

**MEMORIAS 2008
CONGRESO NACIONAL
DE ADMINISTRACIÓN Y
TECNOLOGÍA PARA LA
ARQUITECTURA, INGENIERÍA
Y DISEÑO**

13



**“DISEÑO Y FABRICACIÓN
DE PRODUCTOS CON
MATERIALES RECICLADOS”**

**José Antonio Domínguez Lepe
Luis E. Jiménez Torrez**

“DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS CON MATERIALES RECICLADOS”

**José Antonio Domínguez Lepe.
Luís E. Jiménez Torrez
Instituto Tecnológico de Chetumal**

INTRODUCCIÓN

Es evidente que los recursos naturales con los que contamos en nuestro planeta no son ilimitados. Y además las crecientes necesidades humanas, hacen prácticamente imposible que se detenga el aprovechamiento de estos recursos. Sin embargo, el solventar nuestras necesidades debe basarse en el llamado “desarrollo sustentable”. Esto es, aprovechar adecuadamente dichos recursos, cuidando de no comprometer los recursos necesarios para el desarrollo de la siguiente generación, que a su vez tendrá la misma responsabilidad. Una necesidad social básica es la vivienda, lo cual se ha tornado en un problema social serio y creciente, ya que cada vez somos más y contamos con menos espacios y recursos para construir.

A su vez, la Industria de la construcción genera una gran cantidad de desechos, ya sea por el mismo proceso de construcción o por demoliciones. Generalmente estos materiales de desecho van a parar a tiraderos clandestinos como terrenos baldíos o áreas ecológicas y en el mejor de los casos se utiliza como relleno, teniendo como resultado una mala imagen urbana y contaminación. Por otro lado, también se generan residuos sólidos urbanos entre los que destacan los embases de PET y los del llamado Tetra Pak que es una combinación de papel, polietileno y aluminio, que no son aprovechados en porcentajes representativos. Una manera de coadyuvar a preservar el medio ambiente y los recursos, es el reciclaje de estos desechos, ya que a través de ellos, se pueden obtener nuevos materiales para la construcción. Estos materiales pueden ser buenos sustitutos de los materiales de origen natural.

Con el presente trabajo, se pretende que estos recursos reciclables tengan un impacto social positivo al brindar una alternativa de vivienda de menor costo y con la calidad adecuada, además de los beneficios ecológicos que representan.

METODOLOGÍA

Muestreo de la materia prima

En una primera etapa se recolectaron 42 m³ de material en 7 lugares, las muestras se tomaron basadas en la técnica del tipo determinístico intencional, es decir, se tomaron varias muestras de diferentes orígenes en forma representativa para obtener mejores resultados, ya que el analizar pruebas de una sola fuente no garantiza la aproximación necesaria y real que se necesita.



Fig. 1 Residuos de mosaicos de pasta, cerámica



Fig. 2. Inspección de la materia prima. concreto, bloques y acabados (mortero).

Obtención y caracterización de agregados

Una vez obtenida la cantidad de material propuesto y realizada su inspección se procedió a su trituración:



Fig. 3. Obtención de los agregados (Fino, Gravilla, Grueso)

Una vez obtenidos estos agregados fueron trasladados a las Instalaciones del Instituto Tecnológico de Chetumal, México, para aplicarles las pruebas de laboratorio necesarias a fin de conocer sus características físicas que servirían de apoyo para la fabricación de bloques, mosaicos y adcretos. Paralelamente se tomaron muestras de material natural, para realizarles los mismos estudios como punto de comparación y referencia.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE BLOQUES

Los bloques se elaboraron en una fábrica local (Chetumal, Quintana Roo).

Para este procedimiento se utilizó una máquina vibro-compresora, la cual tiene las siguientes características:

- Marca ITAL MEXICANA.
- Modelo Vibramatic V-67-A.
- Utiliza un motor de: CP 75 RPM 1736 VOLT 220/440 AMP 20/10 FRECUENCIA 60HZ.
- Temperatura máxima a la que debe trabajar: 40°C.

Cuenta con una Revolvedora Horizontal con válvula para dosificar el agua y banda transportada, que esta conectada a la revolvedora para transportar el material a la tolva.



Fig. 4 Bloques saliendo de vibrocompresión



Fig. 5 Producto terminado

PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE MOSAICOS

Este proceso también se desarrolló en una fábrica local de Chetumal, Quintana Roo, México.

Para este procedimiento se emplearon:

- Material Seco: Cemento y polvo.
- Material húmedo: Cemento, polvo y agua.
- Pasta o "tinta": Cemento blanco, arena de mar y pintura azul.

Se utilizó una máquina RFC: Prensa Mosaiquera con capacidad de 10 ton.



Fig. 6 Diseño del mosaico



Fig. 7 Producto final

De acuerdo al procedimiento utilizado, se puede observar que el proceso es todavía muy artesanal y por lo tanto la calidad, volúmenes y diseños utilizados es variable, ya que dependen de la pericia y experiencia del operador.

PROCESO DE ELABORACIÓN DE ADOCRETOS.

Este Proceso se llevo a cabo en la misma fábrica que los mosaicos.



Fig. 8 Mezcla y molde utilizados.



Fig. 9 Llenado y "compactación inicial."



Fig. 10 "Compactación" final



Fig. 11 Producto final.

Como se puede observar el proceso es todavía bastante rustico y artesanal, ya que no se emplea ninguna máquina, ni se tiene control sobre la carga aplicada ó las repeticiones en los golpes, todo queda a criterio del obrero.

Una vez que se contaba con todos los elementos (Bloques, Mosaicos y Adocretos), estos fueron trasladados a las Instalaciones del IT. de Chetumal, para ser sometidos a las pruebas de laboratorio encaminadas a medir la calidad de dichos elementos, cabe mencionar que también se tomaron muestras de elementos fabricados con materia prima natural como punto de comparación y referencia.

3. RESULTADOS

BLOQUE. Para este elemento se llevaron a cabo las siguientes pruebas tomando en cuenta las especificaciones correspondientes:

A partir de la Norma NMX-C-404-1997-ONNCCE:

- Determinación de las dimensiones. (NIVIX-C-038-1974).
- Resistencia a la compresión. (NIVIX-C-036-1963).
- Determinación de la absorción del agua. (NMX-C-037-1966).

Tabla 1. Determinación de las dimensiones

BLOCK	LARGO (CMS)	ANCHO (CMS)	ALTO (CMS)
RECICLADO	15.10	40.40	19.50
NATURAL	15.00	40.40	19.50

Ambos especímenes cumplieron con la norma.

Tabla 2. Resistencia a la compresión bloques reciclados

BLOCK	ÁREA (cm ²)	CARGA (Kg./cm ²)	Resistencia mínima a la ruptura(Kg./cm ²)
iR	611.0	16700	27.3
2R	615	14100	22.9
3R	622.5	18700	30.0
4R	601.5	11300	18.8
5R	603	13900	23.1

Promedio de 5 piezas = 24.43 Kg. /cm².

Tabla 3. Resistencia a la compresión bloques naturales

BLOCK	ÁREA (cm ²)	CARGA (Kg./cm ²)	Resistencia mínima a la ruptura(Kg./cm ²)
1N	619.1	27,100	27.8
2N	604.0	29,400	28.7
3N	606.0	35,900	29.2
4N	601.5	24,850	21.0
5N	604.5	20,200	22.0

Promedio de 5 piezas = 27.13 Kg. /cm².

Tabla 4. Especificaciones del producto.

Resistencia mínima de ruptura a la compresión sobre el área total (Kg. /cm ²).		
TIPOS	Promedio de 5 piezas.	Pieza individual.
A1	70	56
A2	60	48
B	40	32
C	23	18

Ambos materiales clasificaron como "TIPO C"

DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL AGUA

Promedio de 5 piezas (reciclado)= 286 lts/m³.

Promedio de 5 piezas (natural) = 266 lts/m³.

Tabla 5. Especificaciones del producto.

	Absorción máxima de agua fría en 24 horas (lts/m³).
TIPOS	Promedio de cinco piezas
A1	220
A2	240
B	290
C	---

De acuerdo a estas especificaciones y en base a los datos obtenidos, se obtuvo el promedio de 5 piezas = 286 lts/m³, dando como resultado el:

“TIPO B”, tanto para los reciclados como para los naturales.

MOSAICOS. NOM-C-8-1974

A este elemento se le practicaron las siguientes pruebas tomando en cuenta sus especificaciones:

- DIMENSIONES. (Inciso 5.1.)
- ACABADO. (Inciso 3.1.2.4.)
- DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL AGUA. (Inciso 5.6.)
- PRUEBA A LA FLEXIÓN (MODULO DE RUPTURA). (Inciso 5.4.)

DIMENSIONES. NOM-C-8- 1974 (Inciso 5.1.)

De acuerdo a la norma el mosaico de pasta cumplió con las especificaciones requeridas en donde sus dimensiones fueron las siguientes:

- Mosaico de pasta de 30 x 30.
- Espesor mínimo de la pasta 3mm, obteniendo un espesor de 5 mm.
- Teniendo una tolerancia en medidas en largo y ancho 2 mm.

Al cumplir con las especificaciones permite una colocación adecuada de dichos elementos al emplearse en la construcción como recubrimiento de pisos y paredes, exteriores e interiores.

ACABADO. NOM-C-8- 1974 (Inciso 3.1.2.4.)

Los mosaicos utilizados tuvieron las siguientes características de acuerdo a la norma:

- Tuvieron sus cantos lisos
- Y libres de salientes.

- Sus aristas fueron rectas.
- Y no presentaron despostilladuras.

En base a esta prueba se determino que cumplieron con las especificaciones adecuadas, permitiendo que dichos especimenes sean aceptados en la obra.

DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL AGUA. NOM-C-8-1974 (Inciso 5.6.)

- Teniendo un promedio de absorción del material reciclado = 16.5%
- Teniendo un promedio de absorción de material natural = 16.6%
- Ninguno de los dos materiales cumplió con la norma que señala un máximo de 8.0 por ciento.



Figura 12. Prueba a flexión (Módulo de ruptura) NOM-C-8-1974 (Inciso 5.4.)

Teniendo un promedio en módulo de ruptura de material reciclado = 54.8 Kg. /cm. Teniendo un promedio de módulo de ruptura del material natural = 42.1 Kg. /cm.

Tabla 6. ESPECIFICACIONES

	Espesor mínimo de la pasta (mm.)	Tolerancia en medidas (mm.) en largo y ancho	Carga unitaria a la flexión(Kg./cm ²) Absorción máxima % de agua fría en 24 horas	Absorción máxima % de agua fría en 24 horas
Mosaico de pasta de 30x30	3mm	2	20.17	15.5

Tanto el material reciclado como el natural, superaron la carga unitaria de 20.17 Kg. /cm., en la prueba se obtuvo 54.8 y 42.1 Kg. /cm. Respectivamente.

ADCRETOS. NOM-C-314-1986

Para este elemento se llevo a cabo las siguientes pruebas tomando en cuenta sus especificaciones:

- DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES. (Inciso 5.3.1.)
- DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DEL AGUA. (Inciso 7.2.)
- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN. (Inciso 7.1.)

Tabla 7. DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES. NOM-C-314-1986 (Inciso 5.3.1.)

Material reciclado.

Pieza. Diseño	Ancho (mm.)	Largo (cm.)	Espesor (cm.)	Relación E-L
1 huesito	82	19.8	6.6	0.33
2 huesito	82	19.8	6.8	0.34
3 trébol	231	23.1	6.8	0.29

En base a los datos obtenidos, el ancho de la sección mínima esta dentro del rango. La relación largo-ancho en los dos primeros especimenes lo cumplió, en el último no porque el diseño es distinto y este es cuadrado. La relación espesor-largo la cumplió satisfactoriamente.

Tabla 8. Determinación de las dimensiones. Material natural.

Pieza. Diseño	Ancho (mm.)	Largo (cm.)	Espesor (cm.)	Relación E-L
1N español	227	25.6	6.8	0.27
2N español	225	25.2	6.6	0.26
3N español	226	25.2	6.5	0.26

Para estos especimenes de acuerdo a la norma cumplieron con las dimensiones requeridas, excepto en la relación largo-ancho porque el diseño es casi cuadrado.