



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMPACHE

TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

“CONTROL DE VERTIMIENTOS Y MONITOREO DE LA CALIDAD DEL
BLOCK TOBA CON PET MOLIDO”

PARA OBTENER EL TITULO DE

Ingeniero(a) Industrial

PRESENTA

Martha Leydi Lozano Cruz

DIRECTOR DE TESIS

M.I.I. German Dominguez Carrillo

CO- DIRECTOR DE TESIS

Ing. Pascual Hernandez Bautista

Xoyotitla, Álamo Temapache, Ver. Mayo 2021

Dedicatoria

Con todo respeto, admiración y cariño a mis padres, Martha Cruz Gomes y Felix Lozano Torres, por ser fuente de inspiración y superación para mí.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada quiero agradecer al Instituto Tecnológico Superior de Alamo Temapache (ITSAT) por ser la casa de estudios que me formo profesionalmente, brindandome las herramientas necesarias en cuestion academica teniendo como base los mejores valores.

A mis asesores, especialmente al M.I.I. German Dominguez Carrillo y al Ing. Pacual Hernandez Bautista, por la disposicion y aprendizaje brindado, ademas del tiempo dedicado para aclarar todo tipo de dudas presentadas y guiarme de la mejor manera con todos sus conocimientos y experiencia.

Tambien quiero agradecer al Lic. Juan Pitta Rosado por brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso.

A Dios por darme las ganas y la fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades que se me han presentado, y culminar de manera exitosa una de mis mas grandes metas.

RESUMEN

La existencia sin limite de productos plasticos de refrescos, jugos, agua... en los basureros trae consigo gran contaminacion ambiental; es aquí donde buscamos una solucion que ademas traera un beneficio. En esta investigacion se busca obtener el block que contenga PET como material adicional a las materias primas, que tenga igual o mayor resistencial al convencional, y poder reutilizar los productos plasticos que se encuentran en desuso como contaminantes.

Comparamos la resistencia tomando en cuenta la cantidad de PET y los días de secado, el siguiente paso fue realizar la pruebas de compresión para posteriormente comparar con los block convencionales que son vendidos en la región, las pruebas fueron realizadas a noventa block para cumplir con las normas NMX-C-441-ONNCCE-2005 y la NMX-C-404-ONCCE-2005 del ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C (ONNCCE) con respecto a la fabricación de block de concreto que establece para clasificarlos como block no estructurales que debe ser mayor a 35 kgf/cm² según la norma MNX-C-441-ONCCE-2005 y los estructurales que su resistencia debe ser mayor a 60 kgf/cm² según la norma NMX-C-404-ONNCCE-2005.

ABSTRAC

The unlimited existence of plastic products of soft drinks, juices, water ... in the garbage dumps brings with it great environmental pollution; This is where we look for a solution that will also bring a benefit. This research seeks to obtain the block that contains PET as an additional material to the raw materials, that has equal or greater resistance to the conventional one, and to be able to reuse the plastic products that are in disuse as pollutants.

We compared the resistance taking into account the amount of PET and the days of drying, the next step was to carry out the compression tests to later compare with the conventional blocks that are sold in the region, the tests were carried out on ninety blocks to comply with the requirements. norms NMX-C-441-ONNCCE-2005 and NMX-C-404-ONCCE-2005 of the NATIONAL ORGANISM OF NORMALIZATION AND CERTIFICATION OF CONSTRUCTION AND BUILDING, SC (ONNCCE) with respect to the manufacture of concrete blocks that it establishes for Classify them as non-structural blocks that must be greater than 35 kgf / cm² according to the MNX-C-441-ONCCE-2005 norm and structural blocks that their resistance must be greater than 60 kgf / cm² according to the NMX-C-404-ONNCCE norm -2005.

INDICE TEMATICO

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Indice tematico.....	V
Indice de tablas.....	VII
Indice de ilustraciones.....	VIII
CAPITULO I: GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Justificacion.....	4
1.4 Hipotesis.....	5
1.5 Objetivos.....	6
1.6 Metas.....	6
Capitulo II: MARCO TEORICO	
2.1 Introduccion.....	7
2.2 Desarrollo de la fabricacion del block.....	7
2.3 Definiciones y conceptos.....	9
2.4 Normatividad de la construccion del block.....	12
2.5 Coeficiente de absorcion de agua.....	19

2.6 Polimeros termoesables.....	20
2.7 Etapas para la construccion de un block.....	22
2.8 Conclusion.....	23
CAPITULO III: ESTADO DEL ARTE	
3.1 Trabajos relacionados.....	24
CAPITULO IV METODOLOGIA	
4.1 Diseño de experimento.....	26
4.2 Diseño metodologico.....	27
4.3 Las hipotesis de aleatoriedad.....	28
4.4 Materiales y equipos utilizados en las pruebas de resistencia a la compresion Simple.....	28
4.5 Prueba a la compresion simple.....	29
4.6 Procedimiento de prueba a la compresion simple.....	29
7.7 Normatividad aplicada.....	35
CAPITULO V ANALISIS Y RESULTADOS	
5.1 Introduccion.....	36
5.2 Analisis del estado actual.....	37
5.3 Obtencion de imágenes.....	39
5.4 Resultados de la compresion simple, por lotes.....	44
CAPITULO VI CONCLUSIONES	
6.1 Obtencion de conclusiones.....	49

Bibliografía.....	52
-------------------	----

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de piezas de acuerdo a los materiales de fabricación.....	13
Tabla 2. Especificaciones y tolerancia de los block NMX-C-441-ONNCE-2005.....	13
Tabla 3. Clasificación del block según sus dimensiones NMX-C-441-ONNCE-2005.....	14
Tabla 4. Resistencias mínimas a la compresión NMX-C-441-ONNCE-2005.....	15
Tabla 5. Resistencias mínimas promedio NMX-C-404-ONNCE-2005.....	16
Tabla 6. Materiales utilizados en las pruebas de resistencia.....	28
Tabla 7. Procesos de elaboración del block según Castro-Gaspar.....	34
Tabla 8. Clasificación de productos según NMX-C-441-ONNCE-2005.....	35
Tabla 9. Materia prima para la elaboración de block.....	38
Tabla 10. Resultados de la compresión simple, lote 1.....	44
Tabla 11. Resultados de la compresión simple, lote 2.....	45
Tabla 12. Resultados de la compresión simple, lote 3.....	46
Tabla 13. Resultados de la compresión simple, lote 4.....	47
Tabla 14. Resultados de la compresión simple, lote 5.....	48

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustracion 1. Piezas de block huecas.....	11
Ilustracion 2. Placas y block de acero.....	17
Ilustracion 3. Caracteristicas de polimeros según D. Callister.....	21
Ilustracion 4. Reparacion de Azufre.....	39
Ilustracion 5. Moldes para roturacion.....	40
Ilustracion 6. Colocacion del block en el molde.....	40
Ilustracion 7. Block cabeceado para su roturacion.....	41
Ilustracion 8. Roturacion del block.....	41
Ilustracion 9. Block roturado por la fuerza de compresion.....	42
Ilustracion 10. Prueba de resistencia a la compresion.....	43

INTRODUCCION

En la actualidad vivimos una época basada en competencias constantes a nivel mercado específicamente en material de construcción, es por eso que se busca contar con la mejor calidad a menor precio.

Si bien es cierto que en el mercado encontramos distintas marcas de block, con diferentes precios y calidad variable, algunas veces optamos por el más común debido a la mercadotecnia sin saber cuál es su calidad verdadera.

En esta investigación se analiza y se comprueba la calidad de un block de concreto con diferentes cantidades de material, agregando un nuevo elemento a los componentes convencionales, es decir, PET, que contrarreste los efectos de la contaminación y funja como una alternativa ecológica para la construcción. Este tema fue el que nos llevó a realizar un diseño de experimentos por bloques en los cuales analizamos 2 factores, que son: la cantidad de PET y los días de secado. Para comprobar la factibilidad de dicha investigación, se realizan las pruebas de compresión para comparar con los bloques convencionales que son vendidos en la región, las pruebas fueron realizadas a noventa block para cumplir con las normas NMX-C-441-ONNCCE-2005 y la NMX-C-404-ONNCCE-2005 del ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C (ONNCCE).

Se construirán bloques de concreto que contengan las mismas medidas que los bloques normales solo usando diferentes cantidades de material y agregando el PET, para poder saber cuál es el material que influye de manera destacante en la calidad de dicho bloque y el resultado que arroja con el nuevo elemento; y de esta manera poder aportar una mejora en la calidad de este producto sin alterar los componentes de la mezcla con la que se realizan con normalidad.

El objetivo del análisis de experimentos es determinar la mejor combinación que cumpla con las normas Mexicanas NMX-C-404-ONNCCE-2005 o la NMX-C-441-

ONNCCE-2005 para clasificar el block de construcción en uso estructural o no estructural en la construcción de viviendas.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad vivimos una época basada en competencias constantes a nivel mercado específicamente en material de construcción, es por eso que se busca contar con la mejor calidad a menor precio.

Si bien es cierto que en el mercado encontramos distintas marcas de block, con diferentes precios y calidad variable, algunas veces optamos por el más común debido a la mercadotecnia sin saber cuál es su calidad verdadera.

Las casas de nuestros antepasados eran echas principalmente con piedras y una especie de barro o boñiga que es la defecación del caballo, utilizaban madera para los techos, ventanas y puertas, y no contaban con columnas para sostenerla. Se apoyaban unas o otras y eran inmensamente grandes y amplias.

Al pasar de los años, fueron modificando la forma y materiales para la construcción, hasta llegar a lo que hoy conocemos.

En la actualidad se tiene mayor demanda de construcción de viviendas, y se intenta seguir actualizando y mejorando la calidad de los materiales para la construcción.

En Mexico se produce mas de 7 millones de toneladas de plastico al año, de esto el 48% es destinado a envases y embalajes que no necesariamente terminaran siendo reciclados, ya que la capacidad real del reciclaje del total de residuos valorizables apenas llega al 6.07% en el pais; calcula que cada habitante desecha 6.5 kilogramos de PET al año, lo que significa que tira 195 botellas de plastico; se estima que al año se producen alrededor de 200 botellas de PET por cada mexicano.

Anualmente 13 millones de toneladas de plastico van a dar a nuestros oceanos, contaminacion que provoca daños ambientales y economicos que trascienden fronteras y que afectan a mas de 700 especies marinas.

Un estudio realizado recientemente en el Centro para la diversidad biologica, Barco Lab, la universidad Autonoma de Baja California Sur, el laboratorio de biodiversidad y conservacion arrecifal de la UNAM y el Instituto de Ciencia Marinas y pesquerias de la universidad Veracruzana demostraron el impacto de los plasticos en los mares y oceanos.

El plastico es un producto no natural que se obtiene en la industria a traves de reacciones quimicas. Es por tanto un producto de sintesis de laboratorio o un producto sintetico. Las propiedades finales del material son muy diferentes según sea la naturaleza del producto de partida. Destacan Ma. Rosa Gomez Anton y Jose Ramon Gil Bercero, autores de "Los plasticos y el tratamiento de los residuos". (instituto politecnico nacional, 2009).

Los plasticos no son malos en si, tienen grandes ventajas para el sector de los alimentos porque les confieren proteccion, y mantienen los alimentos seguros y eso es una necesidad basica, lo que tenemos que hacer es darles el tratamiento adecuado que no permita que sea un problema ambiental, menciona la doctora Amelia Farres Gonzalez Saravia, de la facultad de Quimica de la UNAM.

La ANIPAC fue la única organización que se sumó al compromiso, que para 2025 cada producto de un solo uso, tuviera al menos 25% de material reciclado o reusable, para que en 2050 todo fuera material reciclado o reusado.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En este apartado se expresa la necesidad de saber el funcionamiento y cómo actúa cada uno de los componentes de la mezcla para realizar los bloques de concreto y así mismo poder decir que dichos bloques son sustentables y estar acorde a las disposiciones en la normatividad mexicana.

¿La mezcla del PET con los materiales convencionales para elaborar block de construcción se mantienen dentro de los parámetros de resistencia a la compresión establecidos por la Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE-2005 o la NMX-C-441-ONNCCE-2005?

Para dar respuesta al cuestionamiento anterior, es que plantea esta investigación sobre la homogenización de estos materiales que podrían ser utilizados para fines de construcción de manera óptima, es por ello que esta investigación se basa fundamentalmente en las normas NMX-C-404-ONNCCE-2005, NMX-C-441-ONNCCE-2005 en donde se establecen los parámetros de físico-mecánicos de los block.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El principal beneficio que traerá esta investigación será contrarrestar los altos índices de contaminación de los polímeros, específicamente el PET. En la actualidad este tipo de

material se encuentra, en los basureros y desafortunadamente en rios, lagos y lagunas, contaminando cada uno de los ecosistemas. Pasaria de ser un contaminante a ser un material importante para la industria de la construcción.

La mejora en la productividad es un objetivo de cualquier sector productivo. Por lo que en esta investigación el objetivo es agregar una alternativa más a la industria de la construcción de bloques para la construcción de viviendas; lo que representa un aumento de la producción y así mismo agregando un valor al material en desuso que en este caso del PET.

Los materiales convencionales que se utilizan para la elaboración de block le otorgan un peso en promedio de 10 kilogramos; con la homogenización de estos materiales en la construcción de block se reducirá el peso haciéndolo más atractivo para la construcción de las plantas altas en donde se requiere materiales ligeros pero con ciertos parámetros físico-mecánicos establecidos en la norma.

Con esta investigación se busca sustentar que el uso del PET con los materiales convencionales aporta mayor o igual resistencia, además de contrarrestar el impacto ambiental que esta generando cada vez mas, este tipo de material en nuestro país y en el mundo.

1.4 HIPOTESIS

Ho: La mezcla que resulte de la materia prima convencional con el PET, es apta para construir viviendas acordes en la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005.

H1: La mezcla que resulte de la materia prima convencional con el PET, no es apta para construir viviendas acordes a la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005.

1.5 OBJETIVOS

Incluir PET a la materia prima convencional para la fabricación de bloques y determinar de que manera influye en la resistencia y calidad de los bloques y que cumpla con lo estipulado en la norma vigente NMX-C-441-ONNCCE-2005.

1.- Llevar a cabo el experimento para analizar el comportamiento de la materia prima involucrada y el nuevo material, en la elaboración de los bloques.

2.- Analizar los resultados en base al experimento para determinar cuál factor influye más en la resistencia de los bloques.

3.- Aumentar la calidad de la fabricación de bloques a partir de los resultados obtenidos, cumpliendo con la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005.

1.6 METAS

Los alcances de esta investigación se basan principalmente en analizar la resistencia y calidad de los bloques elaborados con la materia prima convencional agregándole el PET molido, para compararlos con los bloques tradicionales con base a las normas mexicanas NMX-C-404-ONNCCE-2005 y NMX-C-441-ONNCCE-2005 y obtener mayor o igual resistencia.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 INTRODUCCIÓN

El marco teórico es parte fundamental de toda investigación, aquí se mencionan las fuentes primarias y secundarias en las cuales se sustenta esta investigación.

2.2 DESARROLLO DE LA FABRICACION DE BLOCK

La contaminación por residuos plásticos es uno de los principales problemas medioambientales de nuestros tiempos. Una media de 8 millones de toneladas de plásticos es vertida cada año a los océanos, esto equivale a vaciar un camión de basura lleno de plásticos cada minuto.

En la actualidad se han generado diversas iniciativas de reciclaje para contrarrestar los efectos de contaminación por el plástico; sin embargo, uno de los principales obstáculos que tiene el país para llevarlo a cabo, es la cultura.

El primer block de concreto fue diseñado en 1890 por Harmon S. Palmer en los Estados Unidos. Después de 10 años de experimentación, Palmer patentó el diseño en 1900. Los blocks de Palmer fueron de 20.3 x 25.4 x 76.2 cm. En 1905, aproximadamente 1500 compañías estadounidenses se encontraban manufacturando block de concreto. Estos blocks eran sólidos sumamente pesados en los que se utilizaba la cal como material cementante. La introducción del cemento Portland y su uso intensivo, abrió nuevos horizontes a este sector de la industria.

Las primeras máquinas que se utilizaban en la entonces incipiente industria se limita a simples moldes metálicos, en los cuales se compacta la mezcla manualmente; este método de producción se siguió utilizando hasta los años veinte, época en que aparecieron máquinas con martillos accionados mecánicamente, más tarde se descubrió la conveniencia de la compactación lograda basándose en vibración y compresión; actualmente, las más modernas y eficientes máquinas para la elaboración de block de concreto utilizan el sistema de vibro compactación. A principios del siglo XX aparecieron los primeros blocks huecos para muros; la ligereza de estos nuevos blocks significa, por sus múltiples ventajas, un gran adelanto.

Según investigación presentada por National Geographic, ya no podemos obviar por más tiempo, el plástico ese gran invento que ha mejorado nuestra vida desde hace 150 años, se ha convertido en una amenaza que pone en jaque la sustentabilidad del planeta.

La doctora Silke Cram, del instituto de Geografía de la UNAM, explico que, aunque en los suelos, la contaminación por plásticos es un tema reciente, ya se han estudiado algunas afectaciones en lombrices que ingieren micro plástico.

Con la entrada en vigor de la NOM-083-SEMARNAT-2003 a partir del 20 de diciembre de 2004 muestra las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo de residuos sólidos Urbanos, se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos.

La investigación llevada a cabo en el CEVE (Centro Experimental de la Vivienda Ecológica) relativa a la fabricación de elementos constructivos utilizando materiales plásticos reciclados ha logrado como objetivo Tecnológico, desarrollar componentes de construcción livianos, de buena aislación térmica y resistencia mecánica suficiente para cumplir la función tradicional en la construcción de viviendas.

El 90% de los plásticos es reciclable y podemos encontrarlo en diferentes formas y presentaciones. Sin embargo, debido a su gran variedad, es difícil su clasificación. Es por esta razón que se han acordado símbolos para su identificación que apenas comienza a generalizarse en nuestro país. Existen dos tipos de PET que se pueden reciclar: post-industrial y post-consumo. El primero se refiere a los residuos de las empresas transformadoras, el segundo a los envases de bebidas, alimentos y otros productos que son basura de casas, oficinas, hoteles, restaurantes, mercados y escuelas.

Desde hace algunos años el reciclado de PET post-consumo ha ido en aumento debido a la creciente demanda del PET reciclado (RPET) en especial, del proveniente de envases de bebidas.

El PET se emplea para fabricar botellas de refrescos, agua, jugos, salsas, etc. Y próximamente se utilizara en la producción de botellas de cervezas.

Actualmente la incidencia de los plásticos en el desarrollo social y material del ser humano es cada vez mayor, pues la sociedad de consumo nos ha llevado a ver que la vida, debe ser más fácil y generar menos inconvenientes en el desarrollo de las actividades diarias, expresa la ingeniera química Janneth Arias García.

2.3 DEFINICIONES Y CONCEPTOS

Un tabicón sólido de concreto es un elemento de construcción preparado a partir de concreto, usualmente se emplea para su construcción cemento, elemento constitutivo que le aporta resistencia y le permite al tabicón una de sus características principales que es la cohesión: puede describirse como un componente de forma prismática fabricado por molde

de concreto y de otros materiales siendo siempre macizo, puede ser para uso estructural y para uso no estructural. Es un producto compacto de forma rectangular, tridimensional de color natural grisáceo de superficie rugosa y con diversos tipos de acabados a la necesidad y gusto del constructor. (Pedro A. Castro Hernandez, 2009).

Existen comercialmente dos tipos de tabicón sólido de concreto conocido como: tabicón pesado y tabicón ligero cuya diferencia son los materiales utilizados para su fabricación, es decir, los cuales hacen que el peso de un tabicón ligero es aproximadamente 30% menor que el del tabicón pesado. (Pedro A. Castro Hernandez, 2009).

Las piezas huecas a que hacen referencia a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, son las que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos 50 por ciento del área bruta; además, el espesor de sus paredes exteriores no es menor que 15 mm. Para piezas huecas con dos hasta cuatro celdas, el espesor mínimo de las paredes interiores deberá ser de 13 mm. Para piezas multiperforadas, cuyas perforaciones sean de las mismas dimensiones y con distribución uniforme, el espesor mínimo de las paredes interiores será de 7 mm. Se entiende como piezas multiperforadas aquellas con más de siete perforaciones.

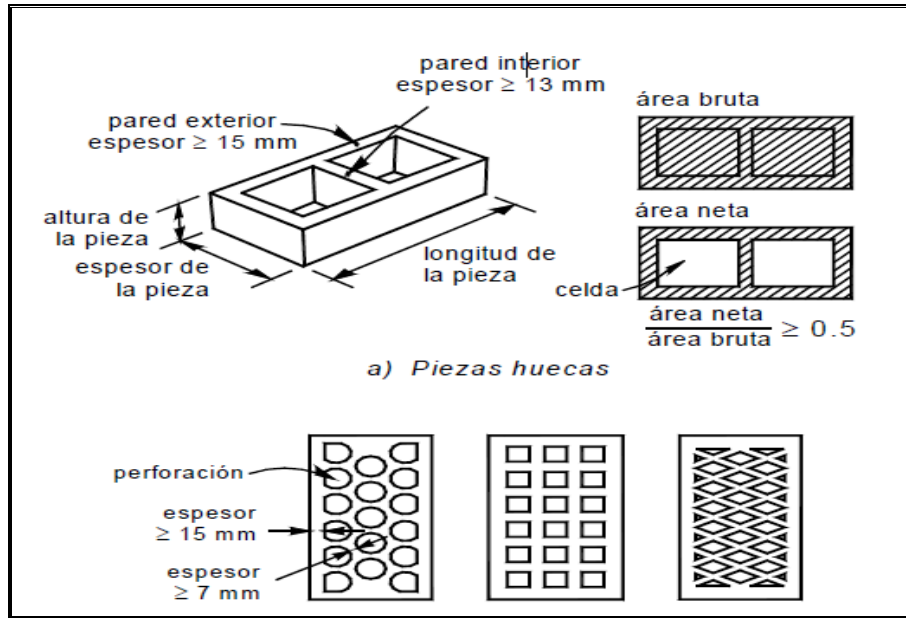


Ilustración 1: Piezas de block huecos el IMCYC

Por otro lado, la resistencia a la compresión es un concepto fundamental que en esta investigación funge como variable de respuesta. Según el IMCYC (2006) (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto) la resistencia a la compresión es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras.

La resistencia a la compresión se mide tronando probetas en una máquina de ensayos de compresión y se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de sección que resiste la carga, se reporta en megapascales (MPa) en unidades (SI) Sistema Internacional. (Hernandez, 2006).

2.4 NORMATIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE BLOCK

Según la Norma NMX-C-036-ONCCE-2005 la resistencia a la compresión se reporta con una aproximación de 100 kPa (1,0 Kgf/cm²).

La resistencia a la compresión se determinará para cada tipo de piezas de acuerdo con el ensayo especificado.

La resistencia de diseño se determinará con base en la información estadística existente sobre el producto o a partir de muestreos de la pieza, ya sea en planta o en obra. Si se opta por el muestreo, se obtendrán al menos tres muestras, cada una de diez piezas de lotes diferentes de la producción. Las 30 piezas así obtenidas se ensayarán en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. La resistencia de diseño se calculará como:

Ecuación 1: Resistencia de diseño

$$f_p^* = \frac{\overline{f_p}}{1 + 2.5 C_p}$$

Donde:

$\overline{f_p}$ = media de la resistencia a la compresión de las piezas, referida al área bruta.

C_p = coeficiente de variación de la resistencia a la compresión.

En la norma NMX-C-441-2005 los productos para la construcción se clasifican en tres tipos con respecto a los materiales con los utilizados en su fabricación como se señala en la siguiente tabla.

Tabla 1: Clasificación de piezas de acuerdo a los materiales en su fabricación según NMX-C-441_ONNCCE-2005

Tipo de pieza	Materiales	Forma
Macizo Bloque Hueco	Grava-cemento	Rectangular
	Arena-cemento	
	Barro extruido	
Tabique macizo (ladrillo) hueco y multiperforadora	Arcilla recocida	Otras
	Otros	
	Silicio calcáreo	
Tabicón	Barro extruido	Rectangular
	Arcilla recocida	Otras
	Otros	
	Grava-cemento	
	Arena-cemento	Rectangular, otras
	Tepojal-cemento otros	

Los productos antes mencionados deben de cumplir con las siguientes especificaciones según establece la norma antes mencionada:

Tabla 2: Especificaciones y tolerancias de los block según NMX-C-441-ONNCCE-2005

Tipo de piezas	Especificación y tolerancia
Pieza maciza	Es aquella que el área de las celdas no sea mayor al 25% de su área total, y cuyas paredes exteriores no tienen espesores menores de 20 mm.
Pieza Hueca	Es aquella que el área de las celdas es mayor al 25% del área total pero menor o igual del 50% y cuyas paredes exteriores no tienen espesores menores de 15 mm.
Dimensiones	Las dimensiones de las piezas deben ser modulares incluyendo la junta de albañilería. El fabricante publicara las dimensiones de sus piezas.

Considerando las especificaciones que se mencionan en la tabla anterior se puede considerar que la investigación a desarrollar considera solo las piezas huecas para realizar el análisis de resistencia a la compresión.

Las dimensiones recomendadas para los productos avalados por la norma son los que se señalan a continuación en donde se especifica el tiempo de block según las medidas en centímetros y el espesor mínimo de las paredes.

Tabla 3: Clasificación de block según sus dimensiones según NMX-C-441-ONNCCE-2005

Dimensiones para Bloques de concreto de dos ó tres celdas lisos	Las tolerancias en las dimensiones de las piezas son de ± 3 mm en la altura y ± 2 mm en el largo y ancho.	
	Tipo de block (cm)	Espesor mínimo de paredes exteriores (mm)
	10 x 20 x 40	20
	12 x 20 x 40	20
	15 x 20 x 40	25
	20 x 20 x 40	32
	25 x 30 x 40	35
	30 x 30 x 40	38

Clasificación del block según resistencia mínima:

Para describir esta clasificación fue necesarios revisar el catálogo de normas del ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C. (ONNCCE) el cual genera y regula el uso de este tipo normas en donde se establece que las normas que clasifican según su resistencia a la compresión a los block se encuentran en las normas NMX-C-ONNCCE-404-2012 en los cuales evalúa la resistencia a la compresión para los block para construcciones estructurales

y por otro lado la norma NMX-C-ONNCCE-441-2005 establece los requisitos mínimos para elaborar block para construcciones no estructurales.

En las siguientes dos tablas se presentan los parámetros mínimos de resistencia a la compresión en base a las normas mencionadas en el párrafo anterior que servirán como referencia para aceptar o rechazar la hipótesis planteada en la investigación y que será resuelta mediante el análisis de los productos elaborados con los materiales convencionales y adicionando a la homogenización el material termoestable en desuso.

Tabla 4: Resistencias mínimas a la compresión según NMX-C-441-ONCCE-2005

Resistencia mínima a compresión sobre área bruta	Tipo de pieza	Resistencia de diseño (f^*p) N/mm ² (kgf/cm ²)
	Bloques de concreto vibrocomprimido	6 (60)
	Tabicones	10 (100)
	Tabique (Ladrillo) recocido	6 (60)
	Tabique (Ladrillo) extruido o prensado (huevo vertical)	10 (100)
	Tabique (Ladrillo) multiperforado	10 (100)

La resistencia mínima para considerar a un block apto para la construcción de estructuras según la tabla anterior es de 60 kgf/cm² siendo uno de los parámetros a comparar en la investigación. En la siguiente tabla se muestra los parámetros de la norma NMX-C-441-ONCCE-2005.

Tabla 5: Resistencias mínimas a la compresión según NMX-C-404-ONNCCE-2005

Tipo de pieza	Resistencia mínima	
	promedio N/mm ² (kgf/cm ²)	Resistencia mínima individual N/mm ² (kgf/cm ²)
Bloques y Tabicones	3,5 (35)	3,0 (30)
Tabique recocido	3,0 (30)	3,0 (30)
Tabique, Ladrillo extruido	3,0 (30)	2,5 (25)
Celosía	2,5 (25)	2,0 (20)
Piezas hechas a mano	2,5 (25)	2,0 (20)

La resistencia a la compresión mínima para el block asciende a 35 kgf/cm² en promedio según la norma para los block de uso no estructural y de manera individual 30 kgf/cm², la investigación identificara en cuál de los tipos de block se puede clasificar con respecto a la resistencia a la compresión alcanzada de los block elaborados con material convencional y plásticos termoestable triturado en desuso.

Los métodos de prueba y maquinaria, así como sus condiciones y parámetros de aceptación o rechazo, se establecen en la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013, esta norma comprende los métodos de pruebas para calcular la resistencia a la compresión de los bocks, tabicones, ladrillos y adoquines fabricados de concreto, cerámica arcilla y otros materiales para la construcción

La maquinaria de prueba debe estar equilibrada con dos block de acero, coya dureza Rockwell C. no sea menor a 60 y de dureza Brinnell N 620; uno de los cuales tiene asiento esférico que trasmite la carga a la superficie superior de la probeta y el otro en un block plano

rígido en el cual se descansa la probeta. Cuando el área de la aplicación de la carga de los block de acero no es suficiente para cubrir el área que se va a cargar en la probeta deben colocarse placas adicionales que cubran los requisitos. (NMX-C-036-ONNCCE-2013).

La superficie de los block y placas de carga no debe diferir en un plano en más de 0.025 mm en cualquiera de las dimensiones en 152.4 mm. El centro de la esfera del block superior debe coincidir con el centro de su carga. Si se usa placas de carga el centro de las esferas debe caer en línea que pasa verticalmente en el centroide de la carga de la probeta. El block con asiento esférico debe mantenerse fijo en un sitio pero debe girar libremente en cualquier dirección. El diámetro de cara de la carga de los block deben ser cuando menos 160mm.

Cuando se empleé placas de acero entre los blocks de carga y la probeta, estos deben tener un espesor igual cuando menos a la tercera parte de las distancias de la orilla del block de carga a la esquina más distante de la probeta como se ve en la siguiente figura.

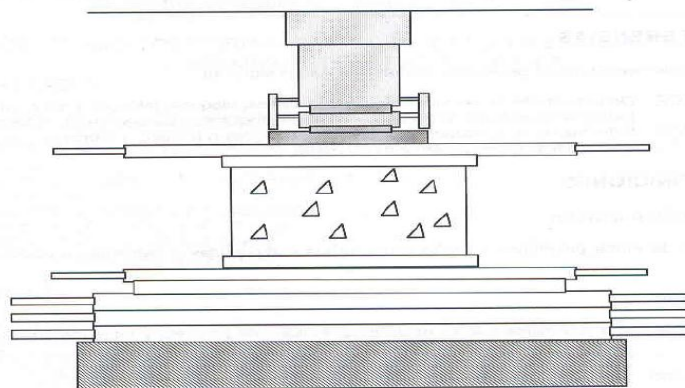


Ilustración 2: Placas y Block de acero según NMX-C-036-ONNCCE-2004

En ocasiones en que no es posible o conveniente realizar un censo (analizar a todos los elementos de una población), se selecciona una muestra, entendiendo por tal una parte representativa de la población. El muestreo es por lo tanto una herramienta de la investigación

científica, cuya función básica es determinar que parte de una población debe examinarse, con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. (Gutiérrez, 2008)

Para el desarrollo de esta investigación se tomó la referencia de la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013 que establece que la muestra para determinar la resistencia a la compresión de los block se tomaran de manera aleatoria 5 especímenes de cada lote de 10 000 piezas o fracción si es en planta, en obra se puede tomar una muestra de 5 especímenes por cada entrega, de acuerdo al cliente, se recomienda una muestra por cada 10 000 a 40 000 piezas suministradas.

Cálculo de los resultados:

Para calcular la resistencia a la compresión de una probeta según la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013, la carga máxima de N (kgf) dividida entre el área transversal de la probeta, es decir, el área total de una sección perpendicular a la dirección de carga incluyendo aquellas que estén en los espacios huecos.

Ecuación 2: Resistencia a la compresión según NMX-C-036-ONNCCE-2004

$$R = F/A$$

Dónde:

R Es la resistencia a la compresión en Mpa (kgf)

F Es la carga máxima en N (kgf)

A Es el área trasversal del espécimen en cm²

Con esta fórmula será el cálculo de la resistencia a la compresión para probar si los blocks para la construcción diseñados adicionando PET molido, son aptos para ser utilizados

en el ramo de la construcción, comprobar la hipótesis planteada y de la misma manera clasificarlos en con respecto a la resistencia a la compresión en block para construcción de estructuras o no estructurales en función de los resultados obtenidos en la pruebas.

2.5 COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE AGUA

Los materiales de construcción deben ser resistentes y duraderos. Sin embargo, en el medio ambiente hay agentes agresivos que erosionan, corroen y degradan los materiales cerámicos de construcción. Uno de los agentes más peligrosos es el agua, que combinada con las sustancias que disuelve (sales, ácidos y bases) y con los cambios de temperatura se convierte en unos de los peores enemigos para la durabilidad de los materiales cerámicos de construcción (Ariza, 2007).

El agua penetra fácilmente por los poros y grietas de pequeño tamaño, bien directamente o ayudada por la capilaridad. En algunos materiales el agua produce un aumento de volumen que trae consigo el mismo tipo de problemas que la dilatación térmica diferencial. Además, en su recorrido por el interior del material, el agua disuelve y arrastra las sales solubles aumentando la porosidad original y creando depósitos de sales en lugares no deseados. Una vez que contiene sales o ácidos (lluvia ácida) el agua se vuelve aún más corrosiva (Ariza, 2007).

El agua corriente produce también erosión mecánica, como también hacen los ciclos de hielo-deshielo cuando se combina la presencia del agua en los poros y grietas con los cambios cíclicos de temperatura. El agua es además el elemento indispensable para el desarrollo de organismos vivos que agravan la erosión, así como para que se produzcan algunas reacciones químicas corrosivas.

Por todo esto, en las fichas técnicas de los materiales cerámicos de construcción siempre se incluyen uno o varios parámetros relacionados con la absorción de agua. El coeficiente de absorción de agua es el porcentaje que aumenta el peso de una probeta del material cuando se satura con agua. Para cada tipo de material de construcción existe un ensayo normalizado que regula su determinación.

El coeficiente de absorción se puede determinar por inmersión total o bien por capilaridad. En este último caso también se denomina coeficiente de capilaridad. Los ensayos de capilaridad se requieren siempre que los materiales que van a colocar total o parcialmente enterrados o en contacto directo con agua. Existen materiales que son anisotrópicos en cuanto a la absorción de agua por capilaridad, en cuyo caso hay que realizar el ensayo con probetas cortadas en las diferentes direcciones de interés.

2.6 POLÍMEROS TERMOESTABLES

Los polímeros termoestables son polímeros infusibles e insolubles, , la razón de tal comportamiento estriba en que las cadenas de estos materiales forman una red tridimensional espacial, entrelazándose con fuertes enlaces equivalentes. La estructura formada es un conglomerado de cadenas entrelazadas dando la apariencia y funcionando como una macromolécula, que al elevarse la temperatura de esta, simplemente las cadenas se compactan más, haciendo al polímero más resistente, hasta el punto en que se degrada. (plastico termoestable, 2021)

Los polímeros termoestables, son aquellos que solamente son blandos o "plásticos" al calentarlos por primera vez. Después de enfriados no pueden recuperarse para transformaciones posteriores. Es un material compacto y duro, su fusión no es posible. Insolubles para la mayoría de los solventes, encuentran aplicación en entornos de mucho

calor, pues no se ablandan y se carbonizan a altas temperaturas. Esto se debe a su estructura molecular, de forma reticular tridimensional, que constituye una red con enlaces transversales. La formación de estos enlaces es activada por el grado de calor, el tipo y cantidad de catalizadores y la proporción de formaldehído en la preparación base.

Según Callister (1998) las estructuras de los polímeros termoestables se presentan en estructuras muy entrecruzadas unidas por enlaces covalentes. Entre los polímeros termoestables más conocidos están Resinas epoxi (EP): enchufes, sillas de jardín Resinas fenólicas Poliuretanos (PU).

	Termoplásticos	Termoestables	Elastómeros
Calor	Funde	No funde	No funde
Disolventes	Solubles	Insolubles	Insolubles, se hinchan
Estructura	Lineales	Entrecruzados	Poco entrecruzados
Cristalinidad	Amorfos o cristalinos	Amorfos	Amorfos
Prop. Mecánicas	Rígidos a $T < T_g$ $E \approx 10^3$ MPa	Rígidos, $\epsilon \approx 4\%$ $E \approx 10^4$ MPa	$\epsilon \approx 100-1000\%$ E bajos \approx MPa
Procesado	Sin reacción química	Con reacción química	Con reacción química
Ejemplos	PE, PP, PVC, Poliamidas, Poliésteres	Resinas epoxi, Resinas fenol-formaldehido...	Caucho, Polibutadieno, Poliisopreno.

Ilustración 3: Características de polímeros según D. Callister (1998) introducción a la ciencia de los materiales.

2.7 ETAPAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BLOCK

La elaboración del block para la construcción contempla cuatro etapas según el manual de fabricación de tabicones sólidos de concreto del POLITECNICO NACIONAL:

La primera etapa establece que los materiales que se utilizan en la fabricación de un tabicón deben mantener condiciones óptimas, así garantizar un producto final de calidad.

La segunda etapa consiste en la homogenización de los materiales, esta actividad representa el mayor porcentaje de la calidad final del producto. Esto se debe al balance adecuado de los materiales finos y gruesos lo que permite que la demanda de cemento sea razonable, debido a esto se disminuyen los costos de producción porque el cemento es el material más costoso y por otro lado se logran alcanzar satisfactoriamente los parámetros establecidos en la norma.

En la tercera etapa consiste en la compactación de los materiales previamente homogenizados, el objetivo es minimizar el volumen de la homogenización a un mínimo factible, esto se lleva a cabo en moldes y principalmente de vibración otorgada por máquinas de gran potencia, este método otorga la apariencia final del producto aun en un estado frágil, puesto que se necesita una etapa más para alcanzar el nivel para ser manejable.

La última de las etapas es el proceso de secado es decir el tiempo que requiere el producto desde que sale del proceso de compactación hasta que solidifica en su totalidad y pueda ser desplazado de las placas de metal o pallets.

2.8 CONCLUSIÓN

Todas las investigaciones que se realizaron para recabar información pertinente en el desarrollo de este tema de tesis así como conceptos desarrollados en este capítulo son de gran importancia y dan relevancia a la investigación documental desarrollada para llevar a cabo este trabajo de tesis en el desataca las investigaciones realizadas por Díaz en el 2006 donde menciona la importancia de las características de los materiales así como las propiedades mecánicas de los tipos de mampostería más usados en México, que son usados en la construcción de viviendas.

En este capítulo también se definen cada uno de las propiedades fisicomecánicas del block para la construcción en las cuales destaca la resistencia a la compresión simple, tal característica es el objetivo principal de esta investigación para validar la hipótesis planteada en esta investigación.

CAPITULO III ESTADO DEL ARTE

3.1 TRABAJOS RELACIONADOS

El problema de los desechos plásticos se encuentra en todo el planeta y el Instituto Nacional de Ecología estima que el volumen de desechos se incrementó 167% entre 1998 y 2006. Actualmente, se estima que en México se generan entre 150 mil y 180 mil toneladas por año, cifra que equivale a llenar hasta cinco veces el Estadio Azteca, lo que muestra la magnitud del problema. Según Griselda Benítez, (2012) por tal motivo se busca dar soluciones a este problema tratando de reciclar y reutilizar dichos plásticos.

El caso será analizado en el laboratorio la Roca, en el municipio de Tuxpan de Rodríguez Cano, que se encuentra ubicada al norte del estado de Veracruz, colindando con los municipios de Álamo Temapache, Cerro Azul, Poza Rica, Tamiahua, Tihuatlán, el laboratorio cuenta con los equipos necesarios para realizar las pruebas de resistencia. La ubicación del laboratorio es avenida Adolfo López Mateos # 31 colonia Del Valle.

Se lleva a cabo un diseño estadístico observacional donde se analizan los datos obtenidos por los respectivos blocks con PET donde prevaleció la observación estadística para descartar sesgos, inclusiones y exclusiones de datos además de considerar siempre los criterios seleccionados. El procedimiento de recolección de datos juega un papel importante en la investigación ya que determina la validez y confiabilidad de los resultados, por ello se enlista la técnica de recolección donde tenemos que se originó información de tipo numérica y contextual a partir de fuentes primarias para el análisis causal con variables cualitativas y secundaria para el diagnóstico con variables cuantitativas y cualitativas.

El análisis se desarrolla en dos fases, la primera que se considera como análisis preliminar de donde se obtuvo el diagnóstico el cual presenta o describe ese análisis exploratorio en la realización de los bloques de PET y el análisis causal donde muestran las

principales variables que afectan que un bloque de cumpla o no con la norma NMX-C-404-ONNCEE-2005. En la segunda fase consideramos el análisis definitivo, donde relacionamos las variables (causales) independientes que resultaron con la variable dependiente (efecto).

Cuando se decide utilizar un modelo estadístico, el experimentador piensa que cada medición será el resultado del efecto del tratamiento donde se encuentre, del efecto del bloque al que pertenece y de cierto error que se espera sea aleatorio. El modelo estadístico para este diseño está dado por:

Ecuación 3: Modelos estadístico para el diseño por bloques totalmente a lazar según Gutiérrez

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \epsilon_{ij} \left[\begin{array}{l} Y_{ii} = \mu + \tau_i \end{array} \right]$$

Donde Y_{ij} es la medición que corresponde al tratamiento i y al bloque j (ver tabla 2.1.1); μ es la media global poblacional; τ_i es el efecto debido al tratamiento i , γ_j es el efecto debido al bloque j , y ϵ_{ij} es el error aleatorio atribuible a la medición Y_{ij} . Se supone que los errores se distribuyen de manera normal con media cero y varianza constante σ^2 [$N(0, \sigma^2)$], y que son independientes entre sí.

Ecuación 4: Suma de cuadrados según Gutiérrez

$$SC_T = \sum_{j=1}^b \sum_{i=1}^k Y_{ij}^2 - \frac{Y^2_{..}}{N}$$

$$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^k \frac{Y^2_{.i}}{b} - \frac{Y^2_{..}}{N}$$

$$SC_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y^2_{.j}}{k} - \frac{Y^2_{..}}{N}$$

CAPITULO IV METODOLOGIA

4.1 DISEÑO DE EXPERIMENTO

Es una técnica que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental de forma que con el mínimo número de pruebas se consiga extraer información útil para obtener conclusiones que permitan optimizar la configuración de un proceso o producto. (Piqueras, Víctor Yepes).

El diseño que se empleo fue el de bloques completos al azar el cual nos dice que cuando se quieren comparar ciertos tratamientos o estudiar el efecto de un factor, es deseable que las posibles diferencias se deban principalmente al factor de interés y no a otros factores que no se consideran en el estudio. Cuando esto no ocurre y existen otros factores que no se controlan o nulifican para hacer la comparación, las conclusiones podrían ser afectadas sensiblemente, por lo que los factores de bloque son las variables adicionales al factor de interés que se incorporan de manera explícita en un experimento comparativo para no sesgar la comparación.

El diseño de experimentos es la aplicación del método científico para generar conocimientos acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planteadas adecuadamente. Esta metodología se ha consolidado como un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería que permiten entender mejores situaciones complejas de relación causa-efecto (Salazar, 2008).

El diseño de bloques para realizar una investigación consiste en nulificar o tomar en cuenta, en forma adecuada, todos los factores que puedan afectar la respuesta observada.

4.2 DISEÑO METODOLÓGICO

Se eligió un diseño de bloques completamente al azar el cual con tres niveles (periodo de vida 7,14 y 28 días) y 6 factores (cantidades de plástico termoestable en desuso. 150g, 300g, 450g, 600g, 750g y 900g); el método general utilizado para poder determinar cuál de los bloques resiste una carga mínima de 15 toneladas, reformular la cantidad adecuada de materia prima que compuso al bloque con cantidades de plástico termoestable en desuso ideal y finalmente evaluado bajo la norma NMX-C-404-ONNCCE-2005 es a partir de un diagnóstico y un análisis causal para llegar a demostrar la hipótesis planteada.

Se analizó el tiempo de ocurrencia y los registros de la información donde los datos retrospectivos por extraer la información del pasado que se tiene de investigadores y normas establecidas referentes a pruebas de resistencia a la compresión simple en unidades estructurales elaboradas con materiales plásticos y/o semejantes para realizar el diagnóstico, en el análisis causal se desarrolla con información prospectiva. En la secuencia y periodo de estudio de la variable es longitudinal por considerar como sujeto de estudio un determinado periodo.

4.3 LAS HIPÓTESIS DE ALEATORIEDAD

Otra de las pruebas importantes es la prueba de aleatorización de los datos que garantiza que los datos tengan dicha propiedad. Una parte fundamental de la teoría de la probabilidad y de la estadística depende de las hipótesis de aleatoriedad. Con frecuencia se parte de un conjunto de variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_n que se asumen independientes e idénticamente distribuidas (en adelante i.i.d.), o bien de un conjunto de datos x_1, x_2, \dots, x_n que se asume, son las realizaciones de un conjunto de variables aleatorias i.i.d. En lo sucesivo se utilizó la notación X_1, X_2, \dots, X_n , para referirse tanto a las variables aleatorias, como a sus realizaciones. Al problema someter a prueba una hipótesis básica de trabajo: ¿Es razonable suponer que los datos provienen de un conjunto de variables i.i.d.?

4.4 MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN LAS PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

El equipo empleado en la prueba de compresión simple se muestra a continuación en la tabla Menciona sus especificaciones y sus respectivas marcas

Tabla 6: Materiales utilizados en las pruebas de resistencia a la compresión

Equipo	Material	Marca	Especificaciones
pantallas digitales		S/M	
Prensas		FICSA	120 ton.
Cabeceador universal para bloques			10x20x40 cm
Charolas de metal de laboratorio			
	Azufre para cabeceo de especímenes de concreto		Saco de 25 Kg

4.5 PRUEBA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

El objetivo de la prueba es determinar la resistencia a la compresión simple de block bajo condiciones inalteradas o remodeladas, aplicando carga axial, usando cualquiera de los métodos de resistencia controlada o deformación controlada.

Equipo: aparato de compresión: conformado por una prensa para rotura del block, de velocidad controlada manual o mecánicamente, con capacidad suficiente para llegar a la carga de rotura. El dispositivo de medida de la fuerza aplicada debe tener una sensibilidad de 1% de la resistencia a la compresión simple de la muestra ensayada.

4.6 PROCEDIMIENTO DE PRUEBA A LA COMPRESIÓN SIMPLE

1.-Se coloca el ejemplar, con su base y cabezal ya instalados bien centrado bajo el marco de carga.

2.-Situarse la pesa en la ménsula, acertando un buen contacto entre el ejemplar y el marco de carga, a través del balín y la placa del cabezal.

3.-Montarse un extensómetro sensible al centímetro de milímetro en su soporte, ajústese la lectura inicial a cero.

4.-Echese a andar un cronometro y simultáneamente, aplíquese el primer incremento de carga a la ménsula. Antes de aplicar el siguiente incremento de carga deberá observarse y registrarse la lectura del extensómetro. Cada incremento debe aplicarse durante un minuto.

5.-Conforme la muestra se acerque a la falla deberá ser cuidadosamente observada para detectar sus grietas o posibles planos de falla y otros puntos de interés.

6.-Si la muestra falla bruscamente regístrese el tiempo transcurrido tras la aplicación del último incremento de carga, si no hay deformación brusca la prueba se dará por terminada cuando la muestra tenga una deformación de un 20%.

7.-Quitese la muestra del aparato y hágase un esquema de su falla y agrietamientos a una escala correcta.

8.-Cortese una laja delgada, de unos 3 mm de espesor, paralela al plano de falla, para determinación del contenido de humedad.

9.-Calculese las deformaciones correspondientes a los diferentes esfuerzos y dibújese un diagrama de esfuerzo deformación.

Descripción del proceso de elaboración de blocks con plástico termoestable. A continuación se describen las actividades realizadas para la elaboración de block de manera general.

- 1.-Seleccionar materia prima y almacenar.
- 2.-Transportar la materia prima al área de fabricación.
- 3.-Obtener muestras de arena, toba, agua, cemento, plástico termoestables, dependiendo del modelo a seguir para la fabricación del block.
- 4.-Llevar la arena al área de fabricación.
- 5.-Mezclar los materiales según el proceso requerido.
- 6.-Agregar agua a la mezcla y seguir revolviendo.
- 7.-Dirigir la mezcla hacia los moldes para block.
- 8.-Vaciar en pequeñas Proporciones la mezcla hasta llenar el molde
- 9.-Accionar la maquina vibradora y compactadora de mezcla hasta llegar al punto en que la mezcla se comprima de manera adecuada en el molde
- 10.-Apagar la máquina.

11.-verificar no haga falta material en los moldes.

12.-Volver a accionar la máquina para compactar a un más la mezcla en el molde.

13.-Retirar la charola de protección de la máquina.

14.-Inspeccionar sea de manera correcta retirada la charola de la máquina.

15.-Accionar la palanca de presión para compactar más el material o mezcla en el molde.

16.-Accionar la palanca de la máquina que acciona que los moldes suban y bajen en su mismo eje.

17.-Accionar otra palanca que controla el molde de forma vertical en posición hacia arriba (subir la palanca).

18.-Verificar si el molde subió de manera adecuada o lo necesario para retirar el o los block.

19.-Deslizar cuidadosamente la base de tabla que contiene a los moldes hacia una banda corrediza.

20.-Transportar el o los block hacia el área de secado o a intemperie en una superficie plana.

21.-Esperar un cierto tiempo (3 días aprox.) de secado del block

22.-Al término del tiempo establecido de secado inspeccionar que este se haya secado en su totalidad

23.-Transportarlo a la bodega

24.-Almacenar el producto terminado (block).

Tabla 7: Procesos de elaboración de block según Castro- Gaspar (2009)

Página: 1 de: 1			Resumen					
Actividad: Fabricación de Tabicón Sólido de Concreto			Actividad	Actual	Propues	Diferenci		
Lugar: Planta Peñón	Fecha: 25/07/09	Hora: 9:00	Operación <input type="radio"/>	11				
Operador: Varios		Analista: Pedro Castro	Transporte <input type="radio"/>	4				
Marque el Método y Tipo Apropriado			Demora <input type="radio"/>	0				
Tipo: <input checked="" type="checkbox"/> Obrero	Material	Máquina	Inspección <input type="checkbox"/>	4				
Método: <input checked="" type="checkbox"/> Actual	Propuesto		Almacenaje <input type="checkbox"/>	1				
Comentarios: Planta de Producción San Javier, Bloquera			Distancia (m)					
Manual 7 unidades por ciclo. Producción 10,000 pzs. P/turno			Tiempo (min.)					
			Costo(Bs.)					
Descripción de la Actividad	Símbolo					Tiempo	Distancia	Observaciones
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Abrir Llave de Agua en Revolvedora	<input checked="" type="radio"/>					-	-	Agua Siempre Presente
Inspeccionar Granzón o Arena, Procedencia, tamaño, etc.				<input checked="" type="checkbox"/>		5	1	Propiedades físicas y Quim.
Medir cantidad de Agregado a Utilizar Según Dosificación				<input checked="" type="checkbox"/>		5	1.5	Con pala
Transportar Agregado a la revolvedora				<input checked="" type="checkbox"/>		7	1	Palear material
Inspeccionar Tepecil , Procedencia, tamaño, limpieza, etc.				<input checked="" type="checkbox"/>		5	1	Propiedades Físicas y Quim.
Medir cantidad de Agregado a Utilizar Según Dosificación				<input checked="" type="checkbox"/>		5	1.5	Con Pala
Transportar Agregado a la revolvedora				<input checked="" type="checkbox"/>		7	1	Palear Material
Inspeccionar Cemento , calidad, tipo, aplicación, etc.				<input checked="" type="checkbox"/>		5	1	Propiedades Físicas y Quim.
Medir cantidad de Cemento a Utilizar Según Dosificación				<input checked="" type="checkbox"/>		5	1.5	Con Cubeta No. 16
Transportar Cemento a la revolvedora				<input checked="" type="checkbox"/>		7	1	En cubeta
Accionar maquina Revolvedora con agua				<input checked="" type="checkbox"/>		7	0.5	Según Carga de Material
Liberar Carga de Revolvedora, Mezcla Dosificada				<input checked="" type="checkbox"/>		1	0.5	Liberar y pasa a vaciado
Colocar Tarima en Maquina Vibradora				<input checked="" type="checkbox"/>		0.5	0.5	Tablas de pino Con Aceite
Cargar Mezcla en Vibradora				<input checked="" type="checkbox"/>		1	0.5	Con palas
Realizar Vibración de Mezcla para Compactar				<input checked="" type="checkbox"/>		1	-	No. De Vibraciones por minuto
Accionar compactación de Mezcla				<input checked="" type="checkbox"/>		1	-	7 pzs. Compactadas X Ciclo
Transportar Tarima Con Tabicones compactados				<input checked="" type="checkbox"/>		2	2	Area de Secado
Secado de Tabicones al aire libre, almacenamiento				<input checked="" type="checkbox"/>		2 días	2	Entarimados y Estibados
Desmolde de Tabicón				<input checked="" type="checkbox"/>		2	-	Quitar y limpiar tarimas
Realizar Pruebas a Tabicón				<input checked="" type="checkbox"/>		1 día	-	Calidad de Producto
Estibar y Almacén de producto Terminado				<input checked="" type="checkbox"/>		20	2	Producto Terminado

4.7 NORMATIVIDAD APLICADA

Dentro de la investigación se utilizan la norma MNX-C-441-ONCCE-2005 esta norma mexicana establece las especificaciones que deben cumplir block, ladrillos, tabiques, celosías y tabicones; hechos en máquina o a mano. Los cuales se utilizan en la construcción de muros de relleno, para revestimiento, interiores y exteriores, o cualquier otro uso no estructural.

Los productos objeto de esta norma se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 8: Clasificación de productos según NMX-C-441-ONNCE-2005

Tipo de pieza	Materiales	Forma
Bloque Macizo Hueco	Grava-Cemento Arena-Cemento Barro extruido Arcilla recocida Otros	Rectangular Otras
Tabique Macizo (Ladrillo) Hueco y multiperforado	Silicio calcáreo Barro extruido Arcilla recocida Otros	Rectangular Otras
Tabicón	Grava-Cemento Arena-Cemento Tepojal-Cemento Otros	Rectangular Otras

Otra de las normas utilizadas como referencia en la investigación es la NMX-C-036-ONCCE-2005; esta norma mexicana establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de block tabicones o ladrillos y adoquines fabricados de concreto, cerámica arcilla y otros materiales para la construcción.

Después de describir la metodología a seguir en esta investigación y las técnicas que se llevaran a cabo en esta investigación cabe mencionar que el cada una aporta información importante al desarrollo de una nueva alternativa de fabricación de los bock para la construcción otra parte muy importante es la normatividad la cual nos sirve de referencia para clasificar los block en estructurales y no estructurales, así como como las características fisicomencanicas que serán abalizadas para comprobar la factibilidad de elaborar bloques introduciendo un nuevo material considerado en desuso como lo son los materiales termoestables a los convencionales.

CAPITULO V ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 INTRODUCCIÓN

El análisis de los resultados es una parte fundamental para la solución de los problemas, en específico el problema que se plantea en esta investigación, es decir, si al integrar el plástico termoestable en desuso triturado a los block para la construcción su resistencia será igual o mayor a las que se alcanza con los materiales utilizados comúnmente en la elaboración de blocks.

5.2 ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

Uno de los problemas que enfrenta este tipo de empresas se encuentra en la falta de estandarización de los procesos en los cuales no se establecen parámetros de control y por ende los productos presentan una variación en su calidad. Para comprobar este supuesto se tomaron 120 block que se vende en el mercado para verificar el comportamiento que tienen en base a su calidad respecto a la resistencia a la compresión.

La gran mayoría de las empresas de materiales de construcción en Tuxpán tienen la posición de microempresa, ya que todas ellas cuentan con menos de diez trabajadores. Por lo general están integradas por 6 o 7 trabajadores.

Dichas empresas abarcan en muchos casos todo el proceso productivo, es decir, diseño, fabricación, distribución, localización. Cabe destacar que cerca del 30% de ellas se encuentran en zona céntrica. Que les ubica en una situación competitiva muy favorable. Considerando a las empresas de materiales de construcción que se encuentran en zona céntrica como las principales competidoras, a continuación se describen brevemente algunas de sus características.

Para analizar los block que se comercializan en esta zona se obtuvieron con una duración de vida en tres periodos los cuales son 7, 14 y 28 días, como se marca en la norma NMX-C-036-ONCCE-2005, para llevar a cabo el muestreo se probaron cuarenta blocks en cada periodo haciendo un total de 120 datos los cuales se presentan en esta investigación.

Otro de los problemas que se encontraron al realizar el análisis de la situación real del sector se detectó que las empresas no tienen estandarizado sus procesos y solo su experiencia es la que le ayuda a procesar su producto y de esa manera sacan su producto al mercado en una entrevista con el personal se basan en posibles medidas que se hacen por tanteo y se establecen de la siguiente manera como se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 9: Materia Prima para la elaboración de los block convencionales

FACTOR	CANTIDADES PARA UN BLOCK	CANTIDADES PARA UN BLOCK
CEMENTO	0.576 GRMS	0.641 GRMS
TOBA	3.846 KG	4.615 KG
ARENA	1.025 KG	1.025 KG
AGUA	0.384 ML	0.5128

En la tabla anterior se menciona la materia prima que intervienen en la fabricación del block que salen al mercado con las medidas que fueran descritas por el personal de las empresas bloqueras.

El siguiente paso fue realizar las pruebas de compresión tomando como referencia a la norma NMX-C-036-ONCCE-2005. En la cual establece que se debe de realizar por lo menos a cinco especímenes las pruebas de resistencia a la compresión.

5.3 OBTENCION DE IMAGENES

Procedimiento antes de la roturación de block para saber la carga resultante. Como inicio se realizó la roturación de block para saber su carga en toneladas, se coloca el azufre dentro de un recipiente de lámina para el cocimiento de azufre para cabeceo de block (ver figura 4).



Ilustración 4: Preparación de azufre para cabecear los block

Se prosigue a la nivelación de la superficie en la que se encuentra el molde con la finalidad de no obtener errores de carga (ver figura).



Ilustración 5: Moldes para roturación

Una vez que el azufre está fundido se coloca en la placa de moldeo. Se coloca el block en el molde uno a uno para su cabeceo de acuerdo a sus diferentes proporciones de acuerdo a la cantidad de material termoestable en desuso en cada unidad. (Ver ilustración 5).



Ilustración 6: colocación del block en el molde



Ilustración 7: Block cabeceados para su roturación

Desarrollo de las pruebas realizadas a los materiales que contienen los block (arena, tova cemento, agua y plástico termoestable en desuso) se tomó una muestra del block para saber el contenido exacto de material.

Procedimiento para realizar las pruebas de compresión simple a los prototipos.

1.- Colocar en la prensa hidráulica anivelando perfectamente la pieza para ser roturada. (Ver figura 8).



Ilustración 8: Roturación del block

2.- Ruptura bajo la presión ejercida por la máquina, este proceso se lleva a cabo de manera lenta para no alterar algún resultado.



Ilustración 9: Block roturado por la fuerza de compresión

3.- El reloj digital deja de avanzar su enumeración en el momento cuando el block comienza a tener fisuras.



Ilustración 10: Prueba de resistencia a la compresión

4.- Leer la resistencia a la compresión y se hacen los cálculos correspondientes.

A continuación, se muestra las tablas que contemplan los tres periodos en los que se realizaron las pruebas de resistencia a la compresión de siete, catorce, veintiocho días, tal como lo marca la norma antes mencionada, es decir fue un total de 15 especímenes a los que se les realizó la prueba tomando cinco para cada periodo de evaluación. Es preciso mencionar que cada una de las tablas corresponde a cada uno de los lotes con respecto al diseño experimental.

Tabla 10: Resultados de la compresión simple lote N° 1

Bloc k N0	Medidas de largo, ancho y peralte	Sección cm ²	Carga en Kg	Resistencia Kgf/ cm ² a los 7 días	Carga en kg	Resistencia Kgf/ cm ² a los 14 días	Carga en kg	Resistencia Kgf/cm ² a los 28 días
1	10x20x4 0	400	3.160	7.90	3.940	9.85	7.982	19.95
2	10x20x4 0	400	3.828	9.57	3.870	9.675	7.800	19.55
3	10x20x4 0	400	4.770	11.925	5.170	12.925	7.900	19.75
4	10x20x4 0	400	4.786	11.965	5.220	13.05	8.276	20.69
5	10x20x4 0	400	5.846	14.615	5.600	14.00	8.320	20.6

Tabla 11: Resultados de la compresión simple lote N° 2

Bloc k N0	Medidas de largo, ancho y peralte	Secció n cm2	Carg a en kg	Resistenci a Kgf/ cm2 a los 7 días	Carg a en kg	Resistenci a Kgf/ cm2 a los 14 días	Carg a en kg	Resistenci a Kgf/cm2 a los 28 días
1	10x20x4 0	400	3.140	7.88	3.940	9.74	7.975	19.85
2	10x20x4 0	400	3.700	9.50	3.870	9.670	7.75	19.61
3	10x20x4 0	400	4.675	11.895	5.170	12.915	7.898	19.71
4	10x20x4 0	400	4.780	11.899	5.220	13.20	8.271	20.62
5	10x20x4 0	400	5.635	14.600	5.600	14.15	8.310	20.2

Tabla 12: Resultados de la compresión simple lote N° 3

Bloc k N0	Medidas de largo, ancho y peralte	Secció n cm2	Carg a en kg	Resistenci a Kgf/ cm2 a los 7 días	Carg a en kg	Resistenci a Kgf/ cm2 a los 14 días	Carg a en kg	Resistenci a Kgf/cm2 a los 28 días
1	10x20x4 0	400	3.155	7.87	3.942	9.76	7.976	19.88
2	10x20x4 0	400	3.705	9.55	3.873	9.674	7.77	19.63
3	10x20x4 0	400	4.680	11.898	5.171	12.916	7.899	19.73
4	10x20x4 0	400	4.784	11.898	5.224	13.22	8.274	20.65
5	10x20x4 0	400	5.631	14.601	5.604	14.17	8.313	20.5

Tabla 13: Resultados de la compresión simple lote N° 4

Bloc k N0	Medidas de largo, ancho y peralte	Sección cm ²	Carga en kg	Resistencia Kgf/ cm ² a los 7 días	Carga en kg	Resistencia Kgf/ cm ² a los 14 días	Carga en kg	Resistencia Kgf/cm ² a los 28 días
1	10x20x4 0	400	3.153	7.86	3.941	9.74	7.974	19.87
2	10x20x4 0	400	3.704	9.51	3.871	9.672	7.76	19.61
3	10x20x4 0	400	4.678	11.896	5.168	12.913	7.897	19.731
4	10x20x4 0	400	4.780	11.897	5.221	13.21	8.271	20.62
5	10x20x4 0	400	5.629	14.600	5.601	14.14	8.311	20.1

Tabla 14: Resultados de la compresión simple lote N° 5

Bloc k N0	Medidas de largo, ancho y peralte	Sección cm ²	Carga en kg	Resistencia Kgf/ cm ² a los 7 días	Carga en kg	Resistencia Kgf/ cm ² a los 14 días	Carga en kg	Resistencia Kgf/cm ² a los 28 días
1	10x20x4 0	400	3.165	7.95	3.945	9.76	7.983	19.96
2	10x20x4 0	400	3.833	9.59	3.874	9.675	7.821	19.63
3	10x20x4 0	400	4.776	11.929	5.173	12.915	7.901	19.78
4	10x20x4 0	400	4.791	11.968	5.225	13.24	8.271	20.71
5	10x20x4 0	400	5.849	14.621	5.606	14.16	8.277	20.70

En las tablas anteriores se menciona el número de block, las dimensiones del mismo su área que resiste la fuerza de compresión es decir sección en cm² y por último la resistencia a la compresión que es la que nos interesa para analizar. Se obtiene al ejecutar la siguiente formula:

CAPITULO VI CONCLUSIONES

Con la elaboración de este trabajo se obtiene una visión más clara y completa de cómo se lleva a cabo la fabricación de bloques de concreto desde que se elabora la mezcla para la construcción de dichos bloques, además resaltamos la importancia y la forma de utilizar dicho material.

Después de hacer algunas visitas a fábricas de bloques, pude darme cuenta que en la mayoría de las bloqueras venden su producto antes de que esté alcance su fraguado final, en una compra que realice, pude constatar que los bloques que me vendían eran de tan solo dos días, dato proporcionado por el despachador, faltando 26 días para alcanzar la resistencia óptima para su puesta en el mercado, es por eso que se decidió realizar este estudio porque además de conocer el factor que influye de manera importante también pudimos constatar que la resistencia de un bloque aumenta si se deja de secado 28 días.

En la investigación realizada a los block convencionales que se comercializan en la región se encontró que el proceso de fabricación de dicho producto carece de una estandarización en su proceso, es decir, no hay un procedimiento a seguir de manera que ayude a mejorar la calidad. Por tal motivo los blocks presentan una gran variabilidad en la resistencia a la compresión, incluso no se cumple con los parámetros mínimos recomendados por las normas mexicanas NMX-C-404-ONNCCE-2005 de 60 kgf/cm² y NMX-C-441-ONNCCE-2005 de 35 kgf/cm² alcanzando como máximo 20 kgf/cm² de la resistencia a la compresión.

El uso del material termoestable en el diseño de block para la construcción supera los parámetros de la resistencia mecánica con una media de ocurrencia de 33.7614 kgf/cm² alcanzados en los block convencionales que se comercializan en la región, que al realizar las

pruebas en el laboratorio se obtuvo como parámetro máximo 20 kgf/cm² de resistencia a la compresión, a su vez disminuye el peso de 10 kg a 7 kg representando una disminución de 30 % haciendo así más favorable el uso de este material. Esto se alcanza porque el material termoestable genera más volumen en la homogenización.

La combinación del PET molido para la elaboración de block su mejor combinación fue agregar 300 gr y 450 gr. de este material a los materiales convencionales alcanzando una media de resistencia a la compresión de 33.1852 y 33.7614 kgf/cm². Por lo que se considera que estadísticamente son iguales a los parámetros mínimos de la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005. Pero la que presenta mejor estabilidad es la combinación de 450 gr presentado menor desviación en los resultados.

Con la información anterior se acepta la hipótesis de nula H₀₁ donde se establece que la homogeneización del PET con los materiales convencionales para la fabricación de block para la construcción es igual o mejor que los blocks tradicionales en base a la resistencia.

Los resultados de las pruebas del experimento arrojaron una media de ocurrencia de 33.7614 kgf/cm² agregando 450 gr de material termoestable en desuso en la homogeneización en la fabricación de block para la construcción, clasificándolo estadísticamente en block diseñados para uso no estructural cumpliendo con los parámetros mínimos de resistencia a la compresión de 35 kgf/cm² que establece la norma NMX-C-441-ONNCCE-2005.

Tomando en cuenta que el block diseñado en esta investigación la mejor combinación obtuvo una media de diseño en la resistencia a la compresión de 33.7614 kgf/cm², La homogeneización de los plásticos termoestables en desuso con los materiales convencionales para la fabricación de block para la construcción no cumple con las especificaciones de la norma NMX-C-404-ONNCE-2004 en base a los parámetros de resistencia a la compresión de 60 kgf/cm² para clasificarlos como blocks estructurales.

Con base a esta información se rechaza la hipótesis de investigación H_i , donde establece que la homogenización del PET molido con los materiales convencionales en la fabricación de block para la construcción es igual o mejor que el block tradicional en base a la resistencia a la compresión simple. Por lo tanto se acepta la hipótesis nula H_o . Donde establece que la homogenización del PET molido es mejor en base a la resistencia a la compresión simple.

Después de haber realizado todos los análisis y analizar la los block que se comercializan en la región se recomienda que se establezca un proceso para elevar la calidad de los productos y asegurar al menos los parámetros mínimos que se establecen en las normas mexicanas y a su vez reducir la variabilidad de los datos.

Otra de las recomendaciones es que para llevar este producto al mercado se desarrollen aún más investigaciones para verificar la seguridad de dicho producto, puesto que en esta investigación solo se analizó dos de las variables que puede alterar la calidad del producto y tomar de base esta investigación para iniciar ya con un avance en dicha investigación.

Por otro lado, se recomienda desarrollar trabajos de investigación con la posibilidad que el reciclaje sea mayor y puede añadir compuestos orgánicos que mejoran las propiedades de aislantes térmicos.

Por último, se observó que las resistencias mínimas establecidas en las normas mexicanas se alcanzan todas hasta que se tienen los 28 días de secado, con esta información se recomienda que los block comercializados tengan al menos esta duración de secado para que aumenten la resistencia y no se dañen los productos al salir al mercado.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

(CANACEM), c. m. (s.f.).

instituto politecnico nacional. (2009).

Pedro A. Castro Hernandez, J. L. (2009). *MANUAL DE FABRICACION DE TABICON SOLIDO DE CONCRETO.* MEXICO, D.F.

Pérez, R. (2012). *Creatividad 'en maletas'.* CD. DE MEXICO: GALELA.

Piqueras, Víctor Yepes. (2020). *¿Qué es el diseño de experimentos?* Obtenido de Piqueras, Víctor Yepes: <https://victoryepes.blogs.upv.es/2013/04/21/que-es-el-diseno-de-experimentos/>

plastico termoestable. (21 de enero de 2021). Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico_termoestable