vibro-compactadora (5 empresas), acompañado, en el caso de los dos primeros tipos, por el equipo denominado trompo mezclador de concreto.
- Existen 11 empresas semi industrializadas formales y 2 empresas que no cuentan con ninguna reglamentación jurídica y fiscal para su funcionamiento legal.
- Existe una importante producción mensual de bloques de las empresas semi industrializadas (desde 10.000 hasta 130.000 unidades); el total de la producción mensual de estas empresas contribuye a satisfacer la demanda regional.

Tercera Etapa:

Luego de transcurridos los 7 días necesarios para el secado y curado inicial de los 10 bloques dentro de los patios y áreas de almacenamiento en las unidades productivas, se procedió a una tercera visita para recolectar las muestras de bloques a ser ensayadas en laboratorio, asignándoles un código de control y manipulándolas con sumo cuidado en su traslado a San Cristóbal, para garantizar la integridad material de los bloques.

2. Características del proceso de producción del bloque

Estudiar el proceso de producción del bloque hueco de concreto es relevante para la determinación de su calidad. Es por ello que se han estudiado los siguientes aspectos: los insumos, la dosificación y el mezclado del concreto, el moldeado, el almacenaje y el curado del bloque (ver tabla 6).

Tabla 6
Principales características del proceso de producción del bloque

BLOQUERA	AGREGADOS Y DOSIFICACIÓN			MEZCLADO		MOLDEADO				ALMACENAJE Y CURADO		
	Procedencia del cemento	Tipo de arena cantidad/saco de cemento	Agua/por saco de cemento	Tipo de Mezclado	Tiempo prom. de Mezclado	Estaciones de trabajo	Proceso de Moldeado	Tiempo promedio	Cantidad bloques/saco (unidad)	Almacenaje inicial	Almacenaje final	Proceso de curado
La Osuna	Catatumbo	Mina B. Las Américas. 60 Palas	Acueducto 18 Litros	Trompo	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	20 seg. por 3 unid.	52	Aire libre sobre madera	Aire libre en tierra	Agua 5 veces al día
Materiales de Construcción Unión	Catatumbo	Rio Burgua. 3 Carretillas	Acueducto 20 Litros	Manual	25 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	42 seg. por 3 unid.	50	Aire libre sobre madera	Aire libre en piso de concreto	1 vez al día por 3 días
El Bloque	Catatumbo	Rio Burgua y de la Mina la Peña de Chururu. 4 Carretillas	Acueducto 15 Litros	Mezcladora	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	16 seg. por 9 unid.	50	Bajo techo, sobre madera	Aire libre en piso de concreto	Cada 3 horas el día de la elaboración y 2 veces al día por 3 días
Bimoca	Táchila	Lavada caño de Pepe y de la mina de la Peña. 55 Palas	Pozo Propio 15 Litros	Mezcladora	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	15 seg. por 9 unid.	50	Bajo techo, sobre madera	Aire libre en tierra	Cada 4 horas el día de la elaboración y 3 veces al día por 2 días
Premezclado Marcussi	Táchira a granel	Arena lavada + anocilo del saque Chururu. 4 Carretillas	Acueducto 10 Litros	Mezcladora	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	15 seg. por 9 unid.	52	Aire libre sobre madera en piso de concreto	Aire libre en piso de concreto	Agua 1 vez a la hora de la elaboración y 2 veces al día por 2 días
Catatumbo	Catatumbo	Rio el Jabillo + Arena Blanca. 60 Palas	Acueducto 20 Litros	Mezcladora	15 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	30 seg. por 3 unid.	65	Aire libre sobre madera	Aire libre en piso de concreto	Agua 4 veces en el almacenaje inicial y luego 3 veces al día por 8 días
Constructora PM3	Catatumbo	Rio el Jabillo + Mina B. Las Américas. 46 Palas	Acueducto 15 Litros	Trompo	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	55 seg. por 7 unid.	42	Bajo techo, sobre madera	Bajo techo, en piso de concreto	1 vez al día por 2 días
Ramicar	Catatumbo	Rio el Jabillo + Mina B. Las A + Rio Caiira. 3 Carretillas	Acueducto 20 Litros	Manual	25 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	54 seg. por 3 unid.	60	Aire libre sobre madera	Aire libre en tierra	3 ó 4 veces al día por 2 días
Divino Niño	Catatumbo	Rio Burgua. 3 Carretillas	Acueducto 20 Litros	Manual	25 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	1 min. 33 seg. por 3 unid.	54	Bajo techo, sobre madera	Aire libre en piso de concreto	1 vez al día por 5 días
Michelena	Catatumbo	Grancilla Mina Barrio Las Américas. 70 Palas	Acueducto 4 Litros	Trompo	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	28 seg. por 3 unid.	60	Aire libre sobre madera	Aire libre en piso de concreto	En el almacenaje inicial 2 veces al día
M. El Socorro	Catatumbo	Rio El Jabillo + Rio Chiquito. 4 Carretillas	Acueducto 20 Litros	Mezcladora	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	2 min. 50 seg. por 7 unid.	50	Bajo techo, sobre piso de concreto	Aire libre en piso de tierra	En el almacenaje inicial agua c/ hora en verano y una sola vez en invierno. Almacenaje final 2 veces p/día por 2 días
Miramar	Catatumbo	Arenera Los Vivos, Km15 Edo. Mérida. 4 Carretillas	Acueducto 40 Litros	Manual	45 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	1 min. 23 seg. por 3 unid.	60	Aire libre sobre madera	Aire libre en piso de tierra	Agua 3 ó 4 veces
Concreteira Universal	Catatumbo	Rio Burgua o Rio Chururu. 1 Carga del Mini Shower	Acueducto 10 Litros	Mezcladora	10 min.	1	Llenado en máquina enrasado y vibrado	40 seg. por 3 unid.	57	Bajo techo, sobre madera	Aire libre en piso de concreto	Agua 1 vez en el almacenaje inicial y de 8 a 10 veces en el final, según el clima

A pesar de que la Norma Venezolana COVENIN 42-82 no establece regulaciones o parámetros mínimos en el proceso de fabricación del bloque, la presente investigación hace especial énfasis en esta situación para poder encontrar algunas características y relaciones entre las diferentes variables implícitas en el proceso. Del análisis de cada una de las variables se desprenden las siguientes conclusiones:

La mayoría de las empresas utilizan el cemento Cataumbo, proveniente del estado Zulia, el cemento preferido entre los productores por el supuesto rendimiento en el tiempo de fraguado. Solamente 2 empresas indicaron utilizar con mayor frecuencia el cemento Táchira.

La arena de la mina Las Américas es la de mayor demanda y uso en la parte norte del estado y la de los ríos Chururú y Burgoa, en la zona sur; de estas últimas se abastece primordialmente la ciudad de San Cristóbal para la elaboración de concreto y morteros.

En todas las empresas registradas la unidad de referencia que prevalece para la dosificación de la mezcla es el saco de cemento, razón por la cual por cada saco de cemento se pueden encontrar diferentes cantidades y proporciones de agregado de arena y agua, sin considerar la cantidad de agua que pueda estar contenida en las arenas que siempre permanecen a la intemperie así como las variaciones que se dan por el uso de las carretillas o carretas, como instrumento de medición y de transporte. Los resultados ratifican la imprecisión que existe en el momento de la preparación de la mezcla de concreto, que se convierte así en una operación aleatoria y empírica, que siempre va a depender de la experiencia y el criterio de los operarios.

El proceso de moldeado de los bloques se realiza utilizando ponedoras o máquinas vibro-compactadoras, que consiste en el llenado de los moldes, enrasado, prensado, vibrado y posterior desmoldeado sobre tablas de madera, con un tiempo referencial que para la realización de esta operación oscila entre 20 y 80 segundos.

La relación que puede existir entre la cantidad de arena como agregado y la cantidad de bloques que se producen, resulta muy variable por lo cual se hace difícil establecer vinculaciones debido a la imprecisión que existe en la medición de la arena por paladas o carretillas.

Respecto al almacenaje inicial de los bloques se encontró que 50% de las empresas lo realizan bajo techo y las otras al aire libre; en cuanto al almacenaje final, la mayoría de las empresas lo hace al aire libre. Existen divergencias en cuanto al proceso y tiempo de curado, el cual depende del clima, de la disponibilidad de agua y de los operarios. En relación con la edad de venta del bloque es frecuente encontrar empresas que lo hacen a los 4 días de fabricados.

3. Pruebas y Ensayos.

Para la evaluación del bloque hueco de concreto se consideró el análisis de muestras de las arenas y la determinación de la resistencia de la mezcla de concreto utilizada en el moldeado del bloque. Para determinar la resistencia se tomaron 3 muestras cilíndricas en envases de aceite de motor, las cuales fueron sometidas a los ensayos que permiten determinar sus características físicas, mecánicas y químicas.

La Norma COVENIN 42-82 indica que para lotes de hasta 10.000 bloques se tomarán 6 de ellos como muestra; en nuestro caso se recolectaron 10 bloques: 3 para el ensayo a la compresión, 3 para la absorción de agua y los 4 restantes como sustitutos a cualquier rotura de los bloques o para verificar algunas dudas en los resultados.

A continuación se describen los resultados de cada uno de los ensayos a los que fueron sometidos las arenas, la mezcla de concreto y el bloque hueco de concreto, realizados en la Fundación Laboratorio Nacional de Vialidad (FUNDALANAVIAL), en la ciudad de Táriba, municipio Cárdenas.

Características del agregado arena.

Se tomaron muestras de las diferentes arenas utilizadas para la elaboración de la mezcla de concreto. Estos agregados generalmente son arenas extraídas de ríos y/o minas en sitios muy cercanos a su unidad de producción.

La preparación de las mezclas se hace de forma aleatoria, sin ningún estudio de dosificación, manejando como herramienta y unidad de medición la carretilla y sin prever la cantidad de agua que las arenas poseen dado que éstas regularmente se depositan a cielo abierto.

Las arenas se sometieron a los siguientes ensayos: peso unitario: peso compacto y suelto; granulometría (foto 3), y colorimetría (foto 4).

De los 6 tipos de mezclas de arena que fueron sometidas a ensayo se obtuvieron los siguientes resultados (ver tabla 7).

- Colorimetría:

2 tipos de arenas tienen una denominación de 1, de acuerdo con la Tabla de Gardner, lo cual indica que el agregado no tiene ningún contenido de materia orgánica. Estas arenas son, de mina: La Peña; de río: Caríra.

4 tipos de arena están en la denominación 2, lo cual señala que el agregado tiene un bajo contenido de materia orgánica. Las arenas son, de mina: grancilla y arena de las Américas; de río: Chururú y la combinación en partes iguales de arenas de la mina Las Américas y del río El Jabillo.

3 tipos de arena son de la denominación 3, donde el agregado tiene un mediano contenido de materia orgánica. Las arenas son de los ríos Burgoa, El Jabillo y Chiquito.

- Granulometría:
- 5 tipos de arena tienen una granulometría Fina, porque se encuentran dentro de los rangos 2,3 a 2,6. Estas arenas son, de mina: La Peña y Las Américas; de río: Chururú, El Jabillo y Carira.
- 2 tipos de arena son un agregado Medio, porque oscila entre los rangos 2,6 a 3,2, correspondiendo a las arenas de los ríos Burgua y Chiquito.
- 4 tipos de arena se clasifican como Gruesa, porque están en un rango superior a los 3,2. Las arenas son: el saque Irco en el río Chururú, río El Jabillo, la combinación de la arena de la mina Las Américas y el río El Jabillo, y la grancilla de la mina Las Américas.

Resistencia a la compresión de la mezcla de concreto.

En el desarrollo del trabajo de campo fueron recolectadas entre 2 y 4 muestras por empresa de la mezcla de concreto que se preparaba al momento de realizar los bloques que se compraron para ser sometidos a los ensayos de laboratorio. Las muestras se tomaron en recipientes de lata de aceite de motor vacías, de 10 cm de diámetro y de, aproximadamente, 10 cm. de alto, por cuanto fue difícil encontrar las probetas cúbicas ideales para tal fin.

El ensayo a la compresión de las muestras de la mezcla de concreto que se realizó a 12 empresas, (no se hizo en la empresa Bimoca, porque el día de la visita de campo ya habían terminado sus labores de producción), arrojó los siguientes resultados, expresados en la tabla 8: la densidad promedio a la compresión de la mezcla de concreto está por el orden de los 1,86 gr/cm³; la resistencia efectiva promedio es, aproximadamente, 46,14 kg/cm² y, la carga promedio a la que fueron sometidas las muestras es de 3.619,79 kg. En cuanto a la resistencia a la compresión modificada, siguiendo el criterio del Factor de Corrección por Esbeltez, que es igual al largo dividido entre el diámetro multiplicado por el factor de corrección, arrojó un valor promedio de 41,24 kg/cm², teniéndose los siguientes valores específicos:

- en 2 empresas semi industrializadas bajas, el valor de la mezcla está por debajo de los 30 kg/cm²;
- 3 empresas semi industrializadas bajas están entre 30,01 hasta 40 kg/cm²;
- 5 empresas se ubican entre 40,01 hasta 50 kg/cm². De ellas, 3 son semi industrializadas bajas y las 2 restantes, semi industrializadas altas;
- 1 empresa semi industrializada alta está entre 50,01 hasta 60 kg/cm²;
- 1 empresa semi industrializada baja se encuentra por encima de 60,01 kg/cm², destacándose la bloquera Michelena con un valor de 72,96 kg/cm².

Foto 3:
Pesado de las arenas en el ensayo de granulometría



Foto 4:
Ensayo de colorimetría, comparación de los resultados con la Tabla de Gardner.



Tabla 7
Características del agregado arena

Bloquera	Procedencia de la arena	Colorimetría (Tabla de Gardner)	Módulo de Finura (según Granulometría)	Tipo de Arena	Peso Unitario (gr/cm ³)	
					Suelto	Compacto
Bimoca	Mina la Peña	1	2.09	Fina	1,44	1,73
Santa Rosalía	Saque Irco río Chururú	2	3.33	Gruesa	1,72	1,91
	Río Burgua	3	2.87	Media	1,67	1,84
Constructora PM3	Mina Las Américas + río El Jabillo	2	3.54	Gruesa	1,74	1,99
	Río El Jabillo	3	3.66	Gruesa	1,70	1,88
Mosaicos el Socorro	Río Chiquito	3	2.61	Media	1,69	1,90
Ramicar	Río Carira	1	1.14	Fina	1,47	1,69
	Mina Las Américas	2	2.07	Fina	1,52	1,80
La Osuna	Grancilla mina Las Américas	2	3.30	Gruesa	1,67	1,93

Como se evidencia de los diferentes resultados, no existe una relación directa entre la compresión de la mezcla, el medio de mezclado y el nivel de producción de las empresas, aunado a la diversidad en la dosificación de los agregados; se encuentran empresas semi industrializadas bajas con muy buenos niveles de resistencia en la mezcla.

Evaluación visual del bloque hueco de concreto.

La Norma COVENIN 42-82 establece requisitos mínimos que debe cumplir el bloque atendiendo a su conformación física, geométrica, apariencia y acabado; para satisfacer este requerimiento las 10 muestras de bloque por empresa fueron sometidas a una evaluación visual (ver foto 5) que arrojó los siguientes resultados:

- Ninguna de las empresas satisface los criterios de coordinación modular y dimensional establecidos como estándares internacionales y nacionales para permitir la compatibilidad de los productos fabricados por diferentes empresas. Destacan notablemente la diversidad de medidas, que oscilan entre 9,47 cm hasta 10,10 cm de ancho; entre 39,01 cm hasta 40,13 cm de largo y entre 18,35 cm hasta 20,24 cm de alto. Esta situación puede darse debido al desgaste que sufren los encofrados o a la falta de controles en la fabricación de los moldes.
- Para un bloque tipo B de 10 cm de ancho, la Norma COVENIN 42-82 indica espesores de 1,3 cm tanto para las paredes como para los nervios de las celdas del bloque. En las empresas visitadas se evidenció que para 100% de los bloques las medidas están por encima de lo establecido como mínimo, con valores que oscilan entre 1,60 cm hasta 2,10 cm de espesor. No se determinó

empresa alguna que produjera bloques con las tres medidas iguales.

- La totalidad de las empresas estudiadas fabrican el bloque hueco de concreto con tres celdas o vacíos y con una terminación de las celdas ciegas, quedando su cara opuesta sin perforación. Estas perforaciones se pueden realizar en obra, golpeando la superficie con un martillo o porra.
- Con respecto al color, se encontraron bloques de diferentes tonalidades, cuyas variaciones vienen dadas por el tipo y la cantidad de arena que se utiliza por saco de cemento.
- En cuanto al acabado, manchas y fisuras que puedan presentar los bloques, se observó que la mayoría de los productos presentan un acabado calificado como "Bueno", así como ausencia de manchas o fisuras que alteren la estabilidad en las diferentes caras del bloque.

Resistencia a la compresión del bloque hueco de concreto.

Con relación al ensayo que permite evaluar la resistencia a la compresión del bloque, la experiencia desarrollada por la Universidad del Zulia permitió comprender con mayor claridad aspectos establecidos en la Norma COVENIN 42-82, y facilitó la ejecución de los ensayos de esta investigación.

Tal como lo establece la Norma COVENIN 42-82, luego de 28 días de fabricados, se tomaron 3 bloques por empresa (ver foto 6); el ensayo arrojó las siguientes especificaciones:

Equipos (Máquina de ensayo): se utilizó una máquina de Compresión Universal, marca Forney con capacidad de hasta 10.000 kg/cm², provista de dos platos de carga.

Tabla 8

Ensayo a la compresión de la mezcla de concreto para la elaboración de los bloques huecos de concreto

N°	Bloquera	N° de muestras	DENSIDAD (gr/cm ³)	Resist. Efectiva (kg/cm ²)	CARGA (kg)	RESISTENCIA CORREGIDA (kg/cm ²)
1	La Osuna	2	1,88	27,31	2.125,00	24,64
2	Mat. Const. Unión	3	1,81	46,00	3.666,67	40,83
3	El Bloque	3	1,80	46,33	3.666,67	41,09
4	Prem. Marcuzzi	3	1,89	55,17	4.333,33	48,90
5	Catatumbo	3	1,77	32,89	2.583,33	29,64
6	Constructora PM3	3	1,89	45,62	3.583,33	40,58
7	Ramicar	3	1,83	42,32	3.333,33	37,75
8	Divino Niño	3	1,84	47,75	3.750,00	42,44
9	Michelena	3	2,07	81,73	6.333,33	72,96
10	M. El Socorro	3	1,87	35,67	2.750,00	31,98
11	Miramar	3	1,90	36,07	2.812,50	32,63
12	Conc. Universal	3	1,87	56,86	4.500,00	51,41
	Promedio		1,87	46,14	3.619,79	41,24

Preparación de la muestra: las superficies de los bloques de ensayo para aplicar la carga se cubrieron con una capa o cubierta de acuerdo al método de compuesto de yeso especial; para esto se diseñaron y construyeron unos bastidores de madera de 42 cm de largo, 12 cm de ancho y 1,5 cm de alto.

Compuesto de yeso especial: se preparó una pasta de yeso especial con una resistencia no inferior a 245 kg/cm² al ser ensayada en probeta cúbica de 5 cm de lado. Se aplicó aceite a la superficie plana, se colocó el bastidor y se esparció uniformemente esta pasta sobre la superficie. Luego se apoyó la cara que va a someterse a compresión del bloque sobre la pasta y se presionó firmemente hacia abajo con un solo movimiento, manteniéndolo nivelado y perpendicular a la superficie. Esta operación se repitió para la capa opuesta del bloque.

Condiciones de ensayo: la capa o cubierta se realizó 24 horas antes de proceder al ensayo.

Procedimiento:

- Se colocaron los bloques de ensayo de manera que la carga se aplicase en la misma dirección en que las cargas o los pesos propios actúan sobre ellos en la construcción.
- Se hizo coincidir el centro de la superficie esférica de la rótula con el centro del plato de carga que se va a poner en contacto con el bloque de ensayo.
- Se aplicó la carga de 200 kg/cm² a una velocidad constante hasta la mitad de la carga máxima supuesta; el resto de la carga se le imprimió gradualmente a una velocidad promedio de 30 segundos, en un período que no fue menor de un minuto ni mayor de dos, de acuerdo a la carga máxima soportada.

Expresión de los resultados: la resistencia a la compresión (Rc) se calculó dividiendo la carga máxima (Cm) soportada en Kilogramos (kg) por la superficie bruta (Sb) del bloque expresada en centímetros cuadrados (cm²) (COVENIN 42-82, p. 9):

$$Rc = Cm / Sb$$

El resultado obtenido fue cotejado con los valores establecidos en la Norma COVENIN 42-82 como la resistencia mínima a la compresión, especialmente el bloque tipo B1 y B2.

Para el ensayo a la compresión se tomaron 3 bloques de las 10 muestras compradas en cada empresa (ver tablas 9 y 10), obteniendo los siguientes resultados:

- Semi industrializado bajo: de las 9 empresas semi industrializadas bajas, en 2 empresas los bloques tienen una resistencia por debajo de 10 kg/cm²; en 5 empresas su resistencia varía entre 10 kg/cm² hasta 20 kg/cm² y, en 2 empresas (las bloqueras Michelena y Materiales El Socorro) sobrepasan los 20 kg/cm². Los valores promedio obtenidos son: área bruta 375,14 cm²; carga de rotura 5.301,62 kg; resistencia a la compresión calculada por el área bruta 14,15 kg/cm²; desviación -15,85.
- Semi industrializado alto: de las 4 empresas, en 3 de ellas los bloques tienen un valor a la compresión entre 10 kg/cm² y 20 kg/cm², en la otra empresa tiene un valor de 20,67 kg/cm². Los valores promedio son: área bruta 368,72 cm²; carga de rotura 6.732,17 kg; resistencia a la compresión calculada en función al área bruta 18,38 kg/cm² y desviación -11,62.
- Se corrobora que, en cuanto a la calidad del bloque en función de la resistencia a la compresión, ninguna empresa analizada cumple con la resistencia mínima promedio de 30 kg/cm².
- Es importante destacar que de la empresa Catatumbo se ensayó a la compresión un bloque denominado por ellos como de "primera", obteniendo como resultado una resistencia de 36,81 kg/cm², que sí cumple con la Norma COVENIN 42-82. Para la fabricación de este tipo de bloque se agrega menos cantidad de arena por saco de cemento. Esto demuestra que sí hay conciencia en los productores sobre la calidad del producto, pero prevalece principalmente la competencia y la rentabilidad del producto.

Absorción de agua del bloque hueco de concreto.

Teniendo la Norma COVENIN 42-82 como referencia, se sometieron 3 muestras de bloque por empresa al ensayo de la absorción de agua (ver foto 7), considerando las siguientes especificaciones:

Equipos: Horno para temperatura de 110 °C ± 5°C; balanza y soporte para el horno; tanque de agua de acueducto para mantener las muestras cubiertas de agua.

Foto 5:
Cilindro sometido al ensayo de compresión



Foto 6:
Etapas del proceso de evaluación visual del bloque



Procedimiento:

- Se hizo el pesado respectivo de las muestras.
- Se sumergieron las muestras completamente durante 24 horas en agua, a una temperatura de aproximadamente 27 °C.
- Se extrajeron las muestras del agua, se secaron con toallas absorbentes y se pesaron inmediatamente.
- Se secaron las muestras en el horno a una temperatura entre 100 °C y 115 °C durante 24 horas, luego se sacaron y pesaron, repitiéndose esta ope-

ración dos veces a intervalos de 2 horas, verificándose que la pérdida de peso no fuera mayor de 0,2% del peso anterior.

Expresión de los resultados: la absorción de agua del bloque, se expresó como un porcentaje del peso seco, calculado para cada muestra, según la fórmula:

$$A = \frac{(P_2 - P_1)}{P_1} \times 100$$

donde P₁ es el peso seco de la muestra en el horno; P₂ es el peso de la muestra después de 24 horas sumergida.

Tabla 9

Resistencia a la compresión del bloque en las empresas semi industrializadas bajas

N° Bloquera	Area Bruta AB (cm2)	Area Neta AN (cm2)	Area Hueca AH (cm2)	Carga de Rotura P (kg)	Tiempo de Aplicación Carga T	Resistencia Compresión (kg/cm2)		Resistencia según la Norma (kg/cm2)	Desviación
						AB	AN		
1 La Osuna	376,30	188,47	187,83	4.690,95	1 min. 14 seg.	12,47	24,89	30,00	-17,53
2 Mat. Const. Unión	375,91	196,19	179,72	3.137,37	1 min. 45 seg.	8,35	16,01	30,00	-21,65
3 Catatumbo	375,69	184,49	191,19	4.415,01	1 min. 46 seg.	11,8	24,02	30,00	-18,20
4 Construct. PM3	371,52	196,03	175,49	6.115,99	1 min. 24 seg.	16,45	31,04	30,00	-13,55
5 Ramicar	377,20	199,29	177,91	6.758,59	1 min. 28 seg.	17,92	33,95	30,00	-12,08
6 Divino Niño	379,20	198,80	180,36	3.931,17	1 min. 33 seg.	10,34	19,72	30,00	-19,66
7 Michelena	371,45	192,30	179,17	8.656,14	1 min. 31 seg.	23,30	45,02	30,00	-6,70
8 M. El Socorro	374,41	190,97	183,44	7.563,72	1 min. 25 seg.	20,19	39,65	30,00	-9,81
9 Miramar	374,61	193,35	181,26	2.445,64	1 min. 06 seg.	6,52	12,67	30,00	-23,48
Promedio:	375,14	193,32	181,82	5.301,62	1 min. 23 seg.	14,15	27,44	30,00	-15,85

Tabla 10

Resistencia a la compresión del bloque en las empresas semi industrializadas altas

N° Bloquera	Area Bruta AB (cm2)	Area Neta AN (cm2)	Area Hueca AH (cm2)	Carga de Rotura P (kg)	Tiempo de Aplicación Carga T	Resistencia Compresión (kg/cm2)		Resistencia según la Norma (kg/cm2)	Desviación
						AB	AN		
1 El Bloque	338,29	154,04	184,25	6.864,43	1 min. 10 seg.	20,67	47,34	30,00	-9,33
2 Bimoca	372,40	193,02	179,38	5.500,00	1 min. 45 seg.	14,77	28,49	30,00	-15,23
3 Premezclado Marcuzzi	389,73	208,72	181,01	7.291,56	1 min. 14 seg.	18,70	34,86	30,00	-11,30
4 Concret. Universal	374,47	194,61	180,09	7.272,67	1 min. 35 seg.	19,40	37,38	30,00	-10,60
Promedio:	368,72	187,60	181,18	6.732,17	1 min. 26 seg.	18,38	37,02	30,00	-11,62



Colocación y nivelación del bloque en el camping de yeso

Bloque en el ensayo de compresión

Foto 7:

Proceso de ensayo de la resistencia a la compresión del bloque

Los datos obtenidos se vaciaron en los cuadros de registros respectivos y se enfrentaron a lo que establece la Norma COVENIN 42-82 para la absorción máxima de cada tipo de bloque, especialmente para el tipo B. Sometidos los 3 bloques por cada empresa analizada al ensayo para determinar el porcentaje de absorción de agua de los bloques (ver tabla 11) se puede concluir que los bloques que elaboran las empresas seleccionadas están dentro de lo que establece la Norma COVENIN 42-82 en cuanto a la absorción máxima para un bloque pesado y semipesado, que es 14% y 16%, respectivamente. Al respecto se obtuvieron valores muy variables, oscilando entre 6,19 % y 15,12 %.

Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación, que está enmarcada dentro del Trabajo de Investigación Proyecto 4: "Materiales, Componentes y Técnicas de Construcción para Viviendas de Bajo Costo", estado Táchira, ha permitido evaluar importantes aspectos concernientes a la fabricación del bloque hueco de concreto con el fin de determinar la situación real de su calidad y del cumplimiento de la Norma Venezolana COVENIN 42-82. El desarrollo de esta investigación permitió indagar en los procesos de producción de las diferentes empresas semi industrializadas dedicadas a fabricar el bloque hueco de concreto de 10 cm, clasificado como tipo B, para uso de paredes expuestas o no a la humedad.

A continuación se presentan observaciones generales por cada empresa estudiada, relacionando

los diferentes resultados y las variables intrínsecas al proceso de producción que pueden incidir en la calidad misma del bloque como producto para la construcción.

En lo que respecta a las empresas con un nivel de producción semi industrializado bajo, se puede sintetizar que:

- La empresa La Osuna tiene una resistencia a la compresión baja a pesar de que el mezclado se realiza con trompo, tanto de la mezcla como de los bloques; esto puede deberse a un exceso en la cantidad de arena.
- En la empresa Materiales de Construcción Unión, a pesar de que es aceptable el resultado de la prueba resistencia a la compresión de la mezcla así como la cantidad de arena y cantidad de bloques por saco de cemento, se obtiene una resistencia muy baja: 8,35 kg/cm². Esto puede estar relacionado con la calidad y el control del proceso de moldeado, prensado y vibrado del bloque en las máquinas.
- La empresa Catatumbo arroja una baja resistencia a la compresión de la mezcla y del bloque debido a un exceso en la cantidad de arena y al número de bloques producidos por saco de cemento.
- Las bloqueras Constructora PM3 y Ramicar utilizan arenas mezcladas en cantidad excesiva y sin embargo obtienen una resistencia aceptable de la mezcla. Pero en cuanto a la resistencia del bloque, ésta se considera baja y no cumple con la Norma COVENIN 42-82. Esto puede deberse a fallas en el proceso de moldeado del bloque.

Tabla 11

Ensayo de absorción de agua del bloque

N°	Bloquera	Humedad del bloque Hm (Kg)	% Absorción	% Absorción Máxima permitida por Norma	Información Estadística Promedio % Absorción/Diferencia
1	La Osuna	0,752	9,06	14,00	4,94
2	Materiales de Const. Unión	0,762	10,14	16,00	5,86
3	El Bloque	0,822	9,85	14,00	4,15
4	Bimoca	0,830	10,36	14,00	3,64
5	Premezclados Marcuzzi	0,725	8,35	14,00	5,65
6	Catatumbo	0,692	8,44	16,00	7,56
7	Constructora Pm3	0,618	7,52	14,00	6,48
8	Ramicar	0,654	7,93	14,00	6,07
9	Divino Niño	0,819	10,71	16,00	5,29
10	Michelena	0,519	6,19	14,00	7,81
11	Mosaicos El Socorro	0,662	8,18	14,00	5,82
12	Miramar	0,861	11,62	16,00	4,38
13	Concretera Universal	0,717	8,48	14,00	5,52
	Promedio:	0,720	8,94		5,62

- En la empresa Divino Niño destaca en la arena un mediano contenido de materia orgánica que puede influir en la baja resistencia a la compresión del bloque.
- La empresa Michelena sobresale notablemente entre las 13 empresas por tener los mayores valores en la resistencia a la compresión de la mezcla y del bloque, a pesar de no estar dentro de lo establecido como mínimo por la Norma COVENIN 42-82. Se considera que este resultado alentador puede darse por las características de la arena, que es gruesa, y la baja cantidad de agua.
- En la empresa Mosaicos El Socorro se obtiene una resistencia bastante cercana a la de la empresa Michelena, pero la resistencia de la mezcla no es tan buena quizás debido a problemas en la dosificación y el mezclado del concreto.
- La empresa Miramar es la de más baja resistencia a la compresión del bloque entre las empresas semi industrializadas bajas. Se considera que ello es debido al exceso en la cantidad de arena, al mezclado manual del concreto y a la gran cantidad de bloques que fabrican por saco de cemento.

Las empresas semi industrializadas altas, incluyen las empresas Bimoca, El Bloque, Premezclados Marcuzzi y Concretera Universal, que son las unidades de producción más importantes en el estado Táchira en cuanto a volumen de producción y mercado que cubren. Sin embargo, estas empresas no producen un bloque que se acerque en resistencia a la compresión mínima que establece la Norma COVENIN 42-82, porque sus valores varían entre 14 kg/cm² y 21 kg/cm². Se infiere que esto quizás se deba a la calidad y a la excesiva cantidad de la arena utilizada con la pretensión de producir el mayor número de bloques por saco de cemento.

Estos valores se asemejan a los obtenidos en las empresas semi industrializadas bajas, haciéndose difícil fijar y generalizar con precisión cuál es la causa principal de la baja calidad del bloque hueco de concreto.

Los resultados obtenidos en esta muestra de 13 empresas tanto formales como informales, representativa de una población total de 21 empresas registradas, permite establecer que ninguna de las empresas en el estado Táchira cumple con los parámetros mínimos establecidos por la Norma COVENIN 42-82 para la resistencia a la compresión del bloque. En contraposición, la variable correspondiente a la absorción máxima de agua sí satisface la Norma COVENIN 42-82. Las 21 empresas establecidas en el estado están por debajo de los porcentajes de 14% y 16% para los bloques pesados y semipesados, respectivamente.

La baja calidad del bloque hueco de concreto es debida a las deficiencias en el proceso productivo, y pueden resumirse en los siguientes aspectos:

- Baja calidad de las arenas.
- Diversidad en las proporciones de los agregados, específicamente el exceso de arena.
- Diferencia en el procedimiento y tiempo de mezclado del concreto, así como del moldeado de los bloques.
- Exceso en la cantidad de bloques que se producen por saco de cemento, prevaleciendo la cantidad antes que la calidad.
- Proceso de curado poco constante y seguro que ayude a un proceso de secado adecuado, existiendo en la mayoría de las empresas una venta del bloque con menos de 7 días de secado.
- Resistencia a la compresión muy por debajo del promedio establecido por la Norma COVENIN 42-82 para un bloque tipo B, tanto en las empresas semi industrializadas bajas como en las altas. No se evidenció empresa alguna dentro del estado, por más industrializada e importante que sea, que satisfaga al mercado regional con un producto de calidad.

Destaca en la evaluación visual del bloque el sobredimensionado de las paredes y nervios de las celdas, lo que implica mayor peso del producto y más gasto de mezcla de concreto por bloque. Este aspecto debe evaluarse con el objeto de determinar si fabricando los bloques con los espesores de 1,3 cm como lo establece la Norma COVENIN 42-82 y mejorando la dosificación de la mezcla (menor cantidad de agregado) se puede obtener la resistencia a la compresión mínima de 30 kg/cm² y la misma cantidad de bloques por saco de cemento, lo que permitiría ofrecer un producto de calidad.

Esta visión de la realidad nos permite aclarar la necesidad de generar lineamientos técnicos y prácticos a ser instrumentados en las empresas semi industrializadas para que, utilizando la mismas arenas, un diseño apropiado de la mezcla de concreto y mejoras pertinentes en el proceso de moldeado y curado, se pueda obtener y comercializar un bloque que cumpla con el parámetro normativo de la resistencia a la compresión, lo que redundará en beneficio directo a la población que percibe en el bloque el producto más a la mano para la construcción de su vivienda. Se recomienda:

- a) Darle continuidad a esta línea de investigación para ahondar en una propuesta de diseño de la mezcla de concreto y dosificaciones de los agregados adecuadas al saco de cemento. Igualmente, en las empresas semi industrializadas es necesario establecer lineamientos prácticos en el proceso de mezcla, moldeado y vibrado del bloque.

b) El diseño de un plan estratégico de asesoría y apoyo por parte de las universidades y, principalmente, la UNET (Universidad Nacional Experimental del Táchira), debe estar orientado a concientizar a los productores sobre la necesidad de generar cambios sustanciales en la rutina diaria de producción del bloque para instrumentar mejoras en el proceso y los controles de calidad, tanto internos como externos, en la fabricación del bloque hueco de concreto por las empresas semi industrializadas.

c) La divulgación de estos resultados en los niveles académicos, productivos y gubernamentales permitirá encontrar soluciones y actuaciones que fortalezcan las potencialidades locales y regionales que existen en el estado Táchira para la fabricación de productos pertenecientes a la familia Concreto, específicamente, el bloque hueco de concreto. De igual modo, se considera importante que los organismos gubernamentales inspeccionen la calidad de los bloques huecos de concreto que se están utilizando en la construcción de viviendas de los programas públicos del Estado, a nivel regional y nacional, a fin de aplicar los correctivos que sean necesarios instrumentar.

Bibliografía

- Arellano, Freddy, 1997. *Manual del inversionista en el Táchira*. Editor Freddy Arellano. San Cristóbal, Venezuela.
- Comité Conjunto del Concreto Armado, 1976. *Ensayos de laboratorio y especificaciones*. Comité de Agregados, Cementos y Concreto. Tercera edición, Caracas
- Díaz, Ana y De Oteiza, Ignacio, 2000. "Análisis de la calidad y proceso productivo de bloques huecos de concreto de producción informal. Zona norte de Maracaibo", en *Tecnología y Construcción* 16-II. UCV / LUZ. Caracas.
- García, Soledad, 1999. *Patologías y técnicas de intervención: Fachadas y cubiertas*. Tratado de Rehabilitación. Editorial Munilla – Leiria. España.
- Márquez, Omar, 2000. *El proceso de la investigación en las ciencias sociales*. Ediciones de la Universidad Ezequiel Zamora, Barinas, Venezuela.
- Marrero, Mercedes, 1998. "La mampostería estructural de bloque de concreto: una aproximación tectónica a la vivienda social", *Tecnología y Construcción* 14-I. UCV / LUZ. Caracas.
- Marrero, Mercedes, 1999. "Algunos apuntes sobre la pertinencia y la factibilidad de aplicación de las tecnologías constructivas", *Tecnología y Construcción* 15-I. UCV / LUZ. Caracas.
- Ministerio de Fomento, 1982. *Norma Venezolana COVENIN 42-82: Bloques huecos de concreto*. Publicación de Fondonorma. Caracas.
- Molina, Orlando, 1997. Proyecto de bloques Induminca. Ponencia presentada en el IV Encuentro Nacional de la Vivienda, 1997. Maracaibo, Venezuela.
- Orozco, Enrique, 1999. *La estática en los componentes constructivos*. Fondo Editorial de la Universidad del Táchira – FEUNET. San Cristóbal, Venezuela.
- Orozco, Enrique et al., 2000. "Proyecto 4: Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo", *Tecnología y Construcción* 16-I. Caracas.
- Rodríguez, Luis, 1986. *Estructuras varias: fábrica de bloques*. Fundación Escuela de la Edificación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid.
- Salas, Julián, 2000. *La industrialización posible de la vivienda latinoamericana*. Escala. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Salvadori, Mario y Heller, Robert, 1992. *Estructura para arquitectos*. Editorial CP67, Tercera edición. Buenos Aires.
- Sosa, Milena et al., 1999. "Materiales, componentes y técnicas de construcción para viviendas de bajo costo", *Tecnología y Construcción* 15-II. Caracas.