



Title: Diseño de pieza de mampostería ecológica para muros no estructurales

Authors: MENDOZA-GONZÁLEZ, Felipe, CÓRDOVA-ESCOBEDO, Jesús Fausto, TREJO-MOLINA, Francisco de Jesús y SALMERON-ORTIZ, Mario Raúl

Editorial label ECORFAN: 607-8695

BECORFAN Control Number: 2020-05

BECORFAN Classification (2020): 111220-0005

Pages: 12

RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.

143 – 50 Itzopan Street

La Florida, Ecatepec Municipality

Mexico State, 55120 Zipcode

Phone: +52 1 55 6159 2296

Skype: ecorfan-mexico.s.c.

E-mail: contacto@ecorfan.org

Facebook: ECORFAN-México S. C.

Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings

Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

Introducción

Desde hace ya muchos años los muros estructurales o no estructurales en edificaciones se han realizado a base de block sólido, de block hueco de concreto, block hueco de barro cocido, adobe, etc., los cuales deben estar unidos entre sí con mortero elaborado con mortero-arena-agua o cemento-arena-agua, esto hace que al momento de unir un block con otro se genere un incremento de tiempo y costo debido a la preparación de mortero para unir dichas piezas.

También se requiere de mayor tiempo para los trabajos de junteo del mortero con los blocks, así como su nivelación y acomodo, al estar construyendo los muros de mampostería.

En esta investigación se presentará otra forma de construir muros no estructurales, los cuales estarán hechos con mampostería de block ecológicos y a su vez estos serán ensamblables, lo que pretende reducir tiempos y costos, en los cuales a parte de esta significativa reducción también obtendrá un aporte al medio ambiente al utilizar material reciclado como el plástico, el cual es el mayor contaminante a nivel mundial, la contaminación medioambiental por plásticos está causando daños irreparables a nuestro planeta, y cada vez aumenta aún más, el Greenpeace (2020) afirma que “La producción total de plástico en 2015 alcanzó las 380 millones de toneladas. Hasta la actualidad se han fabricado unos 8,3 mil millones de toneladas de plástico desde que su producción empezase sobre 1950”, entonces, en lugar de que este plástico sea depositado en vertederos sanitarios o se encuentre contaminando las calles de las ciudades, campos, ríos o mares, éste será ocupado para fines constructivos.

Se describen los diferentes tipos de mampostería, incluyendo los ecológicos y machihembrado que existen en la actualidad. Iniciando la investigación con el diseño de la pieza en sus dimensiones y forma, ya definido el block se fabricó el molde de acero, y se elaboraron los blocks para determinar que dosificación en la mezcla cumplía con la resistencia, al definir la dosificación se fabrican 8 blocks, de estos, 5 se ensayan a la compresión simple, y 3 se les realiza la prueba de absorción inicial máxima, de los blocks ensayados a la compresión se obtiene en MATLAB la gráfica esfuerzo-tiempo.

Metodología

Tipo de Geometría

Se inicia el diseño de la pieza de mampostería con la ayuda del programa “AutoCAD”, con el cual se pretende elaborar un block con una geometría y agregados diferentes a las piezas que se encuentran en el mercado.

De acuerdo con la información obtenida se comenzó a diseñar la pieza con la (NMX-C-038-ONNCE-2004, 2004).

Se eligen las medidas convencionales para un block común, las cuales son de 40 cm de largo, 15 cm de ancho, y 20 cm de altura, con la diferencia que a esta pieza se le agregan salidas y entradas (macho-hembra) para su diseño machihembrado, las entradas y salidas laterales cuentan con 2 cm de radio ubicadas desde los centros laterales, en todo el espesor o alto del block, la lateral izquierda hacia a dentro y la derecha hacia afuera, en cuanto a la parte inferior y superior tienen 4 cm de diámetro y 1.5 cm de altura la superior, y 1.5 cm hacia adentro la inferior.

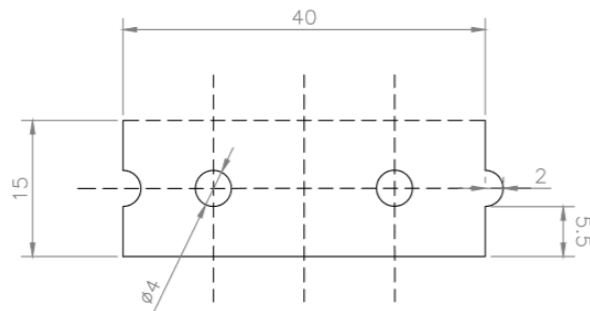


Figura 14 Geometría del block ecológico machihembrado para muros no estructurales

Figura 15 Pieza de mampostería ecológica para muros no estructurales

Metodología

Trituración o corte de plástico de polipropileno (PP)

Se realiza la trituración de plástico de polipropileno provenientes en su mayoría de recipientes para yogurt, sorbetes, tapas de botella, con el fin de obtener partes más pequeñas de la misma, para favorecer el mezclado con el concreto, y que tenga una mejor adhesión.



Figura 16 *Plástico triturado (PP)*

Elaboración de molde

Se elabora un molde especial de acero con las medidas diseñadas para fabricar las piezas, ya que no será de los convencionales por tener una geometría distinta, este molde tendrá un espesor de las placas adecuadas para que no se deforme al momento de colar la mezcla de concreto, la (NMX-C-159-ONNCCE-2004, 2004) indica que “Los moldes y los accesorios para elaborar los especímenes de concreto deben ser de acero, hierro fundido, o cualquier otro material no absorbente y no reactivo con el cemento portland u otros cementantes hidráulicos” (p. 6).

Metodología

Fabricación de pieza de mampostería ecológica para muros no estructurales

Para determinar la dosificación para la pieza de mampostería ecológica, se realizarán tres proporciones de plástico reciclado (PP), hasta lograr una resistencia para mampostería no estructural, una con el 25% de plástico y un 75% de agregado pétreo, otra con el 15% de material reciclado y 85% de agregado pétreo, y una última con el 10% de plástico y 90% de gravilla.

Material	25%PP (kg)	15%PP (kg)	10%PP (kg)
Gravilla	11.55	13.09	13.86
Plástico (PP)	3.85	2.31	1.54
Cemento	2.13	2.13	2.13
Agua	1-1.1 L	1-1.1 L	1-1.1 L

Tabla 1 *Dosificación de block ecológico no estructural*

Se tendrán dos piezas para cada una de las dosificaciones de plástico (PP), y se ensayaran a los 14 días de edad, para determinar cuál de las dosificaciones cumple con la resistencia para blocks no estructurales.

Prueba de resistencia a la compresión simple

Se coloca el Block en la prensa para realizar la prueba a compresión. Se probarán las 6 piezas a los 14 días de edad, una vez obtenidos los resultados se elegirá la dosificación de los elementos que logren quedar en el rango de blocks no estructurales.

Metodología

La dosificación elegida que obtuvo el mejor resultado a la compresión fue con el 10% de plástico triturado.

Block	Plástico (PP) (%)	Resistencia $f'c$ (kg/cm ²)
1	25	22.18
2	25	19.21
3	15	25.85
4	15	23.65
5	10	44.93
6	10	42.62

Tabla 2 Resistencia a compresión de los block

Fabricándose 5 blocks con el 10% PP para cumplir con la norma “NMX – C – 441 – ONNCCE - 2013 -INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-MAMPOSTERIA-BLOQUES, TABIQUES O LADRILLOS Y TABICONES PARA USO NO ESTRUCTURAL-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO”

Prueba de absorción máxima inicial

Una vez obtenida nuestra dosificación de los blocks ecológicos (10% PP) se procede a realizar otro lote de 3 piezas, de medidas, 40 cm de largo, 15 cm de ancho y 20 cm de alto, con 14 días de edad. Para la prueba de absorción máxima inicial de acuerdo con la “NMX – C – 037 – ONNCCE – 2005 - “INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-BLOQUES, LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES - DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA Y ABSORCION INICIAL DE AGUA”, apartado 2.7 Determinación de la absorción de agua y absorción inicial de agua.



Figura 18 *Prueba de absorción máxima inicial de la pieza ecológica*

Grafica (esfuerzo - tiempo)

En la tabla se presentan los blocks con dosificación de las tres proporciones de plástico triturado, la gráfica fue realizada con el programa MATLAB.

En la gráfica se muestran las pruebas a compresión simple, realizadas con los tres porcentajes de plástico triturado, estos parámetros de carga fueron tomados cada 5s, el block #1 tiene una resistencia a la compresión de 42.62 kg/cm^2 , el #2 con un resultado de 23.657 kg/cm^2 , y el #3 con una resistencia de 19.21 kg/cm^2 .

Tiempo (s)	Esfuerzo block 1 (10%PP)	Esfuerzo block 2 (15%PP)	Esfuerzo block 3 (25%PP)
0	0	0	0
5	0.217	0.833	0.217
10	0.333	0.917	0.367
15	0.333	1.3	1.21
20	0.35	3.517	3.41
25	0.70	7.867	7.01
30	1.10	9.65	9.05
35	2.15	11.65	10.75
40	4.533	13.983	15.183
45	9.50	16.283	18.433
50	14.15	18.43	19.05
55	21.083	20.583	19.21
60	27.317	21.817	0
65	32.517	22.85	0
70	37.233	23.657	0
75	41.033	0	0
80	42.62	0	0
85	0	0	0

Tabla 3 Resistencias (esfuerzo-tiempo) 10, 15, 25% Polipropileno

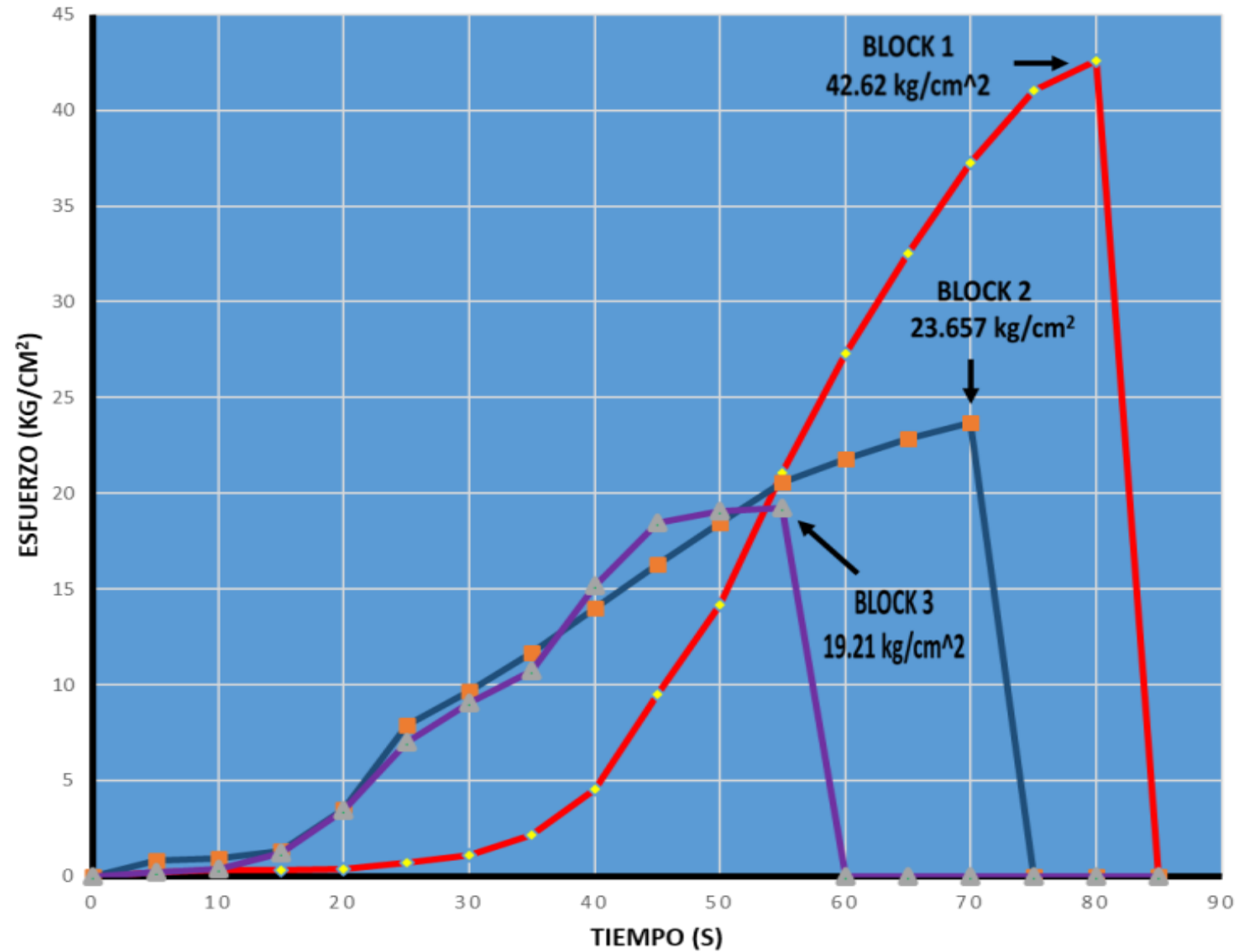


Grafico 1 Resistencias (esfuerzo-tiempo) 10, 15, 25% Polipropileno

Resultados

Los 5 blocks que se elaboraron con el 10% PP, se sometieron a la compresión en la prensa a los 15 días de edad, obteniendo los siguientes resultados.



Figura 17 Ensayo de la pieza ecológica a la compresión simple

Pieza	P (kg)	A (cm ²)	Resistencia f'c (kg/cm ²)
1	26080	600	43.46
2	25850	600	43.08
3	24700	600	41.16
4	24390	600	40.65
5	23090	600	38.48

Tabla 4 Resistencias de las 5 piezas

$$f'c \text{ prom} = 41.36 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia adecuada para muros no estructurales, de acuerdo a la norma “NMX-C-441-ONNCCE-2013-INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-MAMPOSTERIA - BLOQUES, TABIQUES O LADRILLOS Y TABICONES PARA USO NO ESTRUCTURAL - ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO”, que indica que la resistencia media es de 35 kg/cm², y la resistencia mínima individual de 28 kg/cm².

A 3 blocks con el 10% PP, se probaron a la absorción inicial de agua, con una edad de 14 días, obteniendo los siguientes resultados.

Pieza	Peso seco P0(g)	Peso húmedo P1(g)
1	19,163	19,232
2	18,286	18,358
3	19,486	19,528

Tabla 5 Pesos secos y húmedos de las 3 piezas

Resultados

$$Cb = \frac{100M}{S\sqrt{t}} = \frac{\text{Pieza \#1}}{600 \text{ cm}^2\sqrt{10} \text{ min}} = \frac{100(19,232g-19,163g)}{600 \text{ cm}^2\sqrt{10} \text{ min}}$$

$$Cb = 3.63 \text{ g/min}$$

$$Cb = \frac{100M}{S\sqrt{t}} = \frac{\text{Pieza \#2}}{600 \text{ cm}^2\sqrt{10} \text{ min}} = \frac{100(18,358g-18,286g)}{600 \text{ cm}^2\sqrt{10} \text{ min}}$$

$$Cb = 3.79 \text{ g/min}$$

$$Cb = \frac{100M}{S\sqrt{t}} = \frac{\text{Pieza \#3}}{600 \text{ cm}^2\sqrt{10} \text{ min}} = \frac{100(19,528g-19,486g)}{600 \text{ cm}^2\sqrt{10} \text{ min}}$$

$$Cb = 2.21 \text{ g/min}$$

Los resultados de los bloques para uso no estructural cumplen con la NMX-C-441-ONNCCE-2013-INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - MAMPOSTERIA -BLOQUES, TABIQUES O LADRILLOS Y TABICONES PARA USO NO ESTRUCTURAL - ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO, los cuales son aceptables para muros exteriores al no rebasar los 5 g/min, así como para muros interiores o con recubrimiento con tolerancia de 7.5 g/min, posteriormente se determinó la absorción media de las piezas.

$$Cb_{prom} = \frac{3.63 + 3.79 + 2.21}{3} = 3.21 \text{ g/min}$$

Conclusiones

En la investigación se realizaron diferentes tipos de dosificaciones, se utilizó un 25% (3.85 kg), 15% (2.31 kg), y por último 10% equivalente a 1.54 kg de Plástico en la pieza de mampostería, a las cuales se le realizaron pruebas a la compresión para obtener su resistencia, dando resultados satisfactorios con un agregado del 10% PP, con una resistencia media de 41.36 kg/cm² en el ensaye de 5 piezas, por lo tanto cumplen con la NMX-C- 441-ONNCCE-2013 para blocks no estructurales.

Con esa misma dosificación del 10% PP se fabricaron tres piezas más, a los cuales se les sometió a la prueba de absorción máxima inicial, dejando sumergidos los blocks 5mm durante 10min, al finalizar la prueba los cálculos arrojan resultados favorables, se obtiene un promedio para determinar la absorción máxima inicial, con un resultado de 3.21g/min, por lo tanto cumplen con la NMX-C-441-ONNCCE-2013.

Se concluye que la pieza de mampostería ecológica con su resistencia es adecuada para utilizarse únicamente como blocks no estructurales.

También será aceptable para utilizarse en la construcción de muros interiores y muros exteriores que estarán expuestos a la intemperie.

Las piezas de mampostería ecológica realizarán un gran aporte al medio ambiente, ya que por ejemplo, si se construye un muro de 4x3m, se necesitarán 150 blocks de 40cm de largo x 20 cm de alto. Si se utilizan 1.54 kg de plástico para elaborar un block ecológico, para construir el muro se necesitarán 231 kg de plástico de polipropileno, de esa forma se reutilizaría el plástico que podría contaminar al medio ambiente.

El diseño de la pieza de mampostería ecológica puede mejorar si se modifican las salientes superiores y entradas inferiores circulares, por una geometría prismática, al igual que en los costados (saliente y entrada) del block, para aumentar el momento de inercia en esas secciones, logrando un mayor acoplamiento entre las piezas.

Referencias

cgservicios. (s.f.). Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de cgservicios.df.gob.mx/prontuario/vigente/745.pdf

Cienciaycimiento. (28 de Septiembre de 2015). Recuperado el 8 de enero del 2020, de [cienciaycimiento: http://wp.cienciaycimiento.com/ladrillos-pet-a-base-de-residuos-plasticos/](http://wp.cienciaycimiento.com/ladrillos-pet-a-base-de-residuos-plasticos/)

Ecologiaverde. (22 de Noviembre de 2017). Ladrillos de desechos reciclados para la construcción de casas ecológicas. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de <https://www.ecologiaverde.com/ladrillos-de-desechos-reciclados-para-la-construccion-de-casas-ecologicas-610.html>

Ecoticias. (25 de Septiembre de 2009). Ladrillos ecológicos a partir de cenizas de carbón. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de <https://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/17574/Ladrillos-ecologicos-a-partir-de-cenizas-de-carbon-medio-ambiente-residuos-reciclaje-medio-noticias>

Ecured. (3 de marzo de 2018). Ladrillo de adobe. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de https://www.ecured.cu/index.php?title=Ladrillo_de_adobe&action=info

Elmundo. (19 de Marzo de 2008). Ladrillos de cañamo, el hermano verde del rey del andamio. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de <https://www.elmundo.es/elmundo/2008/03/19/suvienda/1205918776.html>

Expoknews. (13 de Enero de 2015). Conoce los ladrillos hechos de cacahuete. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de <https://www.expoknews.com/conoce-los-ladrillos-hechos-de-cacahuete/>

Gaceta. (11 de Enero de 2016). Recuperado el 8 de enero del 2020, de <http://www.gaceta.unam.mx/20160111/ladrillo-ecologico-basado-en-residuos-de-construcciones/>

Referencias

Greenpeace. (2020). Datos sobre la producción de plásticos. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>

Materiales para la construcción FERREX. (s.f.). Tabique rojo para construcción. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de www.materialesdeconstruccion.com.mx/materiales-tabique.php

NMX-C-036-ONNCCE-2004- “INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-BLOQUES TABIQUES O LADRILLOS, TABICONES Y ADOQUINES-RESISTENCIA A LA COMPRESION-METODO DE PRUEBA”

NMX-C-037-ONNCCE-2005- “INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-BLOQUES, LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES- DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA Y ABSORCION INICIAL DE AGUA”

NMX-C-038-ONNCCE-2004- “INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES DE LADRILLOS, TABIQUES, BLOQUES Y TABICONES PARA LA CONSTRUCCION”

NMX-C-159-ONNCCE-2004- “INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-CONCRETO-ELABORACION Y CURADO EN EL LABORATORIO DE ESPECIMENES DE CONCRETO”

NMX-C-441-ONNCCE-2013- “INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION-MAMPOSTERIA-BLOQUES, TABIQUES O LADRILLOS Y TABICONES PARA USO NO ESTRUCTURAL- ESPECIFICACIONES Y METODOS DE ENSAYO”

Wordpress. (18 de Octubre de 2016). Utilización de ladrillos ecológicos a base de cascarillas de arroz como material alternativo en la construcción. Recuperado el 3 de noviembre del 2020, de <https://tfg2016antonellaertl.wordpress.com/2016/10/18/primera-entrada-del-blog/>



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BECORFAN is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)