



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

“Arq. Guillermo Cubillo Renella”

INSTITUTO DE POSTGRADO

**MAESTRIA:
TECNOLOGIAS DE EDIFICACION**

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015

1



TITULO

“Uso de escombros, desperdicios y residuos de elementos estructurales de concreto armado y no estructurales de mampostería de bloques y ladrillos, combinados con poliestireno expandido para la elaboración de paneles prefabricados de bajo costo.”

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015

AGRADECIMIENTO



***A DIOS TODOPODEROSO.
A MI AMADA MADRE .***

A MI TUTORA, LA Dra. La DRA. CARMEN TERREROS.

A MIS PROFESORES DE LA MAESTRIA.

***A LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL Y A LA FACULTAD
DE ARQUITECTURA QUE A TRAVEZ DE SU
INSTITUTO DE POSTGRADO HIZO REALIDAD ESTE
TRABAJO DE INVESTIGACION.***

RESUMEN- Glosario de términos.



- Absorción
- Escombros
- RCA
- Agregado
- RCD
- DITELME
- Hormigón liviano con poliestireneo expandido
- Coeficiente de Conductividad Térmica
- Poliestireno expandido
- EPS

RESUMEN



La presente tesis propone un estudio que admita desarrollar paneles prefabricados para la construcción utilizando:

Escombros de mampostería, de ladrillos, bloques de concreto y elementos estructurales de hormigón como agregado grueso, más el poliestireno expandido

Se utilizaron dos grupos de materiales: sin aditivos y con aditivos, para 5 tipos de mezclas, encontrándose los mejores resultados en las mezclas 2 y 3 con aditivos.

Esto nos permitirá ayudar a higienizar el medio ambiente y además contribuir a reducir los costos en construcción.

RESUMEN

En el capítulo 1:

Introducción, presentamos con claridad la estructura del desarrollo de la tesis y los principales elementos que componen esta investigación y además nos alerta sobre las consecuencias gravísimas que tiene en el medio ambiente los desechos contaminantes que genera los procesos de la industria de la construcción, por lo que se hace imprescindible la búsqueda de alternativas que constituyan un giro hacia una arquitectura sustentable para que nos enfoquemos en la utilización de residuos y escombros de construcciones y demoliciones (RCD) con el fin de abaratar los costes, pero fundamentalmente como estrategia ambiental.



RESUMEN

En el capítulo 2:

Marco teórico, se estable los principales trabajos que se han realizado sobre la elaboración de paneles ligeros a partir de áridos reciclados, así como los sistemas de prefabricados utilizados en América Latina.

Se determina la normativa sobre el uso de áridos reciclados, sus propiedades físicas, mecánicas, químicas. Ponemos a consideración el poliestireno expandido como un material que se incluye en el nuevo panel prefabricado de hormigón con áridos gruesos reciclados por lo que se presenta también sus propiedades físicas, químicas, biológicas así como su comportamiento frente al fuego.



RESUMEN

En el capítulo 3:

Metodología y estudio experimental, los agregados gruesos reciclados a base de residuos y escombros de construcción y demolición. (RCA) provenientes de mamposterías de bloques de concreto, ladrillos, así como de elementos estructurales de concreto, combinados con poliestireno expandido, constituyen las 5 mezclas diferentes sin aditivo y con aditivo al 100%, 75%, 50%, 25% de árido grueso reciclado, y una de hormigón convencional sin aditivo y con aditivo, todas ellas son probadas a diferentes ensayos como densidad, durabilidad, absorción, resistencia a la compresión, tracción, flexión y de conductividad térmica.



Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015

RESUMEN



En el capítulo 4:

Resultados de los Ensayos, los respectivos ensayos de las mezclas de hormigón con áridos gruesos reciclados y poliestireno expandido a los 7 y 28 días, sin aditivo y con aditivo y sus resultados comparados con los de la mezcla de un hormigón convencional.

Los ensayos de flexión y conductividad térmica se realizaron en probetas de paneles de 4 y 6 cm de espesor.

Las mezclas seleccionadas para paneles prefabricados se las pone a consideración en los cuadros: **4.7, 4.8, 4.17, 4.19, 4.22, 4.28, 4.45 y 4.46**

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015

RESUMEN



En el capítulo 5:

Conclusiones , se presenta los costos por m³ de hormigón mezclas 2 y 3, de áridos gruesos reciclados y poliestireno expandido, con aditivo, densidad 2107 kg/m³, resultando de menor costo que los comercializados en nuestro medio. Cuadros: **5.1 y 5.2**

Las futuras líneas de investigación también se las propone en el presente capítulo como un camino para mejorar la resistencia de los hormigones.



Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015

RESUMEN



Recomendaciones, se plantea:

- ✓ La utilización de los áridos gruesos reciclados para disminuir los costos.
- ✓ Que esté libre de impurezas el material reciclado.
- ✓ Este proyecto se **recomienda** como de gran impacto
- ✓ social por su gran aporte al saneamiento del
- ✓ medio ambiente.



Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015

CAPÍTULO 1



- ✓ **Introducción**
- ✓ **Objetivos**
- ✓ **justificación**

INTRODUCCIÓN



Dentro de la actividades industriales, la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales y una de la principales causantes de la contaminación del suelo, agua y aire.

El sector de la construcción genera residuos, ya que si bien en su mayoría son inertes, el problema que originan es el gran volumen que se genera.



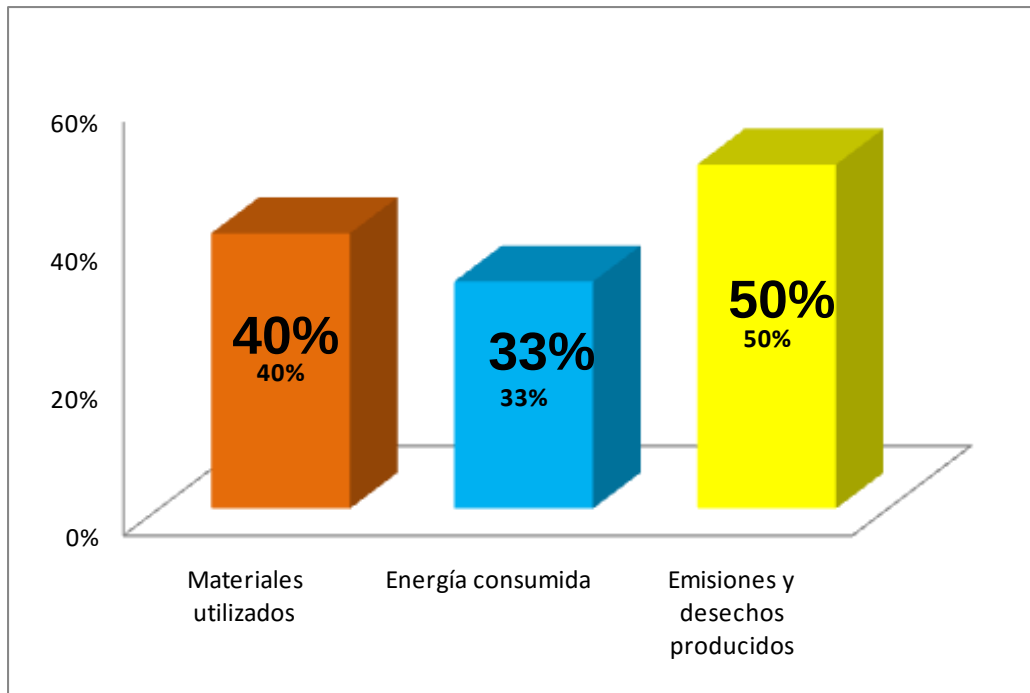
INTRODUCCIÓN



Este volumen generado tiene consecuencias gravísimas para el medio ambiente, por un lado el impacto ambiental que sobre él provoca la ocupación de grandes espacios de vertedero y por el otro lado , la degradación del paisaje cuando se vierte de manera incontrolada.

INTRODUCCIÓN

Según investigaciones se han llegado a la conclusión que de las 3/4 partes de los recursos mundiales, la construcción y el mantenimiento de los edificios representan aproximadamente:

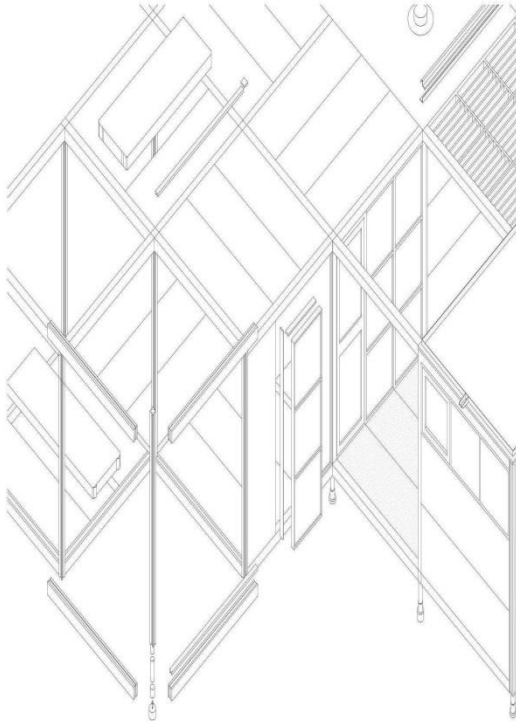


Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015

Cono de jerarquía para el tratamiento de residuos sólidos y escombros



INTRODUCCION



Entre los modos de uso de RCD más difundidos hasta la fecha se encuentra su implementación en la elaboración de elementos prefabricados, por su viabilidad, heterogeneidad, pero sobre todo por los beneficios que el prefabricado representa para la industria de la construcción como el ahorro de tiempos producto.

INTRODUCCION



EL CRYSTAL PALACE por fuera y por dentro



Paneles de hormigón para paredes y casa construida con el Sistema de Ditelme de Guayaquil

El prefabricado potenció la aparición de megaestructuras y construcciones a gran escala que comenzaron invadir espacios urbanos. En la actualidad se ha vuelto común en los países industrializados.



INTRODUCCION

Ante ésta situación se plantea el siguiente problema científico

¿Será factible el desarrollo de paneles prefabricados para la construcción a partir de agregados reciclados (RCA) con poliestireno expandido?



Objetivo General

Desarrollar un panel prefabricado para la construcción a partir de agregados reciclados con poliestireno expandido

Objetivos específicos



1.- Caracterizar los RCA provenientes de mamposterías de bloques concreto y arcillas, así como de elementos de concreto estructural para su uso como Agregados en la elaboración de paneles prefabricados

2.- Dosificar mezclas de hormigones con RCA y poliestireno expandido someténdolas a ensayos de compresión y otros esfuerzos hasta llegar a una resistencia adecuada de manipulación, traslado, apilamiento y colocación

3.- Diseñar un panel prefabricado utilizando la mezcla de hormigón más conveniente con RCA y poliestireno expandido con resistencias obtenidas en la etapa de dosificación

4.- Hacer un análisis comparativo de costos entre los paneles prefabricados de concreto que se comercializan en nuestro medio y el nuevo panel de RCA con poliestireno expandido

Justificación



**USO DE
RCA**

**PANELES
PREFABRICADOS**

**REDUCIR EL
IMPACTO
AMBIENTAL**

**CONTRIBUIR A
LA VIVIENDA DE
INTERES SOCIAL**

CAPITULO 2



- ✓ **Paneles prefabricados con áridos reciclados en Latinoamérica**
- ✓ **Áridos reciclados; tipos y normativa de su uso**
- ✓ **Plantas de producción**
- ✓ **Caracterización del árido reciclado**
- ✓ **Poliestireno expandido; propiedades físicas, mecánicas,**
- ✓ **químicas, biológicas, comportamiento frente al fuego**
- ✓ **Hipótesis**

Paneles prefabricados con áridos reciclados en Latinoamérica

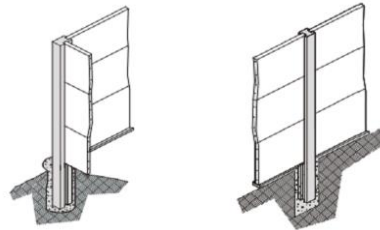


- ☐ En México, la Universidad Autónoma de Yucatán desarrolló en el 2007 un trabajo para la elaboración de paneles con áridos reciclados y materiales cerámicos para la reconstrucción
- ☐ En el centro de Desarrollo de Materiales (CIDEM) de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas (UCLV), Santa Clara, Cuba el Dr. I. Mendoza promueve la construcción sustentable mediante el uso de los RCD en Sistemas prefabricados de panelería ligera
- ☐ También de la UCVL la Dra. Martínez Fernández en el año 2012 realizó una guía para el uso de áridos reciclados de hormigón hidráulico

Sistemas de prefabricados en América Latina



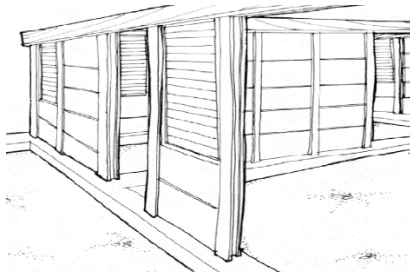
SISTEMA PANELI



SISTEMA CONTEC



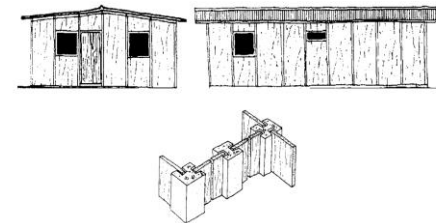
SISTEMA DE PANELES DE HORMIGÓN CON PERFILES METÁLICOS



SISTEMA SANDINO



SISTEMA PREFAB



SISTEMA SERVIVIENDAS

Áridos reciclados; tipos y normativa de su uso



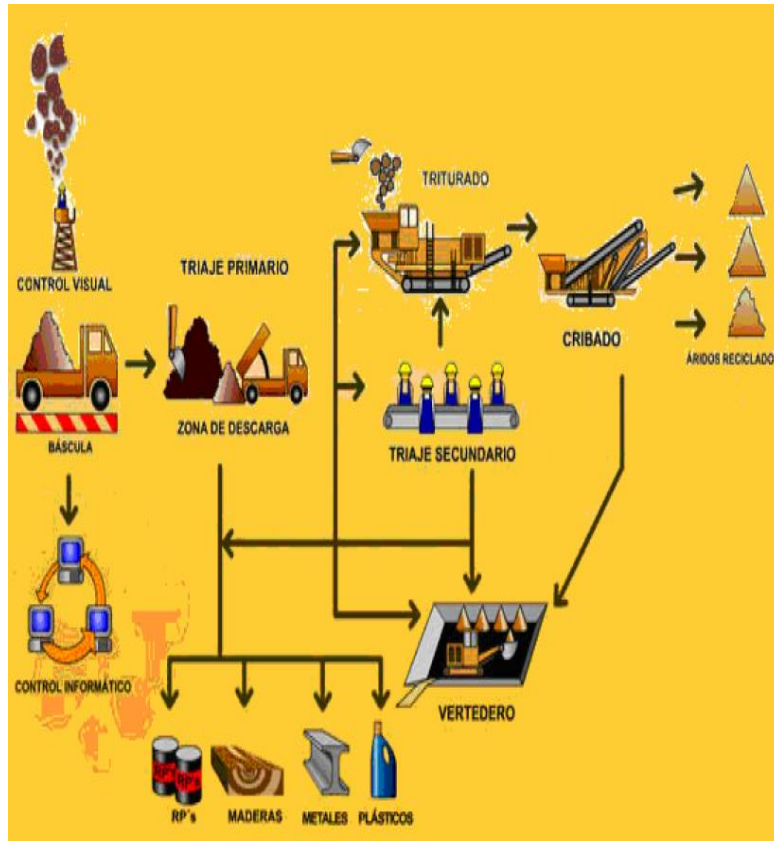


NORMAS INTERNACIONALES PARA ÁRIDOS RECICLADOS

REQUISITOS	RILEM			Japón			Bélgica		Hong Kong	Alemania				Reino Unido		Australia	Brasil	España
	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	GBSB I	GBSB II		Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	RCA	RA			
Densidad seca (kg/m ³)	≥1500	≥2000	≥2400	≥2200			≥160	≥2100	≥2000	≥2000		≥1800	≥1500	-	-	≥2100	-	-
Absorción (%)	≤20	≤10	≤3	≤3	≤5	≤7	≤18	≤9	≤10	≤10	≤15	≤20	-	-	-	≤	≤12	≤7
Contenido de material de densidad <2200kg/m ³ (%)	-	≤10	≤10					≤10										
Contenido de material de densidad <1800kg/m ³ (%)	≤10	≤1	≤1				≤10	≤1										
Contenido de material de densidad <1000kg/m ³ (%)	≤1	≤0,5	≤0,5				≤1	≤0,5	≤0,5					≤0,5	≤1			≤1
Contenido de materiales extraños (metales, vidrios) (%)	≤5	≤1	≤1				≤1		≤1					≤1	≤1	≤2	≤3	≤1
Índice de lascas									≤40									
Índice de trituration																<30		
Índice del 10% de finos									100 kN									
Contenido de metales (%)	≤1	≤1	≤1															
Contenido de materia orgánica (%)	≤1	≤0,5	≤0,5				≤0,5											
Contenido de finos (<0,063mm) (%)	≤3	≤2	≤2				<5	<3	<4	<4				<5	<3			
Pérdida por limpieza (%)				≤1												<1		
Resistencia a las heladas (%)				≤12	≤40 / ≤12	-												
Contenido de arenas (<4mm) (%)	≤5								<5									≤5
Contenido de sulfatos (SO ₃) (%)	≤1						<1		<1					≤1	≤1		≤1	≤0,8
Contenido de cloruros (%)							<0,06		<0,05	<0,04		<0,15					≤1	≤0,05
Contenido de asfalto (%)											≤1			≤5	≤10			≤1
Contenido de material cerámico (%)	≤100						≤100				≤30	≤80		≤100	≤100			≤5
Desclasificados inferiores (%)																		≤10



Plantas de producción



Las plantas de tratamiento pueden clasificarse en:

Plantas fijas:

Gestionan residuos muy heterogéneos lo que obliga a equiparlas con maquinaria de gran robustez y sobredimensionada para la capacidad prevista en otra aplicaciones.

En esta planta se debe estimar la producción del material reciclado que se utiliza en la construcción del entorno que



Plantas móviles a pie de obra:
Realizan también el proceso de reciclaje lo que permite la fabricación de nuevos áridos con las características propias necesarias in situ, según la aplicación a la que van a ser destinados o utilizados como rellenos de canteras, gravas para jardines para bases, sub-bases para carreteras, viviendas



Además, se puede utilizar el material obtenido en la fabricación de bloques, ladrillos, elementos cerámicos, hormigón, paneles prefabricados, etc.

Caracterización del árido reciclado



✓ Granulometría

Según los resultados obtenidos en ensayos de laboratorio se demuestra que la granulometría lograda son similares a las del árido natural

✓ Forma y textura superficial

Debido al mortero adherido en el árido reciclado su coeficiente de forma es mayor que la del árido natural, son más redondos. Su índice de lajas son inferiores

✓ Propiedades físicas

Las propiedades físicas del hormigón elaborado con adiciones de árido reciclado, garantizan resistencias mayores a esfuerzos como la flexotracción. 70 al 90 % de la masa total del hormigón original es de árido grueso

✓ Propiedades mecánicas

Alto nivel de absorción, mayor consumo de agua, y cemento, mayor porosidad, todo esto debido a su formación y a la presencia de mortero adherido a la superficie. Densidad 20 % menor que la de un hormigón

✓ Propiedades químicas

A mayor tamaño, menor contenido de cloruros, dióxido de carbono, azufre y alcalinos. Elevadas cantidades de sulfato por contaminantes como el yeso

NTE INEN 872: 2011 características físicas por composición de árido reciclado contra el tipo de ubicación de elementos de hormigón



Designación de clase	Tipo o ubicación de la construcción de hormigón	Máximo permisible, %						
		Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	Chert ^D (gr. esp. SSS menor de 2,40)	Total de terrones de arcilla, partículas desmenuzables y chert (gr. esp. SSS menor de 2,40)	Material más fino que 75 µm	Carbón y lignito	Valor de la degradación (%) ^A	Solidez de los áridos mediante el sulfato de magnesio (5 ciclos) ^B
Condición de intemperismo severo								
1S	Zapatas, fundaciones, columnas y vigas no expuestas a la intemperie, losas de pisos interiores que van a ser revestidas	10,0	---	---	1,0 ^C	1,0	50	---
2S	Pisos interiores sin revestimiento	5,0	---	---	1,0 ^C	0,5	50	---
3S	Muros de fundación sobre el nivel del terreno, muros de retención, estribos, pilares, vigas principales y vigas expuestas a la intemperie	5,0	5,0	7,0	1,0 ^C	0,5	50	18
4S	Pavimentos, tableros de puentes, caminos y bordillos, senderos, patios, pisos de garaje, pisos expuestos y terrazas o estructuras frente al agua, sujetas a humedecimiento continuo.	3,0	5,0	5,0	1,0 ^C	0,5	50	18
5S	Hormigón arquitectónico expuesto	2,0	3,0	3,0	1,0 ^C	0,5	50	18
Condición de intemperismo moderado								
1M	Zapatas, fundaciones, columnas, y vigas no expuestas a la intemperie, losas de pisos interiores que van a ser revestidas	10,0	---	---	1,0 ^C	1,0	50	---
2M	Pisos interiores sin revestimiento	5,0	---	---	1,0 ^C	0,5	50	---
3M	Muros de fundación sobre el nivel del terreno, muros de retención, estribos, pilares, vigas principales y vigas expuestas a la intemperie	5,0	8,0	10,0	1,0 ^C	0,5	50	18
4M	Pavimentos, tableros de puentes, caminos y bordillos, senderos, patios, pisos de garaje, pisos expuestos y terrazas o estructuras frente al agua, sujetas a humedecimiento continuo	5,0	5,0	7,0	1,0 ^C	0,5	50	18
5M	Hormigón arquitectónico expuesto	3,0	3,0	5,0	1,0 ^C	0,5	50	18
Condición de intemperismo nulo								
1N	Losas sujetas a la abrasión del tráfico, tableros de puentes, pisos, senderos, pavimentos	5,0	---	---	1,0 ^C	0,5	50	---
2N	Todas las demás clases de hormigón	10,0	---	---	1,0 ^C	1,0	50	---

^A Se excluyen de los requisitos del valor de la degradación de la escoria de altos hornos enfriada al aire y triturada. La masa unitaria de escoria de altos hornos enfriada al aire y triturada, obtenida mediante el procedimiento por varillado o mediante el procedimiento por sacudidas, no debe ser menor que 1 120 kg/m³. La granulometría de la escoria utilizada en el ensayo de masa unitaria debe ajustarse a la granulometría que se utilizará en el hormigón. Se debe determinar el valor de la degradación de la grava, grava triturada o piedra triturada en el tamaño o tamaños de ensayo más aproximados con la granulometría o granulometrías que se utilizarán en el hormigón. Cuando se vaya a utilizar más de una granulometría, se debe aplicar el límite del valor de la degradación a cada una.

^B El límite admisible para la solidez, cuando se utiliza sulfato de sodio, debe ser de 12%.

^C Este porcentaje bajo cualquiera de las siguientes condiciones: (1) puede ser aumentado en 1,5 si el material está esencialmente libre de arcilla o lutita o (2) si se conoce que la fuente del árido fino que va a ser utilizado en el hormigón contiene menos que la cantidad máxima especificada que pasa el tamiz de 75 µm (ver tabla 1). Se puede aumentar el límite del porcentaje (L) de la cantidad en el árido grueso a $L = 1 + \left[\frac{(P)}{(100 - P)} \right] (T - A)$, donde P = porcentaje de arena en el hormigón como un porcentaje del árido total, T = límite indicado en la tabla 1 para la cantidad permitida en el árido fino y A = cantidad real en el árido fino. (Esto proporciona un cálculo ponderado diseñado para limitar la cantidad máxima de material que pasa el tamiz de 75 µm en el hormigón, a aquel que se obtendría si los áridos, fino y grueso, fueran suministrados con el porcentaje máximo tabulado para cada uno de estos ingredientes).

^D También conocido como Horsteno.



Poliestireno expandido (*Expanded PolyStyrene EPS*)

Material plástico celular y rígido, fabricado a partir de perlas pre-expandidas de Poliestireno expandible que contiene altos índices de pentano, que actúa como agente expansor. Es un derivado del petróleo y gas Natural.





Propiedades físicas

Densidad 10 a 35 kg/m³
Diversos colores,
ligero pero resistente,
al natural tiene
coloración blanca
(corcho blanco)

Propiedades mecánicas

Resistencia a la
compresión
para una deformación
del 10 %
Resistencia a flexión
Resistencia a la tracción
Resistencia al esfuerzo
cortante

Propiedades químicas

Se comporta de
manera estable frente
a: agua,
agua de mar, ácidos,
gases,
arena, cal,
Cemento, etc.

Propiedades biológicas

Imputrescibilidad,
f fuente nutritiva para
microorganismos por
suciedad acumulada,
inmune al ataque de
bacterias, por que se
usa para embalaje de
alimentos; estabilidad
estructural ante
temperaturas inferiores
a 85 °C, no se
descompone, no emite
gases tóxicos

Comportamiento frente al **fuego**

Poliestireno tipo estándar
(M4) y el autoextinguible
(M1)

Se debe aplicar
recubrimientos y
revestimientos



Hipótesis

Se plantea:

La utilización de escombros y desperdicios de construcción, combinados con poliestireno expandido resulta factible para el diseño y elaboración de paneles prefabricados de bajo costo

CAPÍTULO 3



Metodología y estudio experimental

- ✓ Metodología
- ✓ Dosificación
- ✓ Materia prima
- ✓ Pruebas físicas de los áridos
- ✓ Moldeo de cilindros
- ✓ Diseño de mezclas
- ✓ Procedimiento y fabricación

Metodología



Se partió de mezclas probadas en el laboratorio Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli a cargo de la Dra. Terreros: mezclas para hormigones ligeros dosificaciones 1:3:3 Cemento: Arena: Piedra Pómez (T.M.A. 1", obteniendo $f'c$ (90 días) 154 Kg/cm² utilizando 12,5 kg de cemento, 13 litros de agua.

Se usó la misma dosificación 1:3:3 que en volumen corresponde a 1 parte de cemento (12,5 kg/m³), 3 partes de arena normalizada (37,5)kg/m³) y las 3 partes del agregado grueso natural es reemplazado por 25 kg/m³ de escombros y 12,5 kg/m³ de poliestireno expandido

1.-Identificar la materia prima

2.- Caracterizar a la materia prima física y químicamente

3.- Diseño de mezclas con RCA y poliestireno expandido

4.- Elaboración de paneles prefabricados

5.- Evaluación de los resultados obtenidos

6.- Análisis comparativo de costos entre los paneles prefabricados (DITELME) y el nuevo panel



Se probó con la dosificación 1:3:3 que corresponde a 1 parte de cemento, 3 partes de arena normalizada y las 3 partes del agregado grueso natural se las compartió con un 66 % de escombros de demoliciones y construcciones; primero en un 100 % y luego de acuerdo a los resultados que se obtuvieron se fue disminuyendo paulatinamente ese 100 % de escombros a un 75 %, 50 % y 25 %. El otro 33,34 % del agregado grueso natural se lo reemplazó con poliestireno expandido



El material de escombros que se utilizó como materia prima se procedió a triturar manualmente, obteniéndose tamaños entre 4 y 19 mm aproximadamente





Pruebas físicas que se realizaron a los áridos:

- ✓ **Granulometría del agregado fino Norma INEN 696 (ASTM)**
- ✓ **Granulometría del agregado grueso reciclado. Norma INEN 696 (ASTM)**
- ✓ **Granulometría del agregado grueso natural. Norma INEN 696 (ASTM)**
- ✓ **Gravedad específica y absorción, tanto del agregado grueso fino como del agregado grueso reciclado**
- ✓ **Gravedad específica y absorción del agregado grueso natural**
- ✓ **Peso volumétrico suelto del agregado fino**
- ✓ **Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado**
- ✓ **Peso unitario varillado del agregado grueso reciclado**
- ✓ **Peso unitario suelto del agregado grueso natural**
- ✓ **Peso unitario varillado del agregado grueso reciclado natural**



Equipos empleados
Recipiente $V=0,0028 \text{ m}^3$
Pala
Martillo
Cilindro de 10 x 20 cm
Varilla punta redondeada
Martillo de hule
Enrasadora
Bailejo
Cuchareta
Balanza de precisión





Universidad de Guayaquil

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli

Av. Kennedy S/N y Av. Delta. Tel. 2 640828 Cel. 098 282897.

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Proyecto: Maestría en Tecnologías de Edificación

Fiscalizador:

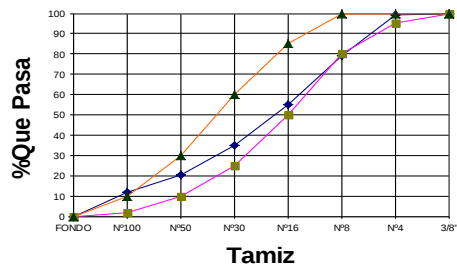
Contratista: Arq. Mirian Iomas

Fuente de Material: Arena normalizada, Cantera calizas Huayco

Fecha: 20-oct-14

Tamiz	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación ASTM - C - 33
3/8"	0	0,00	0,0	100,0	100
No. 4	8,6	0,86	0,86	99,14	95 - 100
No. 8	197,5	19,78	20,64	79,36	80 - 100
No. 16	242,7	24,31	44,95	55,05	50 - 85
No. 30	201,6	20,19	65,14	34,86	25 - 60
No. 50	146,4	14,66	79,81	20,19	10 - 30
No. 100	83,9	8,40	88,21	11,79	2 - 10
FONDO	117,7	11,79	100,00	0,00	0
TOTAL	998,4	100,0			

Ensayo de Agregado Fino



Densidad Saturada Superficialmente Seca: 2659,6 Kg/m³

Peso Volumétrico Suelto: 1466,5 Kg/m³

Módulo de finura: 3

Observaciones:

DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA

D.S.S.S.

Peso de la arena $W = 500$ gr.

Vol. Inicial (agua) $V_i = 210$ cm³

Vol. final (agua + arena) $V_f = 398$ cm³

D.S.S.S. $W / (V_f - V_i) = 2659,6$ Kg/m³

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO

Vol. del recipiente $V_{recp.} = 2800$ cm³

Peso (recipiente + arena) $W_f = 6618,1$ gr.

Peso recipiente $W_i = 2512$ gr.

P.V.S. $(W_f - W_i) / V_{recp.} = 1466,5$ Kg/m³

ABSORCIÓN

Peso recipiente = 73,9 gr.

Peso (arena S.S.S.) = 500 gr.

Peso del recipiente + arena seca = 553,2 gr.

Peso seco de la arena $W_s = 479,3$ gr.

Absorción = 4,32 %

MÓDULO DE FINURA

$$M.f. = \frac{\sum_{i=1}^{100} \text{Tamiz}_{\% \text{retenido}_{\text{acumulado}}}}{100}$$

M.f. = 3,00

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015



Universidad de Guayaquil

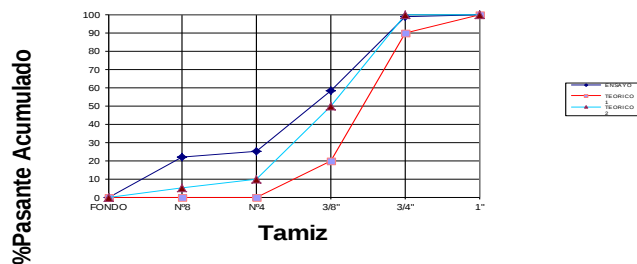
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli
Av. Kennedy S/N y Av. Delta, Tel. 2 640828 Cel. 098 282897.

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

Proyecto: Maestría en Tecnologías de Edificación
Ubicación:
Fuente de Material: Laboratorio Dr. Arnaldo Ruffilli Fecha: 20-oct-14
Tipo de Material: Escombros de demolición de mampostería de ladrillos

Tamiz	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Que Pasa	Especificación ASTM - C - 33
2 1/2"				-
2"				-
1 1/2"				100
1"	0	0,00	100,00	-
3/4"	72	1,36	98,64	90 - 100
1/2"				-
3/8"	2148	40,59	58,05	20 - 50
No. 4	1752	33,11	24,94	0 - 10
No. 8	157	2,97	21,98	0 - 5
Fondo	1163	21,98	0,00	0
TOTAL	5292	100,00		

Ensayo de Agregado Grueso



D.s.s.s. = 1625,5 P.v.v. = 925,3 P.v.s. = 763,0

Observaciones:

DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA D.S.S.S.

Peso del material W_{sss} = 1000 gr.
Peso de la canasta W_{cnt} = 1804,2 gr.
Peso de la canasta + material (sumergido) $W_{sss+cnt}$ = 2189 gr.

$$D.S.S.S. \quad W_{sss} / (W_{sss} - ((W_{sss+cnt}) - W_{cnt})) = 1625,5 \text{ Kg/m}^3$$

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO

Vol. del recipiente $V. \text{recp.}$ = 0,014 m³
Peso (recipiente + material) W_f = 41 libras
Peso recipiente W_i = 17,5 libras

$$P.V.S. \quad (W_f - W_i) / V. \text{recp.} = 763,0 \text{ Kg/m}^3$$

PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO

Vol. del recipiente $V. \text{recp.}$ = 0,014 m³
Peso (recipiente + material) W_f = 46 libras
Peso recipiente W_i = 17,5 libras

$$P.V.V. \quad (W_f - W_i) / V. \text{recp.} = 925,3 \text{ Kg/m}^3$$

ABSORCIÓN

Peso recipiente = 141,8 gr.
Peso del material húmedo = 1000 gr.
Peso del recipiente + el material seco = 930,9 gr.
Peso seco del material W_s = 789,1 gr.

$$Absorción = 26,73 \%$$

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015



Universidad de Guayaquil				
Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas				
Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli				
Av. Kennedy S/N y Av. Delta, Tel. 2 640828 Cel. 098 282897.				
ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO				
Proyecto:	Maestría en Tecnologías de Edificación			
Ubicación:				
Fuente de Material:	Laboratorio Dr. Arnaldo Ruffilli	Fecha:	20-oct-14	
Tipo de Material:	Escombros. B. Conc			
Tamiz	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Que Pasa	Especificación ASTM - C - 33
2 1/2"				-
2"				-
1 1/2"				100
1"	0	0,00	100,00	-
3/4"	418	6,35	93,65	90 - 100
1/2"				-
3/8"	4485	68,09	25,57	20 - 50
No. 4	1040	15,79	9,78	0 - 10
No. 8	161	2,44	7,33	0 - 5
Fondo	483	7,33	0,00	0
TOTAL	6587	100,00		

Ensayo de Agregado Grueso

Tamiz	ENSAYO (%)	TEÓRICO (%)	TÉCNICO (%)
FONDO	0	0	0
Nº8	8	5	5
Nº4	10	5	5
3/8"	28	20	20
3/4"	95	90	90
1"	100	95	95

D.s.s.s. =	2702,7	P.v.v. =	1789,0	P.v.s. =	1717,5
Observaciones:					

DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA				D.S.S.S.
Peso del material	W_{sss}	=	1000	gr.
Peso de la canasta	W_{cnt}	=	1995	gr.
Peso de la canasta + material (sumergido)	$W_{sss+cnt}$	=	2625	gr.
D.S.S.S.	$W_{sss} / (W_{sss} - ((W_{sss+cnt}) - W_{cnt}))$		2702,7	Kg/m³
PESO VOLUMÉTRICO SUELTO				
Vol. del recipiente	$V_{recp.}$	=	0,014	m³
Peso (recipiente + material)	W_f	=	70,4	libras
Peso recipiente	W_i	=	17,5	libras
P.V.S.	$(W_f - W_i) / V_{recp.}$		1717,5	Kg/m³
PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO				
Vol. del recipiente	$V_{recp.}$	=	0,014	m³
Peso (recipiente + material)	W_f	=	72,6	libras
Peso recipiente	W_i	=	17,5	libras
P.V.V.	$(W_f - W_i) / V_{recp.}$		1789,0	Kg/m³
ABSORCIÓN				
Peso recipiente		=	141,8	gr.
Peso del material húmedo		=	1000	gr.
Peso del recipiente + el material seco		=	990,9	gr.
Peso seco del material	W_s	=	849,1	gr.
Absorción		=	17,77	%



Universidad de Guayaquil

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli
Av. Kennedy S/N y Av. Delta. Tel. 2 640828 Cel. 098 282897.

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

Proyecto:

Ubicación:

Fuente de Material:

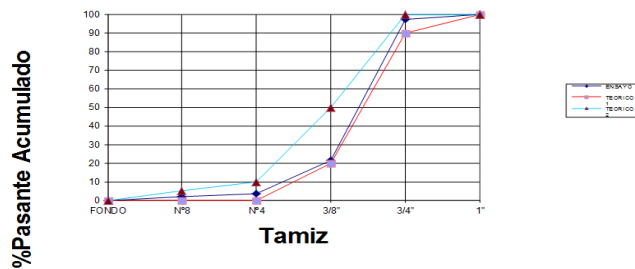
Fecha:

20-oct-14

Tipo de Material: Escombros Element Estructurales

Tamiz	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Que Pasa	Especificación ASTM - C - 33
2 1/2"				-
2"				-
1 1/2"				100
1"	0	0,00	100,00	-
3/4"	328	2,87	97,13	90 - 100
1/2"				-
3/8"	8663	75,71	21,42	20 - 50
No. 4	2043	17,86	3,57	0 - 10
No. 8	219	1,91	1,65	0 - 5
Fondo	189	1,65	0,00	0
TOTAL	11442	100,00		

Ensayo de Agregado Grueso



D.s.s.s. = 2702,7 P.v.v. = 1789,0 P.v.s. = 1717,5

Observaciones:

DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA D.S.S.S.

Peso del material W_{sss} = 1000 gr.

Peso de la canasta W_{cnt} = 1995 gr.

Peso de la canasta + material (sumergido) $W_{sss+cnt}$ = 2625 gr.

D.S.S.S. $W_{sss} / (W_{sss} - ((W_{sss+cnt}) - W_{cnt})) = 2702,7 \text{ Kg/m}^3$

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO

Vol. del recipiente $V_{recp.}$ = 0,014 m³

Peso (recipiente + material) W_f = 70,4 libras

Peso recipiente W_i = 17,5 libras

P.V.S. $(W_f - W_i) / V_{recp.} = 1717,5 \text{ Kg/m}^3$

PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO

Vol. del recipiente $V_{recp.}$ = 0,014 m³

Peso (recipiente + material) W_f = 72,6 libras

Peso recipiente W_i = 17,5 libras

P.V.V. $(W_f - W_i) / V_{recp.} = 1789,0 \text{ Kg/m}^3$

ABSORCIÓN

Peso recipiente = 141,8 gr.

Peso del material húmedo = 1000 gr.

Peso del recipiente + el material seco = 1059,6 gr.

Peso seco del material W_s = 917,8 gr.

Absorción = 8,96 %

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015



Universidad de Guayaquil

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas
Laboratorio de Suelos y Materiales Ing. Dr. Arnaldo Ruffilli
Av. Kennedy S/N y Av. Delta. Tel. 2 640828 Cel. 098 282897.

ENSAYO GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO

Proyecto:

Ubicación:

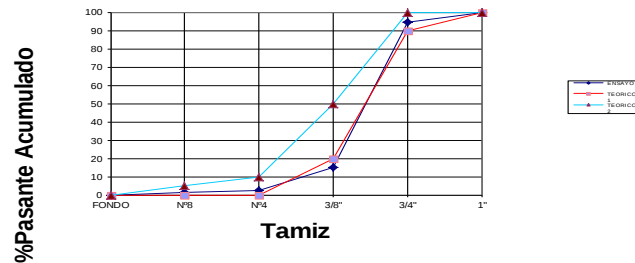
Fuente de Material:

Fecha: 13-oct-14

Tipo de Material: Grava

Tamiz	Peso Parcial grs.	% Retenido	% Que Pasa	Especificación ASTM - C - 33
2 1/2"				-
2"				-
1 1/2"				100
1"	0	0,00	100,00	-
3/4"	554	5,41	94,59	90 - 100
1/2"				-
3/8"	8124	79,41	15,18	20 - 50
No. 4	1290	12,61	2,57	0 - 10
No. 8	102	1,00	1,57	0 - 5
Fondo	161	1,57	0,00	0
TOTAL	10231	100,00		

Ensayo de Agregado Grueso



D.s.s.s. = 2702,7 P.v.v. = 1789,0 P.v.s. = 1717,5

Observaciones:

DENSIDAD SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA D.S.S.S.

Peso del material W_{sss} = 1000 gr.

Peso de la canasta W_{cnt} = 1995 gr.

Peso de la canasta + material (sumergido) $W_{sss+cnt}$ = 2625 gr.

D.S.S.S. $W_{sss}/(W_{sss} - (W_{sss+cnt} - W_{cnt})) = 2702,7 \text{ Kg/m}^3$

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO

Vol. del recipiente $V_{recp.}$ = 0,014 m³

Peso (recipiente + material) W_f = 70,4 libras

Peso recipiente W_i = 17,5 libras

P.V.S. $(W_f - W_i) / V_{recp.} = 1717,5 \text{ Kg/m}^3$

PESO VOLUMÉTRICO VARILLADO

Vol. del recipiente $V_{recp.}$ = 0,014 m³

Peso (recipiente + material) W_f = 72,6 libras

Peso recipiente W_i = 17,5 libras

P.V.V. $(W_f - W_i) / V_{recp.} = 1789,0 \text{ Kg/m}^3$

ABSORCIÓN

Peso recipiente = 141,8 gr.

Peso del material húmedo = 1000 gr.

Peso del recipiente + el material seco = 1113,1 gr.

Peso seco del material W_s = 971,3 gr.

Absorción = 2,95 %

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015



MEZCLA 1

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE LADRILLOS + POLIESTIRENO EXPANDIDO

MEZCLA 2

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE BLOQUES DE CONCRETO + ESC. ELEMENTOS ESTRUCTURALES + POLIESTIRENO

MEZCLA 3

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE LADRILLOS + ESC. BLOQUES DE CONCRETO + ESC. ELEMENTOS ESTRUCTURALES + POLIESTIRENO EXPANDIDO

MEZCLA 4

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE BLOQUES DE CONCRETO + POLIESTIRENO EXPANDIDO

MEZCLA 5

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES + POLIESTIRENO EXPANDIDO

MEZCLA 6

- CEMENTO + ARENA + AGUA + GRAVA



MEZCLA 1

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE LADRILLOS + POLIESTIRENO EXPANDIDO + ADITIVO

MEZCLA 2

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE BLOQUES DE CONCRETO + ESC. ELEMENTOS ESTRUCTURALES + POLIESTIRENO + ADITIVO

MEZCLA 3

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE LADRILLOS + ESC. BLOQUES DE CONCRETO + ESC. ELEMENTOS ESTRUCTURALES + POLIESTIRENO + ADITIVO

MEZCLA 4

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE BLOQUES DE CONCRETO + POLIESTIRENO EXPANDIDO + ADITIVO

MEZCLA 5

- CEMENTO + ARENA + AGUA + ESC. DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES + POLIESTIRENO EXPANDIDO + ADITIVO

MEZCLA 6

- CEMENTO + ARENA + AGUA + GRAVA



Mezcla 1: 100% Sin Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de ladrillos (2 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Agua

Mezcla 1: 100% Con Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de ladrillos (2 p. de vol.)
 Poliestireno expandido: (1 p. de vol.)
 Polyheed R1- 719 (1% peso cemento)
 Agua

Mezcla 2: 100% Sin Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de bloques de concr. (1 p. de vol.)
 Esc. de elem. estruc. de Ho. (1 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Agua

Mezcla 2: 100% Con Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de bloques de concr. (1 p. de vol.)
 Esc. de elem. estruc. De Ho. (1 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Agua
 Polyheed R1 – 719 (1% peso cemento)

Mezcla 3: 100% Sin Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)

Esc. de ladrillos (0,66 p. de vol.)
 Esc. de bloques de concr. (0,66 p. de vol.)
 Esc. de elem. estruc. de Ho. (0,66 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Agua

Mezcla 3: 100% Con Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)

Esc. de ladrillos (0,66 p. de vol.)
 Esc. de bloques de concr. (0,66 p. de vol.)
 Esc. de elem. estruc. de Ho. (0,66 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Polyheed R1 – 719 (1 % peso Cemento)
 Agua

Mezcla 4: 100% Sin Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de bloques de concr. (2 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Agua

Mezcla 4: 100% Con Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de bloques de concr. (2 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Polyheed R1 – 719 (1% peso Cemento)
 Agua

Mezcla 5: 100% Sin Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de elem. estruc. de Ho. (2 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Agua

Mezcla 5: 100% Con Aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Esc. de elem. estruc. de Ho. (2 p. de vol.)
 Poliestireno expandido (1 p. de vol.)
 Polyheed R1 – 719 (1% peso Cemento)
 Agua

Mezcla 6: Sin aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Grava (3 p. de vol.)
 Agua

Mezcla 6: Con aditivo

Cemento Portland Gu (1 p. de vol.)
 Arena normalizada (3 p. de vol.)
 Grava (3 p. de vol.)
 Polyheed R1 – 719 (1% peso de cemento)
 Agua

El aditivo plastificante que se incluyó fue Para mejorar la trabajabilidad sin agregar más agua (Polyheed R1 – 719)



Procedimientos y fabricación

En el estudio se midieron los siguiente parámetros:

- 1. Densidad**
- 2. Resistencia a la compresión**
- 3. Absorción**
- 4. Resistencia a la tracción por compresión diametral**
- 5. Durabilidad**
- 6. Conductividad térmica**
- 7. Flexión**

Moldeo de cilindros





Mezcla de hormigones con áridos reciclados al 75, 50, 25 %



CAPÍTULO 4

Resultados de los ensayos (100 % de escombros)

Elección de mezclas por su:

- ✓ **Densidad**
- ✓ **Resistencia a la compresión**
- ✓ **Resistencia a la tracción por compresión diametral**
- ✓ **Resistencia a la flexión**
- ✓ **Menor absorción**
- ✓ **Durabilidad (humedecimiento – secado)**
- ✓ **Menor conductividad térmica**

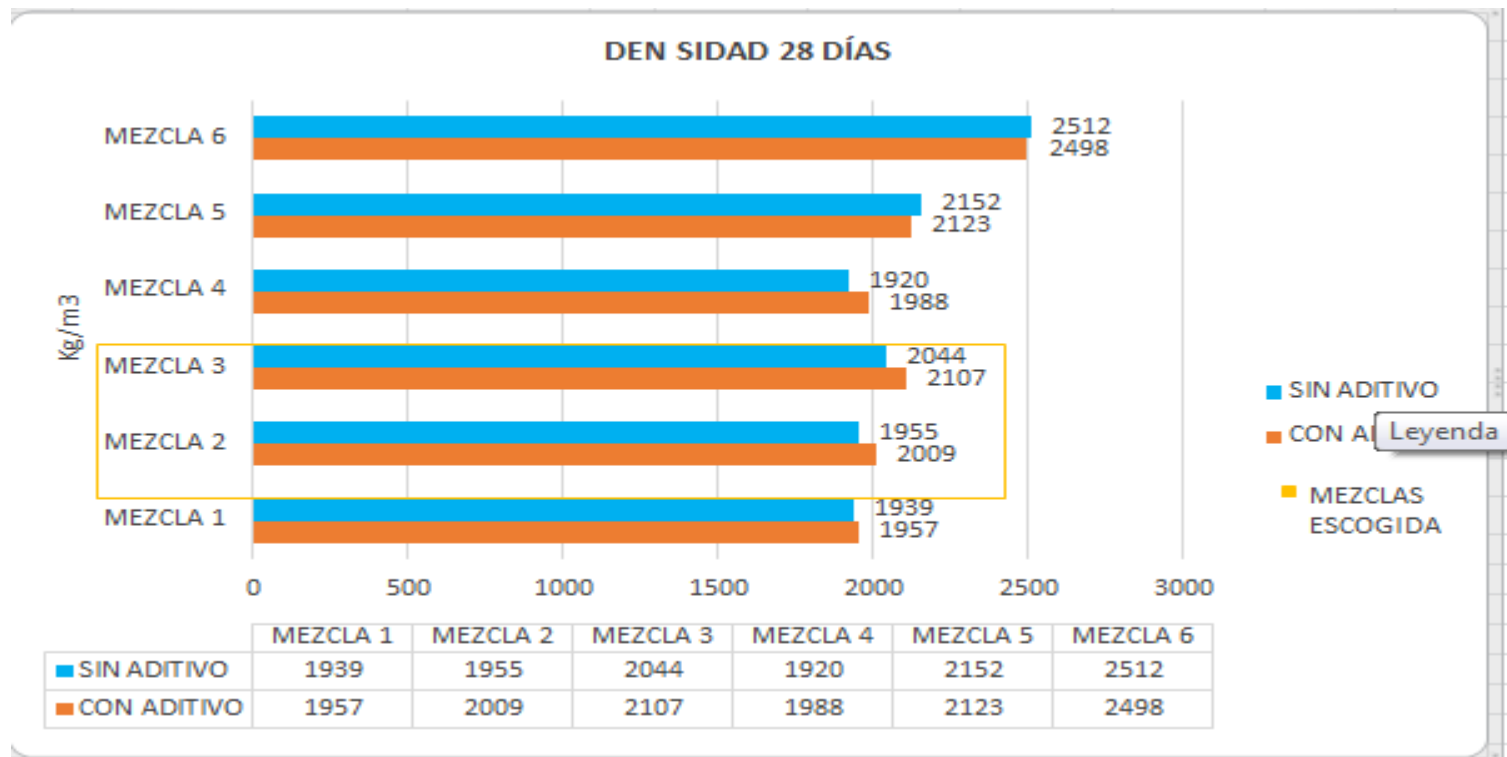


Ensayo de cilindros a densidad y a compresión



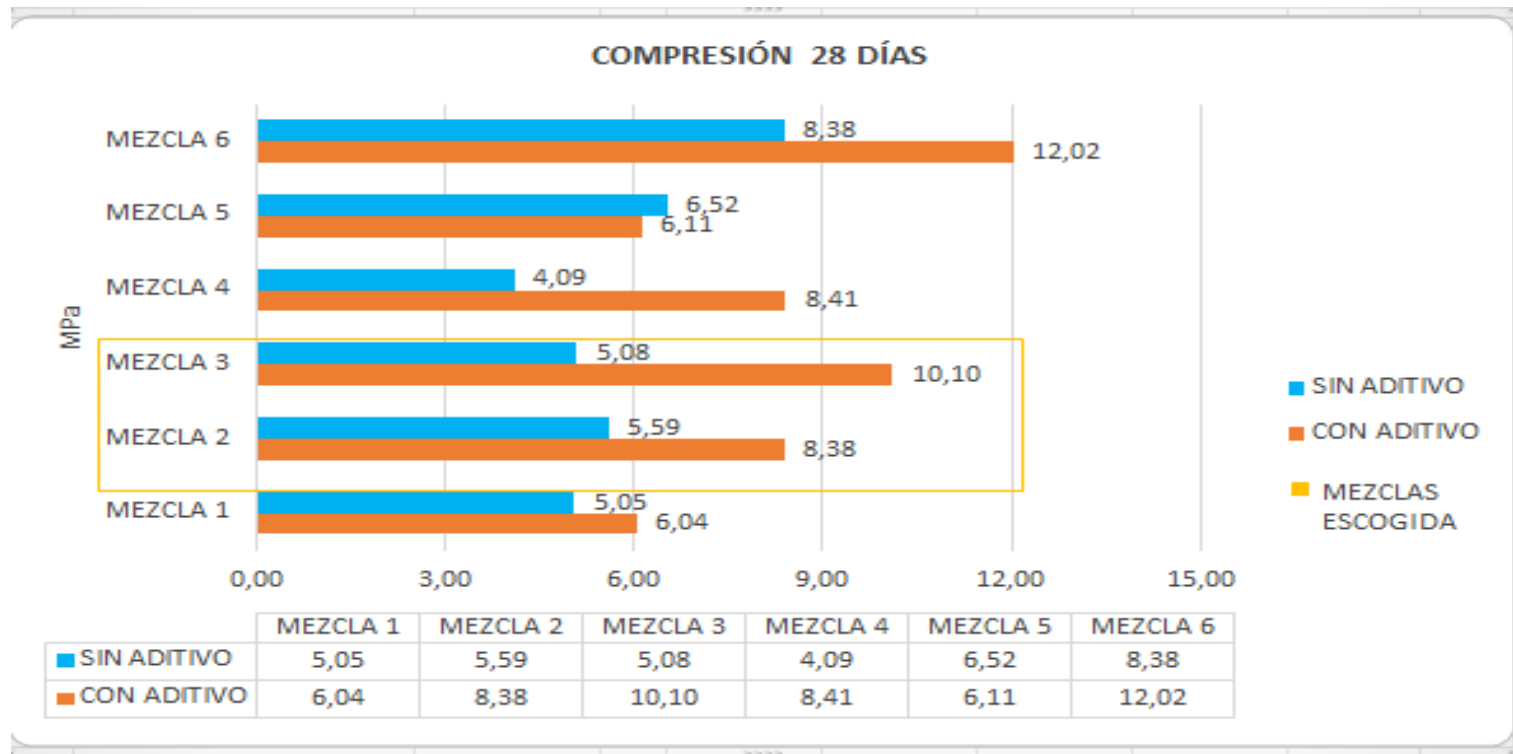


Elección de mezclas por su densidad (100 % de escombros)





Elección de mezclas por su resistencia a la compresión



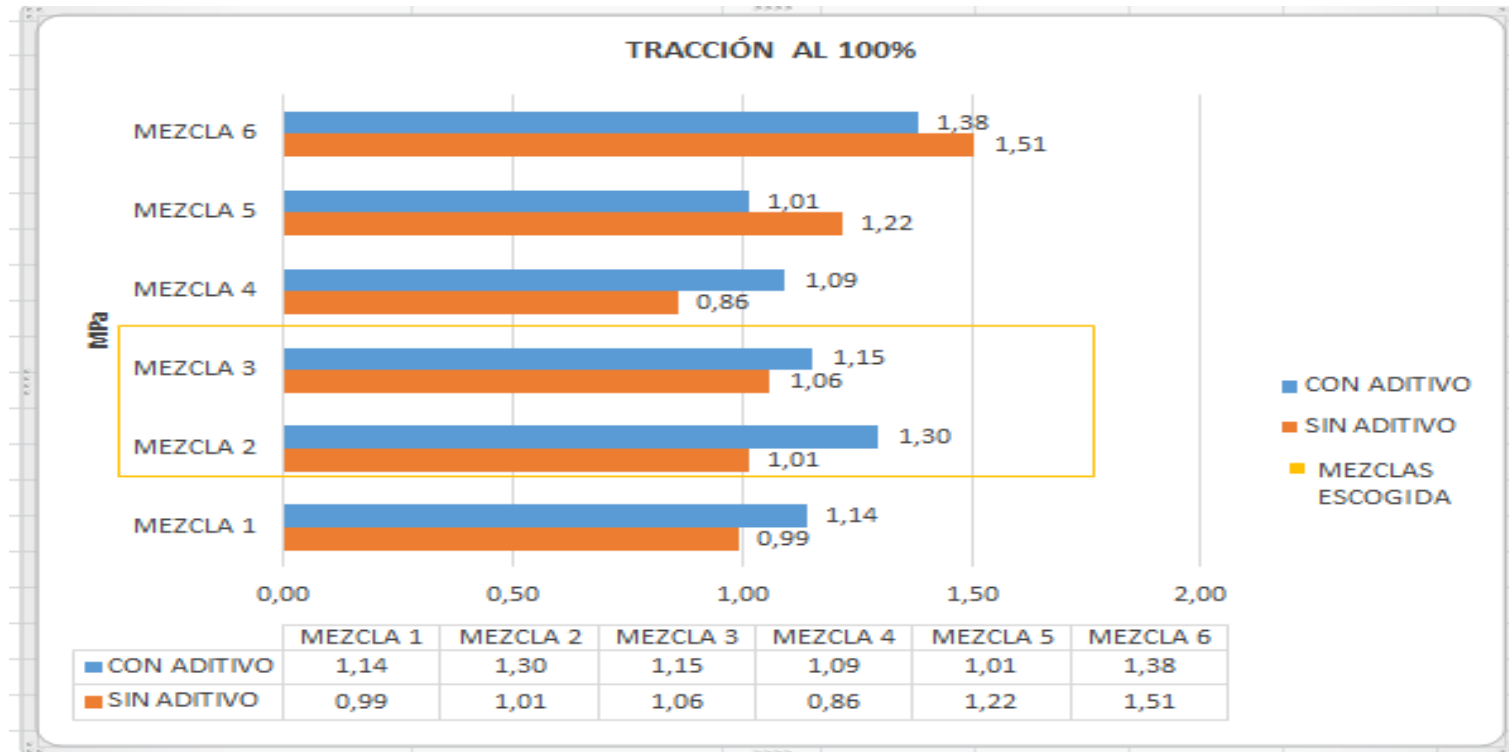


Ensayos de cilindros a tracción por compresión diametral



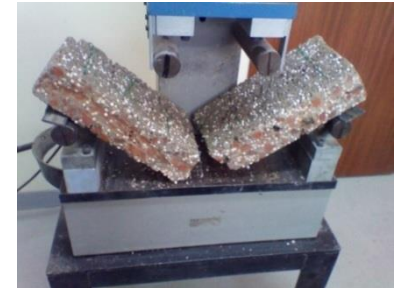


Elección de mezclas por su resistencia a la tracción por compresión diametral



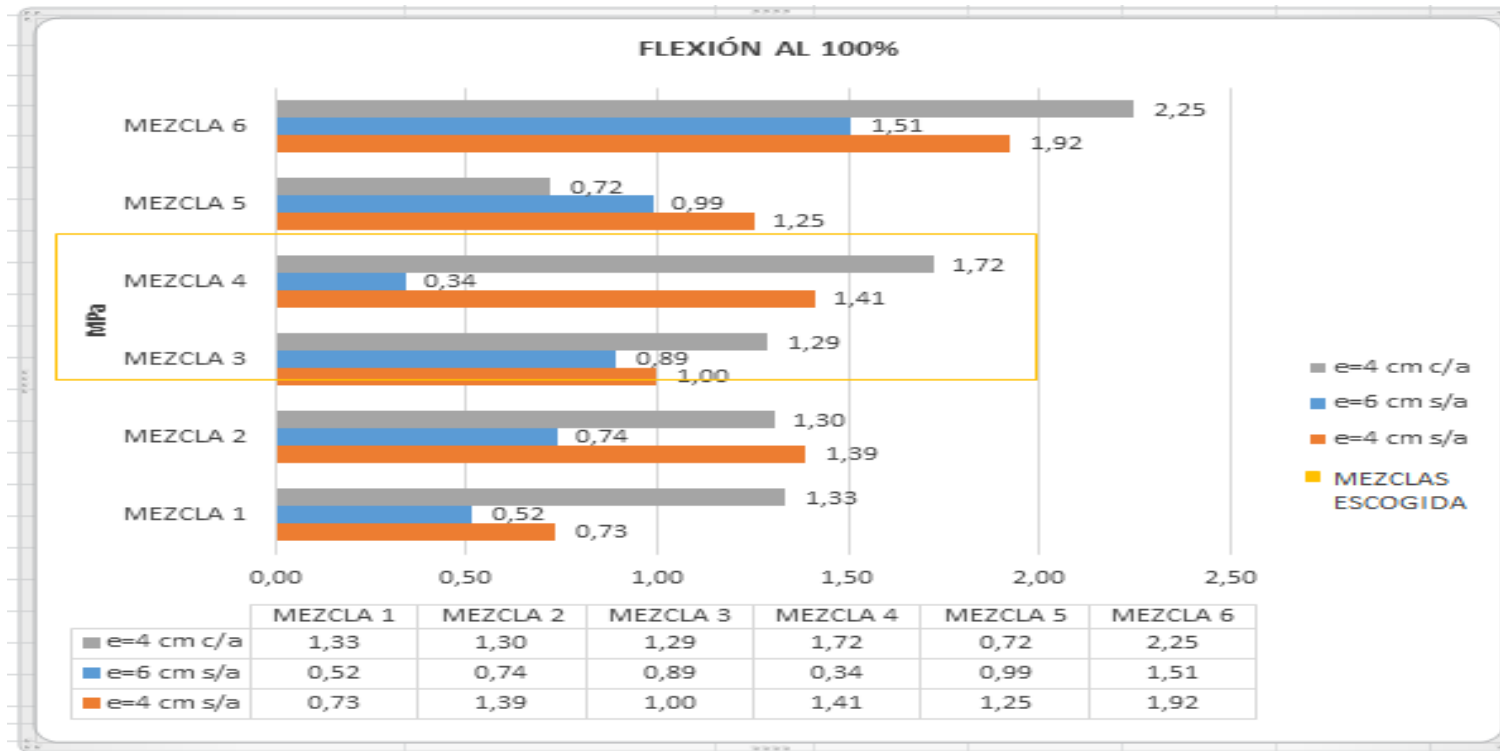


Ensayos de probetas de paneles a flexión





Elección de mezclas por su resistencia a la flexión



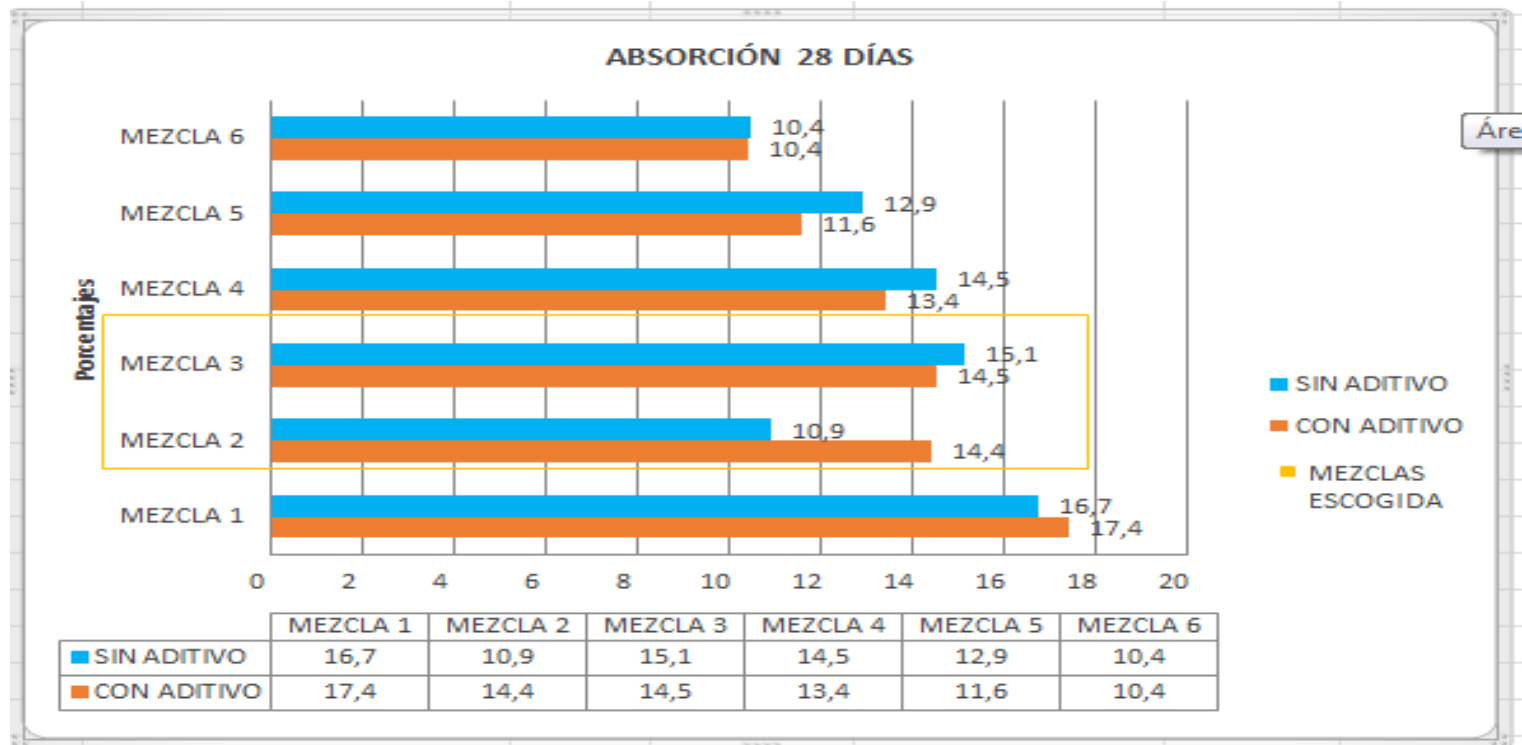


Ensayos de cilindros a la absorción





Elección de mezclas por su menor absorción





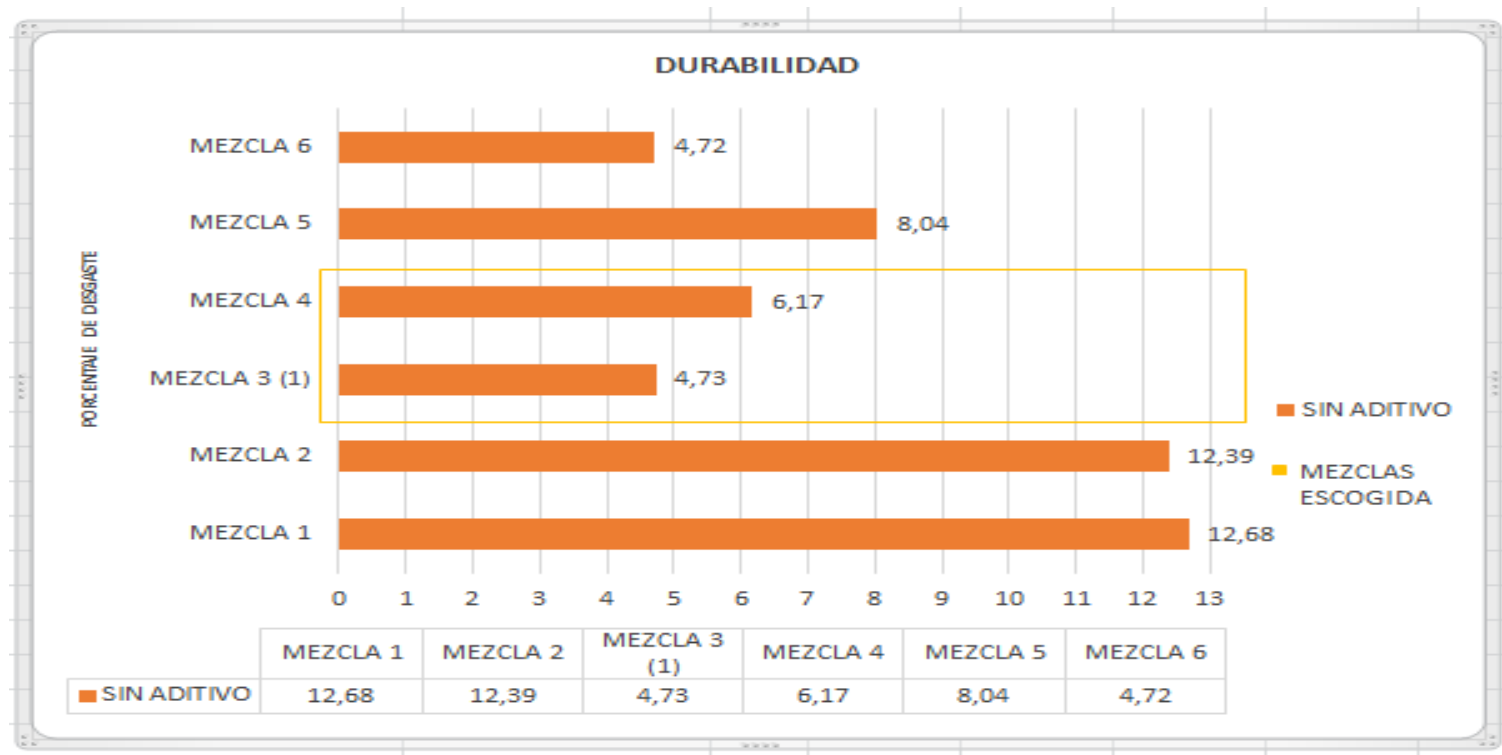
Ensayos de Durabilidad por humedecimiento - secado



Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015



Ensayos de Durabilidad (humedecimiento . secado)



Elaboración de paneles prefabricados



Determinación de la conductividad térmica



El calor puede ser transferido de un punto a otro mediante tres procesos:

Convección, conducción y radiación

En la conducción el calor se transmite a través de un medio material (panel), la velocidad a la que se transmite el calor a través del material (dQ/dt) se representa con la letra H y se denomina flujo de calor

Empíricamente se halló que el flujo de calor es proporcional al área transversal a la dirección del flujo (A), a la diferencia de temperatura a ambos lados del material

Ley de Fourier



Determinada por esta ley, la conducción térmica, establece que el flujo de calor por conducción en un medio isótropo, es correspondiente y de sentido de dicha dirección inverso al gradiente de temperatura de dicha dirección.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{kA}{x}(T_1 - T_2)$$

Dónde:

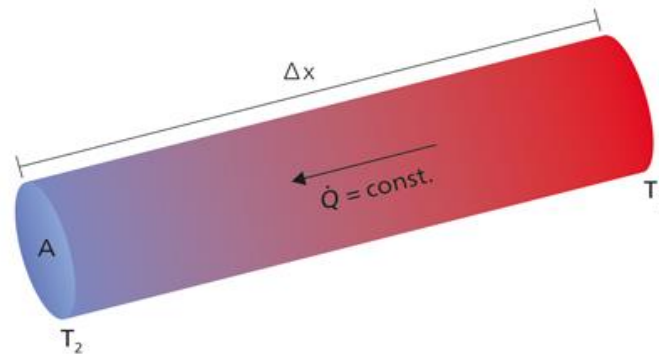
$$\frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

es el calor transferido en una unidad de tiempo

k (o λ) es la variable que indica la conductividad térmica

A representa el área de la zona de contacto
($T_1 - T_2$) significa el contraste de temperatura entre el foco caliente y el frío

X simboliza el grosor del material



El factor de conductividad térmica (k) enuncia la cuantía o flujo de calor a través de la unidad de superficie de una porción finita del material, caras plano paralelas y grosor unidad, si entre dichas caras se crea un contraste de temperaturas equivalente a la unidad, En circunstancias estacionarias.

La conductividad térmica se enuncia en unidades $W/m.k$ ($J/s.m.^{\circ}C$)

Procedimiento



Se comienza con una mezcla cuyo valor de conductividad térmica es conocido:

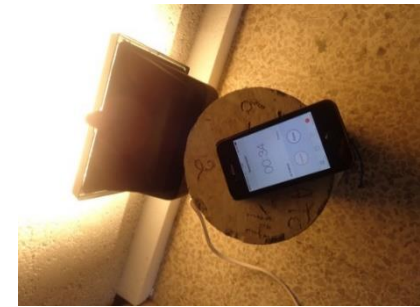
Muestra 6: Cemento Portland, arena normalizada, grava y agua

En dicha mezcla, el valor de la conductividad térmica es de $1.6 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ Para una densidad entre 2400 y 2600 kg/m^3 . Normas NTE INEN 2 506: 2009, NCh853 – 2007 o la NBE – CT – 79

Preparación de los paneles

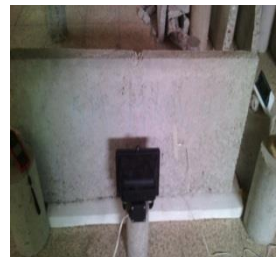


Equipo empleado





Pruebas de conductividad térmica



Obtención del flujo e calor neto mediante el panel de 6 cm de grosor de la mezcla 6, emanado por la fuente de calor del reflector de 500 W



- ✓ Se sitúa el panel verticalmente a 10 cm de distancia del reflector con una potencia de 500 w
- ✓ La diferencia de temperatura entre las superficies se determina colocando termómetros en cada superficie T1 y T2
- ✓ La primera medición se realiza durante 10 minutos y luego se prende el reflector y luego en 5 minutos se comienzan las mediciones. Se toman medidas de temperatura durante 10 minutos y luego se apaga el reflector y se continua tomando medidas hasta que las temperaturas de ambas superficies se igualen
- ✓ Posteriormente se tabulan en el cuadro 4.30
- ✓ Se aplica la Ley de Fourier considerando que el coeficiente de conductividad térmica es un dato conocido y se calcula el vector de flujo de calor por unidad de superficie mediante la fórmula: $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$
- ✓ Determinado el valor del Flujo procedemos con los paneles de las mezclas de la 1 a la 5
- ✓ Considerando el Flujo de calor calculado como dato empírico dado, calculamos el valor de k para cada mezcla panel IRAM 11559

CONDUCTIVIDAD TÉRMICA							
DIMENSIONES						FECHA DE INICIO:	
ESPESOR (m)	0,06					HORA :	
LARGO (m)	0,50					CONDUCTIVIDAD TÉRMICA: MEZCLA 6 = 1,6 W/m.°C	
ANCHO (m)	0,38					CÁLCULO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE UNA MUESTRA	
						DE HORMIGÓN DE 2400Kg/m ³	
TEMPERATURA DE SUPERFICIE T1 (°C)	TEMPERATURA DE SUPERFICIE T2 (°C)	DENSIDAD DE LA MUESTRA Kg/m³	AREA DE MUESTRA m²	DATOS DE K W/m.°C	(T2-T1) (°C)	$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = H = k * A * \Delta T) \div (\Delta x)$ W	Hpromedio W
33,1	29,8	2512,0	0,19	1,60	3,30	16,72	33,12
35,1	29,8	2512,0	0,19	1,60	5,30	26,85	
36,3	29,8	2512,0	0,19	1,60	6,50	32,93	
37,1	29,8	2512,0	0,19	1,60	7,30	36,99	
37,8	29,8	2512,0	0,19	1,60	8,00	40,53	
38,4	29,8	2512,0	0,19	1,60	8,60	43,57	
39,0	29,9	2512,0	0,19	1,60	9,10	46,11	
39,5	29,9	2512,0	0,19	1,60	9,60	48,64	
40,1	29,8	2512,0	0,19	1,60	10,30	52,19	
40,5	29,8	2512,0	0,19	1,60	10,70	54,21	
41,2	29,9	2512,0	0,19	1,60	11,30	57,25	
41,6	29,9	2512,0	0,19	1,60	11,70	59,28	
42,0	30,1	2512,0	0,19	1,60	11,90	60,29	
42,0	30,1	2512,0	0,19	1,60	11,90	60,29	
39,3	30,2	2512,0	0,19	1,60	9,10	46,11	
37,1	30,2	2512,0	0,19	1,60	6,90	34,96	
36,0	30,3	2512,0	0,19	1,60	5,70	28,88	
35,2	30,4	2512,0	0,19	1,60	4,80	24,32	
34,7	30,4	2512,0	0,19	1,60	4,30	21,79	
34,2	30,5	2512,0	0,19	1,60	3,70	18,75	
34,1	30,5	2512,0	0,19	1,60	3,60	18,24	
33,8	30,5	2512,0	0,19	1,60	3,30	16,72	
33,5	30,6	2512,0	0,19	1,60	2,90	14,69	
33,3	30,8	2512,0	0,19	1,60	2,50	12,67	
33,0	30,8	2512,0	0,19	1,60	2,20	11,15	
32,9	30,9	2512,0	0,19	1,60	2,00	10,13	



CON ADITIVO							
DIMENSIONES				FECHA DE INICIO:			
ESPESOR (m)	0,06			HORA :			
LARGO (m)	0,50			CONDUCTIVIDAD TÉRMICA: MEZCLA 6 = 1,6 W/m.°C			
ANCHO (m)	0,38			CÁLCULO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE UNA MUESTRA DE HORMIGÓN DE 2500Kg/m³			
TEMPERATURA DE SUPERFICIE T1 (°C)	TEMPERATURA DE SUPERFICIE T2 (°C)	DENSIDAD DE LA MUESTRA Kg/m³	AREA DE MUESTRA m²	DATOS DE K W/m.°C	(T2-T1) (°C)	$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = H = k * A * \Delta T \div (\Delta x)$ W	Hpromedio W
30,9	29,6	2512,0	0,19	1,60	1,30	6,59	22,75
32,1	29,6	2512,0	0,19	1,60	2,50	12,67	
32,7	29,8	2512,0	0,19	1,60	2,90	14,69	
34,6	29,8	2512,0	0,19	1,60	4,80	24,32	
35,2	29,9	2512,0	0,19	1,60	5,30	26,85	
35,7	30,0	2512,0	0,19	1,60	5,70	28,88	
36,1	30,1	2512,0	0,19	1,60	6,00	30,40	
36,5	30,2	2512,0	0,19	1,60	6,30	31,92	
36,8	30,1	2512,0	0,19	1,60	6,70	33,95	
37,2	30,2	2512,0	0,19	1,60	7,00	35,47	
37,4	30,5	2512,0	0,19	1,60	6,90	34,96	
37,7	30,5	2512,0	0,19	1,60	7,20	36,48	
38,3	31,1	2512,0	0,19	1,60	7,20	36,48	
38,7	31,2	2512,0	0,19	1,60	7,50	38,00	
36,4	31,4	2512,0	0,19	1,60	5,00	25,33	
35,1	31,5	2512,0	0,19	1,60	3,60	18,24	
34,2	31,7	2512,0	0,19	1,60	2,50	12,67	
33,9	31,8	2512,0	0,19	1,60	2,10	10,64	
33,5	31,9	2512,0	0,19	1,60	1,60	8,11	
33,3	32,1	2512,0	0,19	1,60	1,20	6,08	
33,1	32,1	2512,0	0,19	1,60	1,00	5,07	



DIMENSIONES						FECHA DE INICIO:	
ESPESOR (m)	0,04					HORA :	
LARGO (m)	0,50					CONDUCTIVIDAD TÉRMICA: MEZCLA 6 = 1,6 W/m.°C	
ANCHO (m)	0,38					CÁLCULO DEL FLUJO DE CALOR A TRAVÉS DE UNA MUESTRA DE HORMIGÓN DE 2400Kg/m ³	
TEMPERATURA DE SUPERFICIE T1 (°C)	TEMPERATURA DE SUPERFICIE T2 (°C)	DENSIDAD DE LA MUESTRA Kg/m ³	AREA DE MUESTRA m ²	DATOS DE K W/m.°C	(T2-T1) (°C)	$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = H = k * A * \Delta T \div (\Delta x)$ W	Hpromedio W
36,2	34,4	2400,0	0,19	1,80	1,80	15,39	47,37
37,5	34,4	2400,0	0,19	1,80	3,10	26,51	
39,5	34,4	2400,0	0,19	1,80	5,10	43,61	
40,9	34,5	2400,0	0,19	1,80	6,40	54,72	
41,9	34,7	2400,0	0,19	1,80	7,20	61,56	
44,0	34,5	2400,0	0,19	1,80	9,50	81,23	
43,5	34,8	2400,0	0,19	1,80	8,70	74,39	
44,1	34,8	2400,0	0,19	1,80	9,30	79,52	
44,7	35,1	2400,0	0,19	1,80	9,60	82,08	
45,2	35,2	2400,0	0,19	1,80	10,00	85,50	
45,6	35,2	2400,0	0,19	1,80	10,40	88,92	
46,2	35,6	2400,0	0,19	1,80	10,60	90,63	
46,5	35,8	2400,0	0,19	1,80	10,70	91,49	
44,0	36,5	2400,0	0,19	1,80	7,50	64,13	
42,1	36,8	2400,0	0,19	1,80	5,30	45,32	
40,8	36,9	2400,0	0,19	1,80	3,90	33,35	
40,1	37,3	2400,0	0,19	1,80	2,80	23,94	
39,4	37,3	2400,0	0,19	1,80	2,10	17,96	
39,1	37,5	2400,0	0,19	1,80	1,60	13,68	

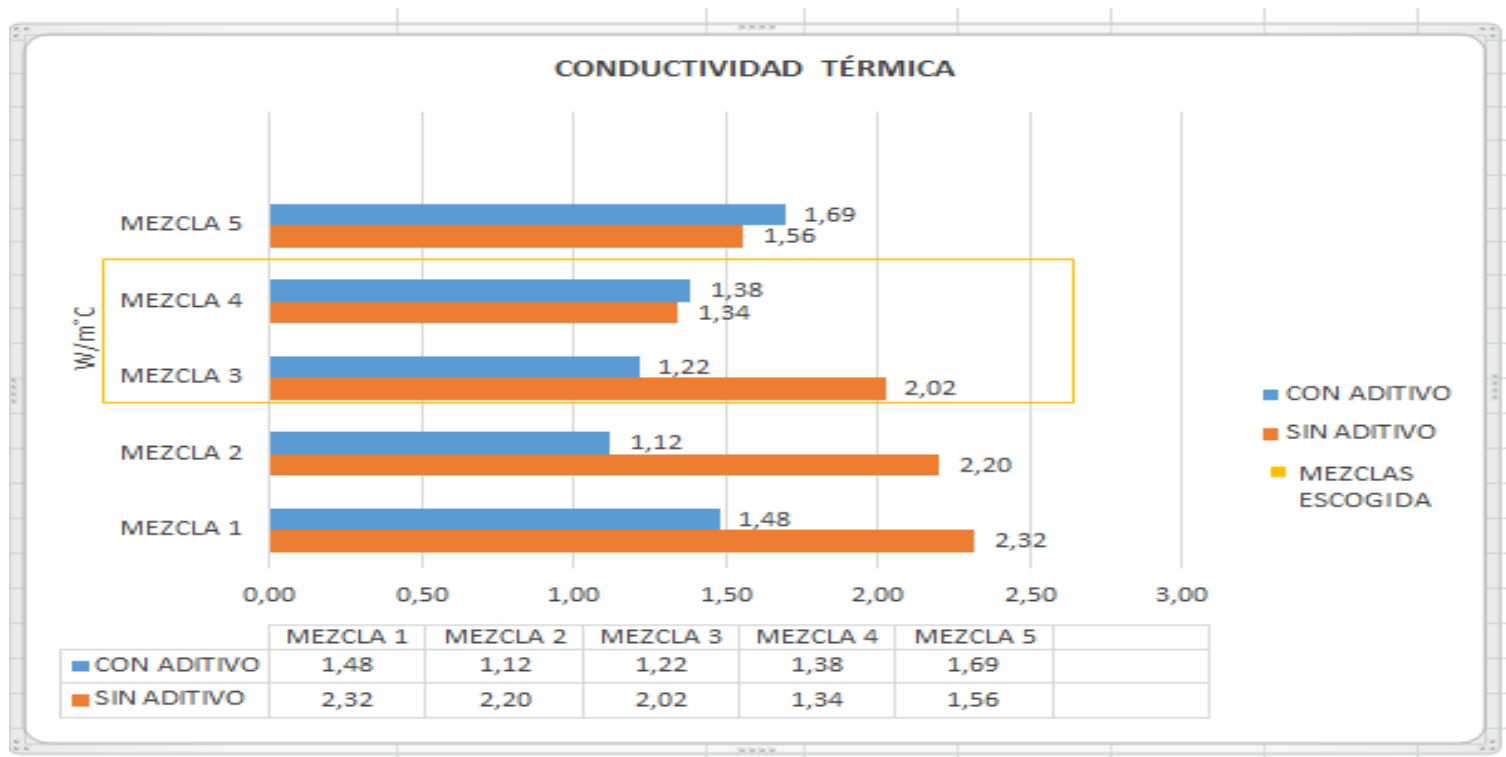
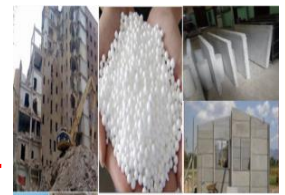


MUESTRA 1 SIN ADITIVO							
DIMENSIONES				FECHA DE INICIO: 24/12/2014			
ESPESOR (m)	0,04			HORA : 10h08			
LARGO (m)	0,50			CONDUCTIVIDAD TÉRMICA:			
ANCHO (m)	0,38			MEZCLA 1 - SIN ADITIVO			
TEMPERATURA DE SUPERFICIE CALIENTE T1 (°C)	TEMPERATURA DE SUPERFICIE FRIA T2 (°C)	AREA DE MUESTRA m²	Q FLUJO DE CALOR CONDUCCION AREA (W)	ΔT (T1-T2) (°C)	DENSIDAD DE LA MUESTRA Kg/m³	K CALCULADO W/m°C $k = (Q \Delta x) \div (A * \Delta T)$	k VALOR PROMEDIO W/m°C
34	32,5	0,19	47,37	1,5	1939	6,649	2,3179
35,7	32,6			3,1		3,217	
37,2	32,6			4,6		2,168	
37,5	32,6			4,9		2,035	
38,9	32,6			6,3		1,583	
39,4	32,6			6,8		1,467	
40,1	32,6			7,5		1,330	
40,6	32			8,6		1,160	
41,2	32,8			8,4		1,187	
41,5	32,8			8,7		1,146	
42,1	32,9			9,2		1,084	
42,5	33,1			9,4		1,061	
42,7	33,2			9,5		1,050	
42,9	33,4			9,5		1,050	
43,4	33,5			9,9		1,007	
42,5	33,8			8,7		1,146	
40,5	33,9			6,6		1,511	
39,3	34,2			5,1		1,956	
38,4	34,4			4		2,493	
37,6	34,5			3,1		3,217	
37,3	34,9			2,4		4,156	
36,9	34,9			2		4,987	
36,5	35			1,5		6,649	

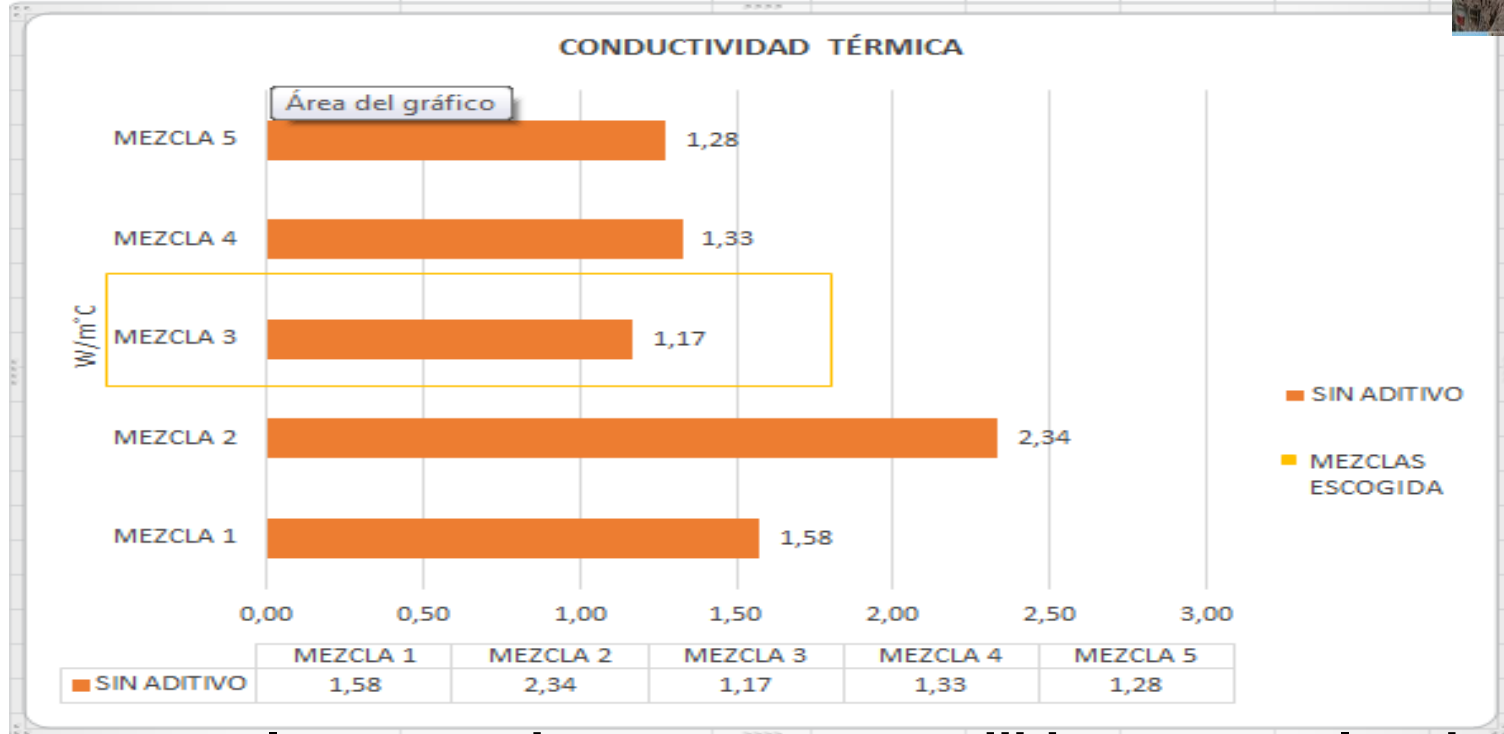
MUESTRA 1 CON ADITIVO							
DIMENSIONES				FECHA DE INICIO: 24/12/2014			
ESPESOR (m)	0,04			HORA : 10h08			
LARGO (m)	0,50			CONDUCTIVIDAD TÉRMICA:			
ANCHO (m)	0,38			MEZCLA 1 - CON ADITIVO			
TEMPERATURA DE SUPERFICIE CALIENTE T1 (°C)	TEMPERATURA DE SUPERFICIE FRIA T2 (°C)	AREA DE MUESTRA m²	Q FLUJO DE CALOR CONDUCCION AREA (W)	ΔT (T1-T2) (°C)	DENSIDAD DE LA MUESTRA Kg/m³	K CALCULADO W/m°C $k = (Q \Delta x) \div (A * \Delta T)$	k VALOR PROMEDIO W/m°C
36,5	34,3	0,19	39,89	2,2	1939	3,817	1,478
38,6	34,5			4,1		2,048	
39,9	34,5			5,4		1,555	
40,7	34,5			6,2		1,354	
41,5	34,3			7,2		1,166	
42,2	34,5			7,7		1,091	
42,9	34,5			8,4		1,000	
43,4	34,8			8,6		0,976	
44,2	34,8			9,4		0,893	
44,4	35			9,4		0,893	
44,9	35,2			9,7		0,866	
45,4	35,2			10,2		0,823	
45,5	35,4			10,1		0,831	
46,3	35,8			10,5		0,800	
46,3	35,8			10,5		0,800	
44,2	36			8,2		1,024	
42,2	36,2			6,0		1,400	
40,8	36,5			4,3		1,953	
40,5	36,8			3,7		2,269	
39,2	37,1			2,1		3,999	



Elección de mezclas de paneles de 4 cm de espesor sin y con aditivo por su menor conductividad térmica



Elección de mezclas de paneles de 6 cm de espesor, sin aditivo, por su menor conductividad térmica



- ✓ Las mezclas segunda y tercera con aditivo en paneles de 4 cm de espesor y la tercera de 6 cm de espesor sin aditivo son las que tienen las menores conductividades térmicas
- ✓ El panel de 6 cm de espesor podría servir para las paredes perimetrales y el panel de 4 cm de espesor para las paredes interiores.



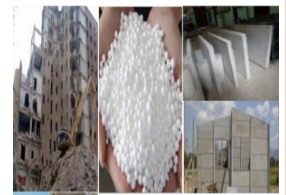
Resumen de hormigones de áridos reciclados (1:3:3) al 100 % de escombros

Cuadro 4.48: HORMIGONES CON ÁRIDOS GRUESOS RECICLADOS Y POLIESTIRENO EXPANDIDO (1:3:3) al 100 % de Escombros

	MEZCLA 1		MEZCLA 2		MEZCLA 3		MEZCLA 4		MEZCLA 5	
	SA	CA	SA	CA	SA	CA	SA	CA	SA	CA
Resistencia a la compresión	5,05 MPa	6,04 MPa	5,59 MPa	8,38 MPa	5,08 MPa	10,10 MPa	4,09 MPa	8,41 MPa	6,52 MPa	6,11 MPa
Densidad	1.939 kg/m ³	1.959 kg/m ³	1.955 kg/m ³	2.009 kg/m ³	2.044 kg/m ³	2107 kg/m ³	1.920 kg/m ³	1.988 kg/m ³	2.152 kg/m ³	2.133 kg/m ³
Absorción	16,70%	17,40%	10,90%	14,40%	15,50%	14,50%	14,50%	13,40%	12,90%	11,60%
Resistencia a la tracción por compresión diametr.	0,99 MPa	1,14 MPa	1,01 MPa	1,3 MPa	1,06 MPa	1,15 MPa	0,86 MPa	1,09 MPa	1,22 MPa	1,01 MPa
Durabilidad Humedecimiento-Secado	12,08%		12,39%		4,73%		6,17%		8,04%	
Conductividad térmica	e(4cm)=2,32 W/m·C	e(4cm)=1,48 W/m·C	e(4cm)=2,20 W/m·C	e(4cm)=1,12 W/m·C	e(4cm)=2,02 W/m·C	e(4cm)=1,22 W/m·C	e(4cm)=1,34 W/m·C	e(4cm)=1,38 W/m·C	e(4cm)=1,56 W/m·C	e(4cm)=1,68 W/m·C
	e(6cm)=1,58 W/m·C		e(6cm)=2,34 W/m·C		e(6cm)=1,17 W/m·C		e(6cm)=1,33 W/m·C		e(6cm)=1,28 W/m·C	
Resistencia a la flexión	e(4cm)=0,73 MPa	e(4cm)=1,33 MPa	e(4cm)=1,39 MPa	e(4cm)=1,30 MPa	e(4cm)=1,0 MPa	e(4cm)=1,29 MPa	e(4cm)=1,41 MPa	e(4cm)=1,72 MPa	e(4cm)=1,25 MPa	e(4cm)=0,72 MPa
	e(6cm)=0,52 MPa		e(6cm)=0,74 MPa		e(6cm)=0,89 MPa		e(6cm)=0,34 MPa		e(6cm)=0,99 MPa	

CAPÍTULO 5

Conclusiones y recomendaciones



Costos de m3 de hormigón mezcla 2 con aditivo, densidad 2009 kg/m3

Materiales	Panel: 1mx0,5mx0,04m (0,02 m3)	kg/m3	Cantidad		Costo unitario	Costo Total
Cemento	5,77 kg	288,5	5,76	sacos	7,25	\$ 41,47
Arena normalizada	24,27 kg	1.213,50	1,213	m3	15,63	\$ 18,95
Esc. de bloques de concreto	4,49 kg	224,5	0,224	m3		
Esc. De elementos estruct. Ho.	5,74 kg	287	0,287	m3		
Poliestireno expandido	0,048 kg	2,4	2,4	kg	16,13	\$ 38,71
Polyheed R1 - 719	0,057 kg	2,85	2,85	kg	5	\$ 14,25
Agua	5,72 lts	286 lts	0,286	m3	0,7	\$ 0,20
						\$ 113,58/m3

Costos por m3 de hormigón mezcla 3 con aditivo, densidad 2107 kg/m3

Materiales	Panel: 1mx0,5mx0,04m (0,02 m3)	kg/m3	Cantidad		Costo unitario	Costo Total
Cemento	5,77 kg	288,5	5,76	sacos	7,25	\$ 41,47
Arena normalizada	24,27 kg	1.213,50	1,213	m3	15,63	\$ 18,95
Esc. de Ladrillos	2,48 kg	124,00	0,124	m3		
Esc. de bloques de concreto	4,49 kg	149,5	0,149	m3		
Esc. De elementos estruct. Ho.	5,74 kg	191,5	0,191	m3		
Poliestireno expandido	0,048 kg	2,4	2,4	kg	16,13	\$ 38,71
Polyheed R1 - 719	0,057 kg	2,85	2,85	kg	5,0	\$ 14,25
Agua	5,72 lts	286	0,286	m3	0,7	\$ 0,20
						\$ 113,58/m3

Costos por m3 de hormigón al 100 %, con aditivo

Mezcla 2	2009 kg/m3	\$ 147,65
Mezcla 3	2107 kg/m3	\$ 147,65

Al costo de material se le incrementó un 30 %, por concepto de mano de obra y equipos.

Un panel de 1mx0.5mx0.04m de DITELME cuesta \$ 6.50

El nuevo panel de 1mx0.5mx0.04m(v=0.02m3) cuesta \$ 2.94

Mirian Lomas Franco
Agosto, 2015



✓ Comportamiento frente al fuego

- 1.- Estabilidad o capacidad portante
- 2.- Ausencia de emisiones de gases inflamables por la cara no expuesta
- 3.- Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes
- 4.- Resistencia térmica suficiente para impedir que se produzca en la cara no expuesta temperaturas superiores.

Los tiempos en que se dan estas condiciones definen el comportamiento del elemento frente al fuego. (los agregados de mejor resistencia son los livianos).

✓ Comportamiento Sismo Resistente

Viviendas prefabricadas en Chile utilizando paredes de hormigón liviano con poliestireno expandido han respondido bien frente a terremotos.

Ensayos de corte diagonal, ensayo al cortante entre muro y losa, ensayo de compresión excéntrica, ensayo de vibración sísmica, ensayo de resistencia al impacto, son necesarios realizar.



Análisis del ciclo de vida del panel

Las siguientes etapas:

- 1.- La transformación del medio cuando se lo extrae**
- 2.- En las emisiones que generan y el consumo de energía cuando se lo produce**
- 3.- Cuando se lo traslada de lugares muy distantes hay un mayor consumo de energía**
- 4.- Los peligros sobre la salud humana al colocárseles en obra y los desperdicios que generan**
- 5.- Las emisiones contaminantes y los cambios del entorno al eliminárselo**

Todo esto causa un impacto que se cuantifican en magnitudes por ejemplo las emisiones de gases de invernadero que se traducen en cantidades equivalentes de CO₂.



GRACIAS...