

CAPÍTULO I:

FORMULACION DEL PROBLEMA CIENTIFICO

1 Introducción

En la actualidad para la construcción en general y en la elaboración de mampostería se utilizan ladrillos cerámicos y bloques de hormigón convencional que son los materiales más comunes empleados en nuestra sociedad, son elaborados a base de arcilla y áridos que se extraen de las canteras ríos y quebradas, por este motivo se ve necesario buscar otras materias sustitutivas para la producción de elementos ya sean ladrillos o bloques pero con diferentes componentes y así dejar de emplear materias no renovables que sin darnos cuenta están dañando a nuestro medio ambiente por su extracción.

Es por eso que en este estudio se ve necesario sustituir las materias primas tradicionales que son la grava, arena y arcilla empleados para la elaboración de ladrillos y bloques, por componentes que tenemos como desechos abundantes por las calles de nuestra ciudad que son los plásticos (poliestireno expandido y polietileno de baja densidad), para que con estos materiales podamos elaborar hormigón con características livianas y componentes diferentes a las del hormigón convencional para así emplearlo en la elaboración de prefabricados Bloques y Placas de hormigón con particularidades plásticas.

Estos elementos podrán ser empleados en la construcción de muros aislantes térmicos y acústicos en viviendas sacados del provecho de los desechos plásticos para así dejar de lado los agregados tradicionales no renovables usados en nuestro medio (arcilla, grava y arena), que el daño que se provoca por su extracción para la elaboración de ladrillos y bloques es nocivo para el medio ambiente, con esto tratar de innovar y

mejorar en la construcción tradicional con estos materiales aislantes de baja economía a diferencia de los materiales aislantes que existen en el mercado.

Las ventajas de este hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno, es de poseer bajo peso esto a su vez reduce la carga que generan en las obras de construcción, ya que todo peso gravita sobre la cimentación y enfatizar sus atributos de aislación térmica y acústica que poseen estos hormigones por ser plásticos.

Es por eso que vemos necesario en este estudio combatir contra esos días intensos de calor que nos agotan, los ruidos provocados de altas frecuencias por motores, bocinas de moviidades que nos alteran la tranquilidad e impiden un descanso ameno son los principales autores de malestares como estrés, agotamiento físico y mental e incomodidades en nuestros propios aposentos, generando con esto de que el cuerpo humano no pueda desarrollar sus actividades diarias satisfactoriamente, sabiendo que lo principal para el cuerpo humano es el descanso es por eso que se ve muy necesario implementar aislación térmica y acústica en nuestras viviendas.

Por eso se pretende generar elementos prefabricados elaborados en un 70% a base de residuos plásticos como poliestireno expandido y polietileno de baja densidad para generar materiales con capacidades aislantes térmicas y acústicas ya que se comprobó que estos materiales cuentan con coeficientes bajos en conducción de calor y sonido haciendo de estos excelentes materiales como aislantes termo acústico.

En este sentido, innovar la tecnología en la construcción, consiste en generar nuevas alternativas como ser los elementos prefabricados que cuenten con capacidades aislantes (bloques y placas) de hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno, porque por un lado ya no se usa hornos para su cocción, más al contrario tienen un secado al aire libre generando un apoyo a nuestro medio ambiente, en cuanto a la disminución de la contaminación por CO₂, también

referirse al uso de los desechos plásticos que incorporaremos en este estudio para la elaboración de estos elementos así disminuirémos la acumulación de residuos plásticos de nuestra ciudad, que no son biodegradables y que contaminan nuestro entorno.

Uno de los grandes fines que como profesionales en arquitectura y la construcción tenemos es de alcanzar, es un equilibrio entre las necesidades de las viviendas que son de generar ambientes confortables en cuanto a diseño y temperaturas agradables nos referimos estando dentro de ellas, también de lograr bajos precios en estas nuevas alternativas para la población globalmente creciente y la protección del medio ambiente natural.

Con esta estrategia, se espera ayudar a construir viviendas que cuenten con aislamiento térmico y acústico adecuado, con el propósito de que nos ayuden al ahorro energético, ya que con los artefactos eléctricos para acondicionar el interior de las viviendas generamos un despilfarro de energía eléctrica, todos tenemos derecho a vivir confortablemente refiriéndonos a las temperaturas extremas que estamos experimentado hoy en día, de este modo pretenderá que se facilite el ahorro energético por un lado y por otro en cuanto a tiempo y costo en la construcción de estos muros y revestimientos aislantes se refiere, al generar elementos que sean livianos y fáciles de ensamblar, optimizaremos tiempos que significan costos en la construcción.

1.1 Justificación

En Tarija el uso del ladrillo cerámico como elemento forzoso para la construcción, ha generado que se convierta en un material indispensable y arraigado en la sociedad creando un pensamiento obsesionado en el uso de estos elementos constructivos, además que no se toma en cuenta un factor muy importante hoy en día en la construcción que es el de la aislación térmica y acústica, un tema de gran importancia que debería ser normalizado en nuestro medio debido a que estamos viviendo climas extremos y contaminaciones acústicas que no nos ayudan a estar en tranquilidad y a desenvolvemos cómodamente en nuestras propias viviendas.

Es por eso que al elaborar productos innovadores y alternativos para la construcción (bloques y placas de revestimiento para muros a través de hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno) que pretenden cambiar esa forma cerrada del pensamiento constructivo y además que cuente con diversas características que lo resalten a comparación del ladrillo tradicional que se refiere al precio y propiedades superando las expectativas ante los cerámicos para poder ser empleados.

La demanda de extracción de arcilla para la elaboración de este producto (ladrillos cerámicos) ha hecho que se generen en cierto momento elevados precios en su adquisición.

A su vez describiendo un poco son productos sumamente frágiles, pesados y no poseen propiedades buenas de aislamiento ya sea acústico o térmico, enfatizando que es muy necesario e importante hoy en día contar en las construcciones con materiales que nos ayuden a ahorrar en los gastos enormes de energía que generan la calefacción y el acondicionamiento de temperaturas confort, esto para evitar gastos excesivos.

Al tener estas nuevas alternativas tecnológicas en los materiales de construcción, utilizando por otra parte materia prima que viene desde los basureros y que además posean características aislantes y gracias a esto se genere hormigones livianos y que tengan como objetivo, mejorar sus propiedades de los mismos elementos constructivos en liviandad aislación y trabajabilidad para alcanzar tiempos menores en su aplicación y colocación de los mismos.

Por tal motivo los materiales de desecho debidamente procesados demuestran su eficacia en la construcción, ya que cumplen fácilmente con las especificaciones de diseño y además ayudan a reducir la contaminación del medio ambiente.

1.1 Planteamiento y fundamentación del problema

La gran demanda de construcción en el mundo actual, ha llevado a buscar nuevas tecnologías en materiales, que tengan como objetivo, mejorar las propiedades de los de los mismos en cuanto aislación, su trabajabilidad, tiempo y principalmente costos.

Alrededor del mundo, la mayoría de las materias primas para la construcción, han tenido un fuerte aumento en su valor económico, lo cual ha llevado a la optimización de uso de materiales.

- **Problemática Tecnológica**

- En Tarija existe escases de la implementación de materiales aislantes térmicos y acústicos en las viviendas que se construyen en nuestro medio, dado que en la actualidad existe una crisis energética a nivel mundial que ha hecho imperativo buscar nuevas tecnologías que no solo tengan como objetivo mejorar la construcción en sí, sino que debería ser un requisito a cumplir, y así poder lograr un mayor ahorro energético, además el entorno ruidoso de la vida

actual hace necesario un estudio para su reducción dentro de las construcciones.

Al no contar con materiales que ayuden a aislar la vivienda perfectamente está, estará expuesta a temperaturas bruscas, lo que con lleva a la utilización de aparatos eléctricos para acondicionar las viviendas ocasionando derroches energéticos considerables

- **Problemática Ambiental**

- A consecuencia de la extracción excesiva de áridos para la elaboración de hormigones convencionales se genera daños a los ecosistemas existentes en la zona de extracción, que con el paso del tiempo se ocasiona rebalses de ríos y desertificaciones.
- Además la extracción indiscriminada de arcilla para la elaboración de ladrillo cerámico ocasiona daños en las capas superficiales vegetales matando a sus ecosistemas, y dañando al medio ambiente en el momento de su cocción al generarse CO₂.
- En nuestro medio no se realiza ningún tipo de incentivo y tratamiento para la reutilización de desechos plásticos para que formen parte como agregados en los materiales de la industria de la construcción, ayudando así a la disminución de la contaminación plástica del medio ambiente.

- **Problemática económica:**

- Uno de los problemas que existe al elaborar hormigón convencional radica en el costo de sus agregados para su elaboración, además de que estos hormigones no cuentan con propiedades aislantes a diferencia de un hormigón liviano elaborado a base de residuos plásticos.
- Otro problema que existe al utilizar hormigón convencional radica en su trabajabilidad por su mayor tiempo de manejo por ser sumamente pesado, generando incremento en tiempo y significativo aumento en sus costos, lo cual no es viable.
- En nuestro medio existen materiales aislantes con un costo muy elevado para su uso en las construcciones lo cual hace que sea imposible emplearlo en las construcciones de viviendas de la actualidad.

- **Problemática Estética**

El desafío de generar nuevas alternativas en materiales que cuenten con acabados, texturas y colores atractivos confortables visualmente en las construcciones y además de poseer otras propiedades muy importantes como actitudes aislantes, liviandad para su fácil trabajabilidad, bajos costos, y que solo se cuente con la única alternativa que es el ladrillo visto cerámico que abarca el mercado tarijeño en su totalidad es un problema que debe ser analizado para darle solución con alternativas nuevas innovadoras que pueden provenir de la basura plástica.

Los materiales de desecho debidamente procesados han demostrado su eficacia, ya que cumplen fácilmente con las especificaciones de diseño y además ayudan a reducir la contaminación del medio ambiente.

- **Problema Científico**

Actualmente no existe ningún tipo de estudio que permita incorporar un material innovador echo de desechos plásticos en hormigones ligeros que ayuden a mejorar las temperaturas interiores de las viviendas y que a su vez también ayuden con el control del ahorro energético ya que para acondicionar las construcciones con temperaturas confort ya sea para generar calor o frio, es necesario el uso de las energías no renovables como gas y electricidad, con lo cual estaremos afectando con su uso desmesurado el fututo de las próximas generaciones. Siendo este objeto importante de estudio para mejorar dicho problema.

¿Es posible sustituir parcialmente los áridos por poliestireno expandido y residuos de polietileno en mezclas de hormigones ligeros para la elaboración de elementos prefabricados como bloques y placas y que estos cuenten con propiedades de aislación térmico-acústica que puedan ser aplicados en las construcciones convencionales?

1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

– 1.2.1 Objetivo general

Analizar técnica y económicamente la elaboración del hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno en elementos prefabricados con propiedades de aislación termo acústica.

– 1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer una dosificación patrón para la elaboración de elementos prefabricados de hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno.
- Determinar la resistencia a la compresión de probetas prefabricadas de hormigón liviano con agregados poliestireno expandido y residuos de polietileno según las diferentes dosificaciones.
- Determinar las densidades en estado de endurecimiento de los elementos prefabricados con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno.
- Determinar el índice de transmitancia de calor en los prefabricados (bloques y placas) de hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno en función a su espesor.
- Determinar el coeficiente de absorción acústica que poseen los prefabricados (bloques y placas) de hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno.

1.3 Formulación de Hipótesis

Analizando técnica y económicamente la elaboración del hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polietileno en elementos prefabricados, se lograra un material innovador con propiedades térmicas y acústicas que generara nuevas alternativas tecnológicas y estéticas a las construcciones convencionales además de minimizar el gasto energético en las mismas.

1.4 Definición de Operacionalización de Variables

Es un proceso que se inicia con la definición de las variables en función de factores estrictamente medibles a los que se llama indicadores.

Las variables son propiedades que pueden variar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse.

Variable independiente:

Es la variable que antecede a una variable dependiente, la que se presenta como causa y condición de la variable dependiente, es decir son las condiciones manipuladas por el investigador a fin de producir ciertos efectos. Dentro de estas tenemos las siguientes:

Cementos con diferentes características

Estabilizantes (arena, grava, aditivos)

Moldes (metálicos y de madera)

Variable dependiente:

Es la variable que se presenta como consecuencia de una variable antecedente. Es decir, que es el efecto producido por la variable que se considera independiente, la cual es manejada por el investigador. Dentro de estas tenemos las siguientes:

Características físicas (absorción humedad, abrasión)

Características mecánicas (estabilidad, durabilidad, resistencias)

Características frente a fenómenos meteorológicos (lluvia, viento, temperaturas extremas, etc.)

CAPITULO II

DISEÑO TEORICO DE LA INVESTIGACION

2. Marco Teórico General

2.1 Historia del hormigón tradicional

Desde la invención del hormigón moderno, a mediados del siglo XIX, hasta el inicio de la década de los 80, el hormigón ha sido una mezcla de agua, áridos y cemento, sin grandes innovaciones que alteren su comportamiento y desempeño de manera significativa.

Sin embargo, desde la época de los 80 en adelante la técnica del hormigón, ha sufrido grandes desafíos de desarrollo tecnológico, debido a la evolución de la tecnología y equipos tecnológicos para los estudios de los hormigones, acompañados del uso de nuevos elementos como materia prima.

Estos nuevos materiales, conocidos como aditivos reductores de agua, permitieron mejoras significativas en las propiedades de resistencia mecánica y durabilidad, como también reducción de masa específica, lo que implica una reducción considerable de cargas por peso propio, contribuyendo de forma directa a la reducción de costos.

Con la intención de contribuir al avance tecnológico de estos materiales, el presente trabajo demostrara, un estudio experimental sobre la utilización de poliestireno expandido modificado en hormigones livianos, ayudando a la reutilización del poliestireno expandido que se deja como desecho, aportando en la optimización de materiales, reducción de costos, descontaminación y una nueva gama de resistencias no conocidas previamente, en hormigones livianos con poliestireno expandido y residuos de polipropileno. (Kan, 2009)



Figura 1.

2.2 Propiedades del Hormigón Tradicional

– 2.2.1 Trabajabilidad o docilidad

Es aquella propiedad del hormigón que determina su capacidad para ser manipulado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación. (Lopez, 1999).

La trabajabilidad depende principalmente de los siguientes factores:

- a) De la cantidad de agua de amasado. Cuando mayor sea esta, mayor será la docilidad.
- b) De la granulometría de los áridos.
- c) La docilidad es mayor con áridos redondeados que con áridos provenientes de machaqueo.
- d) La docilidad aumenta con el contenido de cemento y con la finura de este.
- e) El empleo de un plastificante aumenta la docilidad del hormigón.

- 2.2.1.1 Consistencia

Es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de la misma, entendiéndose con ello que cuando más humedad en la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante la colocación. (Lopez, 1999).



Figura 2.

Además, se afirma por otros autores, que la consistencia “no es sinónimo de trabajabilidad, así por ejemplo, una mezcla muy trabajable para pavimentos puede ser muy consistente, en tanto que una mezcla poco trabajable en estructuras de alta concentración de acero puede ser de consistencia plástica” (Lopez, 1999).

- 2.2.1.2 Homogeneidad

Es la propiedad mediante la cual “los diferentes constituyentes del hormigón aparecen distribuidos en toda la masa, de manera tal que dos muestras tomadas de distintos lugares de la misma, resulten iguales. La homogeneidad se logra con un buen amasado de los constituyentes de la mezcla. (Valenzuela, 2001).

– 2.2.2 Propiedades del hormigón endurecido

2.2.2.1 Densidad

Esta propiedad se define como el peso por unidad de volumen. Depende de muchos factores, principalmente de la naturaleza de los áridos, de su granulometría y el método de compactación empleado. (Tapia, 2004)

En los hormigones endurecidos encontramos diferentes densidades que los sitúan en diferentes categorías: hormigones tradicionales, hormigones pesados, hormigones livianos, además existen hormigones de baja densidad que es el hormigón estructural ligero.

– 2.2.2.2 Compacidad

Esta propiedad está íntimamente unida a la densidad, pues, depende de los mismos factores que esta, sobre todo del método de consolidación empleado. Estos métodos de consolidación tienen por objeto introducir en un volumen determinado, la cantidad posible de áridos, al mismo tiempo, que los huecos dejados por estos se rellenen con la pasta de cemento eliminando por completo las burbujas de aire.

Según Tapia y otros autores con esta propiedad, el hormigón se protege de agentes agresivos, ya que al contener una cantidad mínima de huecos o porosidades, las vías de penetración de los agentes exteriores son también mínimos.

– 2.2.2.3 Permeabilidad

La permeabilidad es una propiedad que permite la entrada de agua o líquidos al hormigón. El hormigón es una materia permeable, es decir que al estar sometido a

presión de agua exteriormente, se produce escurrimiento a través de una masa. (Valenzuela, 2001)

Existen 2 formas en que el agua puede penetrar al hormigón:

- a) Las discontinuidades (poros y fisuras) de la pasta de cemento.
- b) La porosidad existente en el contacto entre la pasta de cemento y los áridos constituyentes del hormigón.

La primera forma que permite el paso de agua es producida principalmente por la porosidad derivada del agua introducida en el hormigón para otorgarle la Trabajabilidad necesaria y por las micro fisuras producidas por las variaciones de volúmenes internos que se generan.

La segunda forma proviene de un insuficiente relleno de los huecos del esqueleto constituido por los áridos por parte de la pasta de cemento aplicado en los hormigones.

- 2.2.2.4 Resistencia

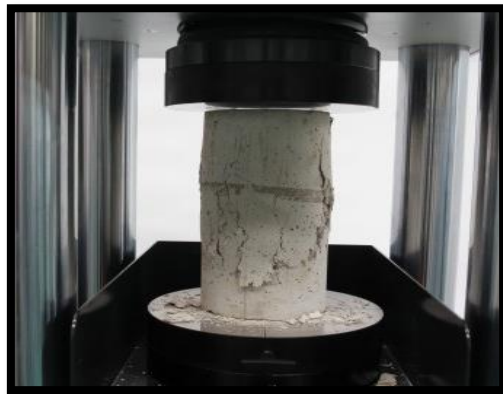


Figura 3.

La resistencia del hormigón es definida como “El máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el hormigón está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de calidad. Además es considerado como una de las propiedades más del hormigón, cuando se utiliza con fines estructurales. (Kan, 2009)

Otro autor como Abrams, “para un conjunto dado de materiales y condiciones, la resistencia del concreto esta principalmente determinada por la cantidad neta de agua empleada por unidad de cemento. Esta agua neta excluye aquella absorbida por los agregados. Por lo tanto Abrams indica que el factor determinante sobre resistencia del concreto es la relación agua – cemento de la mezcla siendo mayores las resistencias conforme dicha relación se hace menor.

2.3 Clasificación de hormigones

Los hormigones se clasifican por su resistencia a la compresión y por su resistencia a la flexotracción.

La clasificación de los hormigones por su resistencia a la compresión, comienza a fraguar entre 30 y 45 minutos después de que ha quedado en reposo en los moldes y termina el fraguado trascurridas sobre 10 o 12 horas. Después comienza el endurecimiento que lleva un ritmo rápido en los primeros días hasta llegar al primer mes, para después aumentar más lentamente hasta llegar al año donde prácticamente se estabiliza. Por otra parte, se observa la evolución de la resistencia a compresión de un hormigón tomando como unidad la resistencia a 28 días, siendo cifras orientativas. El cálculo de la resistencia a la compresión, se debe realizar a través de probetas ensayadas a 28 días, en caso de adoptar otra edad se debe reflejar por escrito en los documentos contractuales.

La dosificación del hormigón debe lograr:

- La trabajabilidad y consistencia necesaria que permitan la correcta puesta en obra del hormigón, sin exudaciones ni segregaciones.
- La resistencia a exposiciones especiales.
- Conformidad con los requisitos de resistencia.

Según la clasificación por resistencia a flexotracción, la norma hace especial hincapié en el uso de la experiencia en obra o en la realización de pruebas de mezcla en laboratorio para seleccionar la correcta dosificación del hormigón.

Cuando se procede a la rotura de flexión mediante la aplicación de dos cargas iguales y simétricas. Los moldes se apoyan y reciben la carga sobre las dos caras laterales que estuvieron en contacto con el molde.

La resistencia a flexotracción se calcula:

M = momento de rotura

W = módulo resistente a flexión

F = carga total aplicada

2.4 Constituyentes del hormigón tradicional

El hormigón se constituye de varios elementos que conforman sus propiedades y que le asignan cualidades que le permiten ser un material de gran importancia en la construcción.

- 2.4.1 Cemento

El cemento es un material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua, forma una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como en el aire, su velocidad de endurecimiento depende de la temperatura a la cual se esté trabajando, según lo expuesto en Nch148 Of68 “Cemento – Terminología, calificación y especificaciones generales”. (Lopez, 1999)



Figura 4.

- 2.4.1.1 Proceso de Fabricación del Cemento

Es obtenido mediante un proceso de fabricación que utiliza principalmente dos materias primas: una caliza, con un alto contenido de cal en forma de óxidos de calcio, y un componente rico en sílice, constituido normalmente por arcilla o eventualmente por una escoria de alto horno. (Aguilar, 2007)

Estos componentes son mezclados en proporciones adecuadas y sometidos a un proceso de fusión incipiente en un horno rotatorio, del cual se obtiene un material granular denominado clínquer, constituido por 4 compuestos básicos:

- Silicato Tricalcico ($3 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), designado como C_3S .
- Silicato bicalcico ($2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$), designado como C_2S .

- Aluminato tricalcico ($3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$), designado como C_3A .
- Ferroaluminato tetracalcico ($4 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$), designado como C_4AF .

Estos se presentan en forma de cuatro fases mineralizadas, en conjunto con una fase vítrea, integrada por los dos últimos. Estas fases constituyen un 95% del peso total, del clínquer, siendo el 5% restante componentes menores, principalmente óxidos de sodio, potasio, titanio, residuos insolubles y otros.

El clínquer es sometido a molienda mediante molinos de bolas hasta convertirlo en el polvo finísimo ya mencionado, adicionándose en esta etapa una proporción de yeso alrededor de un 5 % de su peso, destinado a regular el proceso de fraguado de la pasta de cemento, la que de otra manera endurecería en forma casi instantánea. El cemento así obtenido se denomina Cemento Portland.

Durante la molienda se puede adicionar otros productos naturales o artificiales, constituyendo así los Cementos Portland con adiciones o Especiales, los que, junto con mantener las propiedades típicas del Portland puro (fraguado y resistencia), poseen, además otras cualidades especialmente relacionadas con la durabilidad, resistencia química y otras.

Entre las adiciones más conocidas y utilizadas están las puzolanas, las cenizas volantes y las escorias básicas granuladas de alto horno.

Estas adiciones presentan una reactividad química potencial, que se activa durante la hidratación del clínquer a temperatura ambiente. Así las puzolanas y cenizas volantes, reaccionan con la cal hidratada liberada durante la hidratación de los componentes activos del clínquer. En cambio, en el caso de las escorias este efecto se produce porque la cal hidratada liberada, desencadena la reacción de los componentes de la escoria, similares a los existentes en el clínquer. (Aguilar, 2007).

– 2.4.1.2 Fraguado y Endurecimiento de la Pasta de Cemento

El cemento al ser mezclado con agua forma una pasta, que tiene la propiedad de rigidizarse progresivamente hasta constituir un sólido de creciente dureza y resistencia.

Estas características son causadas por un proceso físico - químico derivado de la reacción química del agua, con las fases mineralizadas del clínker y que en su primera etapa incluye la solución en agua de los compuestos anhidros del cemento, formando compuestos hidratados.

Los compuestos del cemento se hidratan a distinta velocidad, iniciándose con el C_3A y continuando posteriormente con C_4AF , C_3S y C_2S en ese mismo orden. A partir de ese momento, el proceso no es cabalmente conocido, existiendo teorías que suponen la precipitación de los compuestos hidratados, con la formación de cristales entreverados que desarrollen fuerzas de adherencia, las que producen el endurecimiento de la pasta (Teoría cristaloidal de Le Chatelier) o alternativamente por el endurecimiento superficial de un gel formado a partir de dichos compuestos hidratados (Teoría coloidal de Michaelis), estimándose actualmente que el proceso presenta características mixtas. (Aguilar, 2007)

El endurecimiento de la pasta de cemento, muestra particularidades que son de interés para el desarrollo de obras de ingeniería:

- La reacción química producida es exotérmica, con desprendimiento de calor, especialmente en los primeros días.
- Durante su desarrollo se producen variaciones de volumen, de dilatación si el ambiente tiene un alto contenido de humedad, o de contracción si este es bajo.

El proceso derivado es dependiente de las características del cemento, principalmente de su composición y de su finura, los cuales condicionan en especial la velocidad de su generación.

- 2.4.1.3 Áridos



Figura 5.



Figura 6.

Según la norma chilena Nch163 Of79 “Áridos para morteros y hormigones – Requisitos generales” se define el árido como un material pétreo compuesto de partículas duras, de forma y tamaños estables, que pueden ser de origen ígneo, sedimentario metamórfico o artificial como escorias y arcillas expandidas, los que deben estar limpios, libres de terrones, partículas blandas o laminadas, arcillas, impurezas orgánicas y otras sustancias que por su naturaleza o cantidad, afecten las resistencia o durabilidad de morteros y hormigones. (Valenzuela, 2001)

Es el componente inerte del concreto, que representa entre un 65% y un 80% de su volumen y tiene como principales funciones:

- Proveer una masa de partículas aptas para resistir la acción de cargas aplicadas, la abrasión, el paso de la humedad y la acción climática.
- Resistir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado, endurecimiento y los cambios de humedad del aglomerante de cemento.

Debido a las características de los áridos se debe tener un buen control en la clasificación de ellos, ya que de eso depende la docilidad del hormigón fresco, la resistencia del concreto u hormigón endurecido, durabilidad de las estructuras y la economía de las mezclas.

La NCh163 Of.79 hace hincapié en los aspectos que hay que tener en cuenta en el estudio de los áridos.

- Sus Propiedades internas.
- Cualidades de la superficie.
- Propiedades del conjunto.

Además, se deben tener en cuenta condiciones que deben cumplir para una buena integración en el hormigón como son:

- Condiciones de trabajabilidad.
- Condiciones de resistencia propia.
- Condiciones de estabilidad físico – químicas.

La granulometría de los áridos, tiene una gran influencia sobre las propiedades del hormigón fresco y endurecido. Para obtener la misma trabajabilidad, un árido de granulometría fina necesitara, por lo general, una mayor cantidad de agua que uno de granulometría gruesa.

De acuerdo con los valores limites especificados en NCh163 Of79, estos se clasifican según el tamaño de sus partículas componentes en dos tipos: arena y grava.

– 2.4.1.4 Agua de Amasado

El agua debe cumplir con los requisitos especificados en la norma del país; la presencia del agua es imprescindible en la confección de los hormigones, ya que

posee dos diferentes aplicaciones, la primera es como ingrediente en la elaboración de mezclas, otorgándole trabajabilidad al hormigón fresco, y en la segunda se presenta como medio de curado en las estructuras recién construidas, proceso que consiste en lograr que el material disponga del agua que necesita el cemento para hidratarse, y mantenerse en condiciones moderadas de temperatura. En consecuencia, es un componente fundamental del concreto, ya que su presencia condiciona tanto el desarrollo de las propiedades en estado fresco, como en la etapa de endurecimiento.

- El agua potable se puede utilizar sin necesidad de analizar su calidad.
- El agua con contenido de azúcares (sacarosa, glucosa), no puede ser utilizada en la preparación de hormigones.

Las aguas en las cuales no es conocida su procedencia debe ser analizada, debiendo atenderse su composición a los límites señalados, principalmente se analiza lo siguiente.

- Origen: No es recomendable utilizar aguas procedentes de desagües, relaves de minas, de alta montaña, de mar, residuales de industrias de azúcares, de aceite, de ácidos, o cualquier agua que tenga olor o sabor desagradable.
- Contenidos en suspensión: No son recomendables las aguas con una alta presencia de materiales en suspensión. Si no contienen excesos de sales disueltas, podrán utilizarse si se realiza un método de decantación que permita obtener agua sin turbidez.
- Contenidos disueltos: No son recomendables las aguas con sabor soluble o azucarado. Se debe recurrir a un análisis en un laboratorio especializado, cuando se desconozca si el agua a utilizar posee partículas peligrosas de sales disueltas.

Por lo tanto se debe utilizar un agua que esté libre de impurezas, sólidos en suspensión o materias orgánicas.

- 2.4.1.5 Aditivos

Según ASTM. Aditivo es el material, además del cemento, agua y áridos, que se añade al hormigón o mortero inmediatamente antes o durante el mezclado.



Figura 7.



Figura 8.

El objeto de añadir aditivos es el de modificar, acentuar o conferir alguna propiedad que de por sí la mezcla no posee, y hacerla temporal o permanente durante su estado fresco o endurecido.

Se presenta en forma de polvo o líquido. Los aditivos líquidos se emplean diluidos en agua, y los aditivos en polvo se prefieren sean agregados directamente al cemento. Se aplican en pequeñas dosis que varían de entre un 0,1% y un 5% del peso del cemento, y su efecto es de índole físico, químico o fisicoquímico. Esta dosis empleada tiene directa relación con la magnitud del efecto, debiéndose en todo caso, respetar los límites recomendados por el fabricante y el aporte de sustancias dañinas en el hormigón. Los aditivos se pueden clasificar como: (Aguilar, 2007)

- Aditivos incorporadores de aire.
- Aditivos plastificantes (reductores de agua).
- Aditivos retardadores.
- Aditivos aceleradores.

- Aditivos impermeabilizantes.
- Aditivos expansivos.
- Misceláneos (agentes para lechadas de sellado y agentes formadores de gas).

El uso de aditivos está condicionado a:

- Que se obtenga el resultado sin tener que variar sustancialmente la dosificación básica.
- Que el aditivo no tenga efectos negativos en otras propiedades del concreto.
- Que un análisis de esto justifique su empleo.

El hormigón debe ser trabajable, terminable, resistente, durable, impermeable y resistente al desgaste. Estas cualidades se pueden obtener a menudo más conveniente y económicamente por medio del cálculo apropiado de la mezcla, y la selección de materiales adecuados sin recurrir a aditivos, con excepción de los agentes incorporadores de aire cuando sean necesarios. Sin embargo, puede haber casos en que se requieran ciertas propiedades especiales, tales como: tiempo de fraguado prolongado, aceleración de la resistencia a corta edad, atrasar el desarrollo del calor de hidratación. En estos casos es aconsejable considerar e investigar ciertos aditivos, ya que su uso en el hormigón puede producir los efectos especiales deseados. En algunos casos se puede desear propiedades que solo son posibles de obtener con la ayuda de aditivos.

No obstante, no se puede considerar a ningún aditivo como sustituto de la buena práctica de hormigonado. La trabajabilidad de las mezclas y la calidad del hormigón se pueden mejorar por medio de ajustes en la granulometría de la mezcla de áridos y por medio del uso de agentes incorporadores de aire, humedificantes y dispersadores del cemento.

Las mezclas de ensayo siempre deben hacerse con el aditivo y los materiales de trabajo, ya que la acción de un aditivo está muy influenciada por la composición del cemento y por otros aditivos.

Antes de usar un aditivo se debe tener presente que:

- Todo empleo de aditivo presume un buen hormigón.
- Antes de decidir el empleo de un aditivo, se debe verificar si es posible obtener la propiedad deseada mediante la modificación de los componentes del hormigón, y las condiciones de la obra.
- Se debe considerar, además de las ventajas, sus inconvenientes, limitaciones, contraindicaciones y compatibilidades.
- El efecto que produce el aditivo se debe medir mediante ensayos de laboratorio, y resultados de faenas.

Pese a que no se menciona, existen condiciones bastante similares en referencia a los aditivos que se aplican, en la producción de morteros, es importante destacar que son de carácter más limitado, referentes a mejorar las propiedades de morteros para relleno, autonivelantes, de inyección, constituyendo una parte fundamental de su tecnología. (Aguilar, 2007)

2.5 Curado del hormigón

El curado del hormigón tiene por objeto básico el mantener un grado suficiente de humedad interna durante un lapso de tiempo adecuado como para permitir la hidratación del cemento y en consecuencia, el desarrollo de las propiedades hidráulicas de la pasta de cemento. (Tapia, 2004)

Para efectuar el curado existen 2 procedimientos principales, que consisten en mantener entorno al hormigón un ambiente húmedo o bien impedir que escape hacia la atmosfera la humedad interna propia del hormigón. Según Tapia, para mantener un ambiente húmedo, se deben mencionar tres tipos de procedimientos: (Tapia, 2004)

Mantenimiento de hormigón bajo agua: este tipo de curado se realiza en piscinas en donde se sumerge totalmente el elemento, consiguiendo el objetivo mejor que cualquier otro tipo de curado, sin embargo, su principal desventaja es que no siempre se puede utilizar, debido a las formas que presenta el hormigón.

Riesgo continuo: Este tipo de curado se realiza con el funcionamiento de aspersores sobre el hormigón. Pero, este procedimiento tiene una principal dificultad, puesto que no permite el tránsito en su radio de acción.

Riesgo periódico: Se emplea un riesgo a intervalos, dependiendo de la observación de secado de la superficie del hormigón, dejando a criterio del operador de curado este procedimiento.

Por otra parte, para impedir la humedad escape hacia la atmosfera se utilizan principalmente dos métodos:

- **Compuestos de sellado:** Consisten en ceras o resinas disueltas en un solvente líquido que son aplicadas directamente sobre la superficie del hormigón.
- **Laminas impermeables:** El procedimiento consiste en cubrir la superficie del hormigón con láminas de material como polietileno, papel impermeable, arpilleras o similares.

2.6 Hormigón prefabricado

El Hormigón Prefabricado se elabora en forma industrial, por moldeo de sus piezas, elementos de diferentes dimensiones y tipos, según su destino.



Figura 9.



Figura 10.

Este sistema industrializado de producción mejora las características físicas del material, entre ellas:

- Resistencia mecánica.
- Resistencia a la corrosión.
- Superficie de acabado superior.

El prefabricado, se refiere al proceso de construcción en el que un elemento de hormigón es confeccionado en un sitio diferente al de utilización, por lo general se realizan en una fábrica de prefabricados.

Según Parker y Ambrote 2001, es una de las técnicas más utilizadas es la construcción de mampostería de bloques de hormigón.

– 2.6.1 Ventajas del hormigón prefabricado

Existen varias razones para considerar el uso del hormigón prefabricado, como ser las siguientes:

- **Trabajo más rápido en el sitio de colocación:** la construcción con hormigones prefabricados, es más rápida que una construcción en el sitio, debido a que esta última requiere la colocación de moldaje, refuerzos, tiempo de fraguado y otros. Además, se pueden realizar paralelamente otras tareas y por ende disminuir el tiempo global de ejecución del proyecto.
- **Ahorro en la colocación de moldaje:** en el caso de las estructuras realizadas en el sitio, la mayor parte del costo lo presenta la colocación del moldaje, debido a la construcción del mismo, arriestramiento, apuntalamiento y mano de obra. En cambio, el hormigón prefabricado permite mayores posibilidades de reutilización de moldaje y menor costo de mano de obra, además de la utilización de tecnología para su confección.
- **Control de calidad:** en la confección de prefabricados de hormigón, se garantiza una mayor precisión en la calidad y uniformidad de sus propiedades como es la densidad y la resistencia, ya que los elementos manufacturados están normalizados y sujetos a un estricto control de calidad, ventaja imprescindible para elementos estructurales de importancia como son los muros estructurales de una edificación.

– 2.6.2 Desventajas del hormigón prefabricado

Sin embargo, el hormigón prefabricado no está exento de complicaciones, que si bien no son problemas sin solución, se deben tener en consideración a la hora de su ejecución. A continuación se presentan algunos problemas de importancia.

Manejo y transporte: en elementos prefabricados, su principal problema está en la combinación con lo pesado y fragilidad, que resultan ser las piezas del hormigón, presentando un problema al momento del transporte y manejo.

Costo: El costo de producción y transporte es muy elevado. Es por ello que se deben de tomar en cuenta sus grandes ventajas al momento de diseñar un proyecto con este tipo de elementos, es decir el costo de transporte y producción es lo que deben interesar en cierto grado al proyecto.

2.7 Hormigón liviano

Generalmente los hormigones livianos son diferenciados del tradicional, por su masa específica y su alta capacidad en aislación térmica. Sin embargo, estas no son sus únicas características importantes, debido a que la utilización de agregados livianos, ocasionan cambios importantes en las propiedades de los hormigones, como son su trabajabilidad, resistencia mecánica, módulo de deformación, retracción y afluencia. (Demirboga, 2009)



Figura 10.

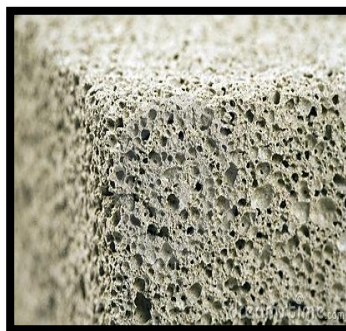


Figura 11.



Figura 12.

El hormigón liviano puede producirse por la introducción de: (i) los agentes gases como el polvo de aluminio o espumantes, (ii) agregado mineral ligero como el esquistos perlita, vermiculita expandida, piedra pómez, pizarra, arcilla, o (iii) los gránulos de plástico agregado, por ejemplo, espuma de poliestireno expandido (EPS), poliuretano o de otros materiales poliméricos. Hay muchas publicaciones teniendo en

cuenta los diferentes residuos como fuente de materias primas, para la fabricación de hormigón liviano. Sin embargo, la aplicación de los diferentes tipos de residuos producidos, ya sea dentro de una sola industria o por varias industrias situadas en una región pequeña, puede representar un problema complejo para su reutilización.

Esta parte de la investigación, buscará presentar algunas características y propiedades de los agregados para hormigones livianos, como también la utilización de hormigones livianos estructurales.

Usualmente se designa como hormigón liviano, a aquellos hormigones que poseen estructura porosa, agregados con masa específica inferior a la de los hormigones tradicionales, incorporación de aire o sin agregados finos. Este trabajo comprende solo hormigones livianos con agregado de poliestireno expandido modificado, que se consideren como hormigones livianos de alto desempeño. (Demirboga, 2009)

Los hormigones livianos pueden dividirse en tres tipos: hormigones aireados, que se fabrican con aditivos espumantes, los hormigones sin finos y los hormigones livianos con áridos livianos. Estos últimos consideran el reemplazo parcial o total de los áridos normal por otro de menor densidad.

- 2.7.1 Desarrollo histórico del hormigón liviano

Las primeras indicaciones de aplicación de hormigón liviano, datan de aproximadamente 3000 años (1100 AC), cuando las construcciones precolombinas, que existían en la actual ciudad de El Tajín (México), utilizaban una mezcla en base a piedra pómez, aglomerante de cenizas volcánicas y cal para la construcción de elementos estructurales. Los hormigones livianos también fueron utilizados por los romanos como por ejemplo, el Panteón de Roma que está hecho en base a cal y rocas volcánicas. El inicio de la utilización de hormigón de cemento portland con agregados livianos, fue en la Primera Guerra Mundial, cuando American Emergency

Fleet Building Corporation, construyo embarcaciones con hormigón liviano, con una resistencia a la compresión de 35 Mpa, y masa específica de $1700\text{kg}/\text{m}^3$, sin embargo la resistencia a la compresión de los hormigones tradicionales en esa época era solamente de 15 Mpa. (Holm Teresa, 1994)

A principios de los años 30, el hormigón liviano fue utilizado en la pista superior del puente San Francisco, esto proporciono una economía en torno a los tres millones de dólares en acero. (Mehta K, 1994)

Durante los años 50 fue el gran momento del hormigón liviano, al utilizarse en la construcción de edificios de gran altura, y luego fue desarrollado para realizar construcciones prefabricadas, que son la mayor ventaja de este tipo de hormigón.

En los años 70, con el gran avance en tecnología de los hormigones y el desarrollo de nuevos materiales componentes, fue mucho más accesible la obtención de hormigones de alta resistencia mecánica y durabilidad. Esos desarrollos no tardaron mucho tiempo en ser utilizados en hormigones livianos, aumentando aún más la utilización de este material en el ámbito de la construcción.

En este sentido hay un enorme potencial en el uso en las infraestructuras, la utilización de los hormigones livianos, porque a través de ello, permite la fabricación de elementos de mayor tamaño, menor peso y de alta durabilidad.

– 2.7.2 Clasificación de los hormigones livianos

Los hormigones livianos son obtenidos por la sustitución total o parcial de agregados tradicionales por agregados livianos, usualmente son clasificados por su masa específica, y se considera hormigón liviano, cuando tienen una densidad seca inferior

a 2000 kg/m³ y una resistencia a la compresión sobre los 17,2 Mpa., Según el código ACI 318-05 (Building Code Requirements for Structural Concrete)

Los hormigones con agregados livianos se dividen en tres grupos basados en su uso y las propiedades físicas: estructurales, estructurales / aislantes, y de aislamiento. Los rangos de la densidad aparente, conductividad térmica y resistencia a la compresión.

Tabla 2.1: Clasificación de agregados livianos naturales para hormigón según utilidad y propiedades físicas

Clasificación de los hormigones livianos	Tipos de agregados livianos usados en hormigón	Rangos de densidades (kg/m³)	Rangos de resistencia a la compresión (Mpa)
Estructural	Estructural grado C330	1440 - 1840	Mayor a 17
Estructural - Aislante	Estructural C300 ó combinación de ambas	800 - 1440	Mayor a 3,4 hasta 17
Aislante	Aislante grado C332	240 - 800	Mayor a 0,7 hasta 3,4

Fuente: Lamond, 2006).

Cuadro 1.

- 2.7.2.1 Estructurales

Los hormigones livianos estructurales generalmente contienen agregados a partir de esquistos piropcesados, arcillas, pizarras, escorias expandidas, ceniza suelta expandida, y otros minerales extraídos de fuentes volcánicas porosas. La definición del código ACI 318 es de hormigón estructural realizado con áridos livianos, la densidad de equilibrio está determinada por la ASTM a través del “Método de Ensayo para Determinar la Densidad del Hormigón Liviano Estructural”. (C 567) no superior a 115 lb/ft³ 1842 kg/m³ y la resistencia a la compresión superior a 17,2 MPa (2500 psi).

Esta es una definición, y no impide que se puedan permitir densidades más altas de equilibrio. Prácticamente todos los agregados estructurales livianos se producen a partir de materias primas como arcillas, pizarras, cenizas sueltas o escorias de alto horno. Los agregados livianos de origen natural son extraídos de los depósitos volcánicos que incluyen los tipos de piedra pómez y escoria. Los métodos de piropcesamiento incluyen el proceso de horno giratorio (una larga y lenta rotación, cilindros casi horizontales revestidos con materiales refractarios similares a los hornos de cemento), el proceso de sintetización en el que una cama de materias primas, incluido el combustible es transportado por una rejilla móvil bajo capuchas de ignición, y la agitación rápida de la escoria fundida con cantidades controladas de aire o agua. Los agregados livianos estructurales pueden ser fabricados a partir de materias primas como, por ejemplo, pizarras y arcillas blandas que han limitado las aplicaciones estructurales en su estado natural.

– 2.7.2.2 Estructurales /Aislantes

Existen aplicaciones industriales en que se necesita de un relleno de hormigón aislante y que requiera resistencia a la compresión, la densidad de estos hormigones varía entre las de hormigones estructurales y de aislamiento. Estos concretos pueden ser producidos con alto contenido de aire e incluyen áridos livianos estructurales, o mezclas de arena aislante y agregado liviano, o pueden incorporar tanto agregados livianos estructurales como aislantes. La resistencia a la compresión varia de 3,4 a 17 MPa (500 a 2500 psi) y son comunes con la resistencia térmica que oscila entre la aislante y la del hormigón estructural, según tabla 2.1

– 2.7.2.3 Aislantes

Los hormigones aislantes son hormigones muy livianos no estructurales, empleados principalmente por su alta resistencia térmica, baja densidad y resistencia, para su confección se utilizan agregados como la vermiculita y perlita. Posee densidades, rara

vez superior a 800 kg/m^3 (50 lb/ft^3), la resistencia térmica es alta. Estos concretos no están destinados a ser expuestos a la intemperie y en general tienen una amplia resistencia a la compresión de alrededor de 0,69 a 3,4 MPa (100 a 500 psi).

– 2.7.3 Agregados livianos

Los hormigones son materiales heterogéneos y sus propiedades dependen esencialmente de las propiedades individuales de sus materiales componentes, y de la compatibilidad entre ellos. Las principales propiedades de los hormigones son modificadas, por la sustitución de agregados tradicionales por agregados livianos: masa específica, trabajabilidad, resistencia mecánica, módulo de elasticidad, propiedades térmicas, retracción y otros. (Lopez, 1999)

Para la dosificación y producción adecuada de los hormigones livianos estructurales, es fundamental conocer las propiedades de los agregados livianos a utilizar, que pueden variar significativamente, en función de la materia prima utilizada y del proceso de fabricación, es aquí donde se desea marcar diferencia en el presente trabajo debido a que el poliestireno expandido sin modificar posee una capacidad de soporte casi nula.

Las aplicaciones que pueden tener los hormigones livianos dependen exclusivamente de los agregados escogidos para la elaboración del mismo y del diseño.

El hormigón liviano es ideal para la construcción de elementos secundarios en edificios o viviendas, que requieren ser ligeros a fin de reducir las cargas muertas; para colar elementos de relleno que no soporten cargas estructurales y para la construcción de viviendas con características de aislamiento térmico.



Figura 13.

– 2.7.3.1 Clasificaciones de los agregados livianos

Son obtenidos a través de la extracción directa de yacimientos, pero su utilización no es muy común debido a la complejidad de obtención de dichos agregados, como también de la variabilidad de sus propiedades, siendo detalladas las más importantes a continuación: (Galves, 2007)

- Estructura Interna y Textura Superficial
- Densidad Real y Aparente
- Características de Absorción

– 2.7.3.2 Agregado Liviano Artificial

Son obtenidos en procesos industriales y normalmente son clasificados en base a la materia prima utilizada en el proceso de fabricación. En el presente trabajo se utilizará como materia prima el poliestireno expandido, el cual está clasificado como un agregado liviano artificial.

2.8 Poliestireno expandido

El poliestireno expandido o EPS se define técnicamente como un material plástico celular y rígido fabricado a partir del moldeo de perlitas preexpandidas de poliestireno expandible o uno de sus copolímeros, que presenta una estructura celular cerrada y rellena de aire. Es un material plástico espumado utilizado en el sector de la construcción, principalmente como aislamiento térmico y acústico, en el campo del envase y embalaje en diferentes sectores de la actividad y en una serie de aplicaciones diversas.

Este material tiene excelentes cualidades dentro de las que se encuentran: Aislamiento térmico, ligereza, amortiguación de impactos, resistencia mecánica, resistencia a la humedad, facilidad de manipulación, versatilidad, higiénico, 100% reciclable y moderado impacto ambiental. (BASF, 2001)

2.8.1 Origen, Composición y Obtención del poliestireno expandido

El poliestireno expandido es de origen artificial, ya que al no encontrarse poliestireno expansible en la naturaleza, debemos recurrir a procesos de sintetización a fin de producirlo. En su composición se clasifica como un polímero. La base del poliestireno es el estireno, un líquido cuyas moléculas se polimerizan, dando origen a las macromoléculas de poliestireno. El estireno se mezcla íntimamente con agua y un agente de expansión: el hidrocarburo pentano C_5H_{12} . Después de la pre-expansión, las perlitas se mantienen en silos de reposo y posteriormente son conducidas hacia máquinas de moldeo. Dentro de dichas máquinas se aplica energía térmica para que el agente expansor que contienen las perlitas se calienten y estas aumenten su volumen, a la vez que el polímero se plastifica. Durante dicho proceso, el material se adapta a la forma de los moldes que lo contienen, posee una densidad aparente entre 10 kg/m^3 y 30 kg/m^3 .



Figura 14.

De esta forma obtenemos el poliestireno expansible que luego podrá ser expandido conformando las distintas formas comerciales. También se puede obtener otro tipo de poliestireno expansible denominado "difícilmente inflamable" o "auto extingüible" con variadas aplicaciones en la construcción. (BASF, 2001)

– 2.8.2 Procesos de fabricación de poliestireno expandido

El proceso de fabricación del Poliestireno Expandido o EPS consta de las siguientes fases:

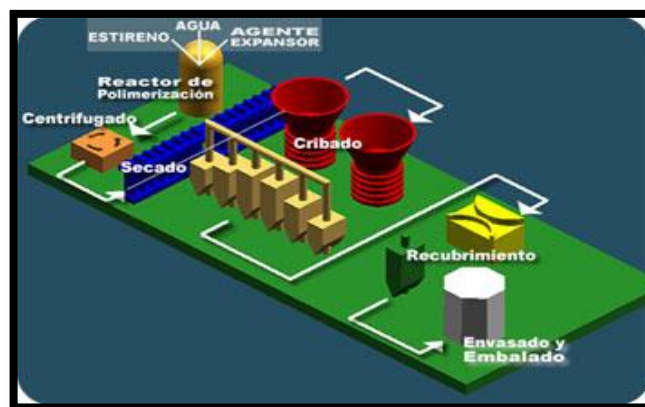


Figura 15.

- Preexpansión
- Reposo intermedio y estabilización
- Proceso de transformación
- Corte / Mecanizado

– 2.8.2.1 Preexpansión

La materia prima es introducida en unas máquinas denominadas preexpandidores. El proceso consiste en la expansión de la perla de poliestireno expandido, mediante la aportación de vapor de agua. De esta forma, el agente expansivo que lleva la materia prima, permite que esta se expanda, bajando por tanto su densidad aparente. El control de la densidad, se realiza mediante el control de distintos parámetros, como la temperatura y del tiempo de exposición, la densidad aparente del material disminuye de unos 630 kg/m^3 a densidades que oscilan entre los $10\text{-}30 \text{ kg/m}^3$. (Textos científicos, 2005).

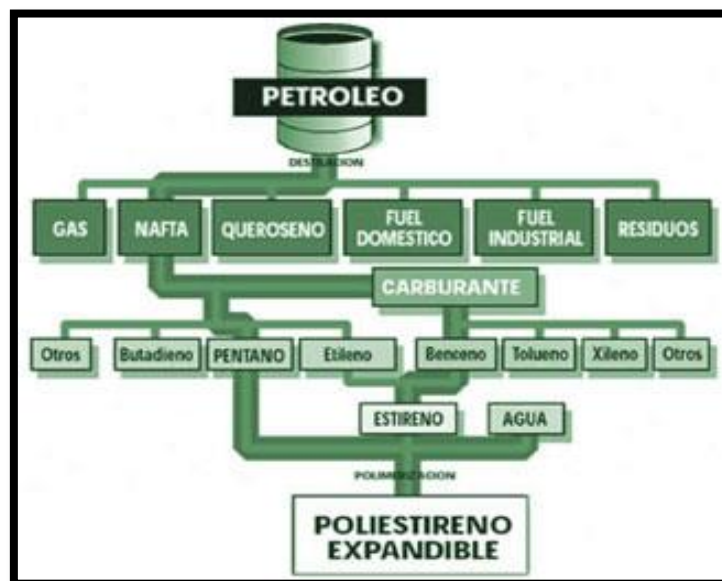


Figura 16.

– 2.8.2.2 Reposo intermedio y estabilización

Cuando las partículas recién expandidas se enfrían, se crea un vacío interior que es preciso compensar con la penetración de aire por difusión. Para ello, el material se deja reposar en silos ventilados durante un mínimo de 12 horas.

De este modo las perlas alcanzan una mayor estabilidad mecánica y mejoran su capacidad de expansión, lo que resulta ventajoso para la siguiente etapa de transformación. Dependiendo de la densidad aparente del poliestireno expandido a transformar, puede someterse la materia prima preexpandida a una segunda Preexpansión, o bien, directamente pasar al proceso de transformación. (Textos científicos, 2005)

2.9 Reciclaje de plásticos

El reciclaje de los plásticos significa la recuperación y el reprocesamiento de los mismos, cuando su vida útil terminó, para usarlos en nuevas aplicaciones. (Martinez, 2001)



Figura 17.

Debido al amplio uso en el embalaje y el envasado, la mayor parte de los desperdicios plásticos son de origen doméstico. Puede considerarse que los plásticos empleados en el embalaje, envasado y en agricultura tienen una vida inferior a un año, mientras que los que son utilizados en artículos domésticos o eléctricos presentan una duración de entre uno y diez años y los del sector del mobiliario y del automóvil no aparecen como residuos antes de los diez años.

El impacto ambiental generado por los plásticos es muy importante debido a: (Martinez, 2001)

- Su resistencia a la degradación, circunstancia que motiva su acumulación en los vertederos.
- Los plásticos contienen usualmente una variedad de aditivos como estabilizadores, agentes reforzantes, plastificantes y otros, los cuales pueden generar sus propios efectos ambientales. Por ejemplo, es relativamente frecuente el cadmio, cuyas sales son altamente tóxicas.
- Su baja densidad es causa de un mayor impacto visual y una elevación en el coste de su recolección y transporte. Así para obtener una tonelada de plástico es necesario recoger 20.000 botellas.
- La separación de los objetos de plástico de los residuos municipales resulta costosa.

– 2.9.1 Reciclaje

El reciclaje es una estrategia dentro de los residuos sólidos. Un método para la gestión de los residuos sólidos igual de útil que el vertido o la incineración, pero ambientalmente, más deseable.

Es el proceso por el cual se aprovechan los residuos para la obtención de nuevos productos. Mediante el reciclaje se protege el ambiente porque:

- Se preservan los recursos naturales.
- Se evitan focos de contaminación.
- Las industrias ahorran energía y reducen costos de producción minimizando sus residuos.
- Se alarga la vida útil de los rellenos sanitarios.
- Se genera empleo.

Los residuos son introducidos en el ciclo de producción y consumo, generalmente en aplicaciones secundarias.

Para reciclar cualquier material presente en los residuos, tiene que poder ser procesado en una materia prima viable y limpia. Esta materia prima debe convertirse luego en un producto. Este producto debe comercializarse y distribuirse, hay que encontrar clientes y convencerlos para comprar y seguir comprando dicho producto fabricado con materiales residuales. Por lo tanto el reciclaje requiere cuatro elementos:

- 1.- Recolección.
- 2.- Selección de materias primas.
- 3.- Recuperación de la materia prima para fabricar el producto.
- 4.- Mercados y clientes que compren el producto.

– 2.9.2 Plásticos más comúnmente reciclados

En la figura 2.1 se muestra la codificación de los plásticos más comúnmente reciclados a nivel mundial.



Figura 18.

Figura 2.1: Código SPI de los Plásticos Reciclables

1 PETE PET	2 HDPE PEAD	3 PVC V	4 LDPE PELD	5 PP	6 PS	7 OTROS
POLIETILENO TEREFTALATO	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	POLICLORURO DE VINILO	POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	POLIPROPILENO	POLIESTIRENO	OTROS

Comprobar el símbolo en el fondo del producto o en el etiquetado.

Productos plásticos MAS SEGUROS. 2, 4 y 5

1 PETE	2 HDPE	4 LDPE	5 PP

Las botellas marcadas con el código (1. PET ó PETE). Polietileno de tereftalato. Se deben utilizar solamente una vez, en sucesivas veces podría desprender DEHP un ftalato tóxico.

Plásticos que hay que evitar

3 V	6 PS	7 Other

PVC o Vinilo pueden contener ftalatos Espuma de poliestireno Puede contener Bisfenol A

Figura 19.

Tabla 2.1 Resumen de las características de los plásticos más comúnmente reciclados

Número	Imagen	Abreviación	Nombre del Polímero	Usos
1		PETE o PET	Tereftalato de Polietileno Polyethylene terephthalate	Botellas para bebida no alcohólica, botellas de agua, botellas de aceite, empaques de mantequilla de cacahuete, fibras de poliéster, hojas termoformadas, cintas o flejes, etc.
2		HDPE	Polietileno de alta densidad High density polyethylene	Botellas para detergente, botellas para leche, bolsas de super, contenedores de reciclaje, mangueras para agricultura, bases para tazas, etc.
3		PVC o V	Cloruro de polivinilo Polyvinyl chloride	Tubos plásticos, adornos plásticos para exteriores, láminas protectoras para paredes, mosaicos plásticos para pisos, cortinas para baño, empaques para almejas marinas, defensas para autos, etc.
4		LDPE	Polietileno de baja densidad Low density polyethylene	Bolsas de limpieza en seco, bolsas para frutas, revestimiento para botes de basura, contenedores de almacenamiento de comida, anillos de six pack, etc.
5		PP	Polipropileno Polypropylene	Tapas para botellas, popotes, contenedores de yogurt, auto partes, cubiertos plásticos, etc.
6		PS	Poliestireno Polystyrene	Bolsas de cacahuates, vasos, vajillas de plástico, contenedores para carne, accesorios para escritorio, bandejas de cafetería, unicef, etc.
7		Otros o 0	Otros plásticos, incluyendo acrílicos, acrilonitrilos, estireno butadieno acrilonitrilo, fibra de vidrio, nylon, policarbonato y ácido poliláctico	Encontrado en algunos tipos de contenedores de comida, contenedores de la marca Tupperware y botellas de plástico tipo nalgene.

Figura 20.

– 2.9.2.1 Residuos de polietileno de baja densidad

El polietileno de baja densidad es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos, como el polipropileno y los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno. Se designa como LDPE (por sus siglas en inglés, Low Density Polyethylene) o PEBD, **polietileno de baja densidad**.

También se utiliza para elaborar pitas de rafia, baldes y conos. Los procesadores de baterías ácidas de plomo también recuperan polietileno para usarlo en nuevas baterías. En los Estados Unidos se recicla el 45% del de las baterías post-consumo para la fabricación de nuevas baterías. (Dominguez, 1997)

El polietileno de baja densidad es un polímero que se caracteriza por:

1. Buena resistencia térmica y química. Puede soportar temperaturas de 80 °C de forma continua y 95 °C durante un corto período de tiempo.
2. Buena resistencia al impacto.
3. Es de color lechoso, puede llegar a ser transparente dependiendo de su espesor.
4. Muy buena procesabilidad, es decir, se puede procesar por los métodos de conformados empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión.
5. Es más flexible que el polietileno de alta densidad.
6. Presenta dificultades para imprimir, pintar o pegar sobre él.
7. Densidad en el entorno de 0.910 - 0.940 g/cm³.

Existen diversas tecnologías para el reciclado de los materiales plásticos. La planta de reciclado recicla los materiales estudiados de acuerdo con el siguiente proceso:

- Selección manual.
- Trituración bajo chorro de agua.
- Extrusión.
- Granulado (posible adaptación a rigidez, fluidez, o color).

El polietileno es sin duda, uno de los polímeros con mayor opción de futuro.

Este hecho se ve justificado con el hábito creciente de sus mercados, aun en los tiempos más agudos de crisis.

Dentro de la multitud de los sectores en los que cada día encuentra nuevas aplicaciones, dan lugar a un material estructural, considerado uno de los más atractivos por las ventajosas condiciones de competitividad económica, que caracterizan al polietileno como miembro del grupo de los termoplásticos de gran consumo.

Los materiales plásticos hoy en día, representan un inmenso grupo que se distingue casi en su totalidad, por el hecho de ser desarrollados por el hombre, y son consideradas sustancias macromoleculares y en su mayoría orgánicas, además de ser utilizados cada día más, en diferentes y nuevos campos de aplicación. En esta ocasión, solo nos detendremos a analizar uno de los materiales, pertenecientes a la familia de los termoplásticos, más utilizados en la actualidad por el hombre, desplazando al hierro, el acero, la madera, el cuero, y hasta otros materiales de su misma familia. Su amplia gama de propiedades hace que el polietileno, cuya fórmula química es C_3H_6 , sea adecuado para una gran variabilidad de aplicaciones en diferentes sectores, y marca la pauta ante los materiales del futuro, además de suponer una alternativa, mucho más económica. Debido a esto, el empleo de este material está creciendo, gracias en gran parte, al desarrollo de nuevos y mejores productos.

El polietileno es un termoplástico semicristalino, que se produce polimerizando propileno en presencia de un catalizador etéreo específico. Es un producto inerte, totalmente reciclable, su incineración no tiene ningún efecto contaminante, y su tecnología de producción es la de menor impacto ambiental.

El polipropileno, puede categorizarse ampliamente como homopolímero, o como copolímero. El homopolímero polipropileno tiene una dureza y una resistencia térmica superiores a las del polietileno de alta densidad, pero una resistencia al

impacto inferior y se vuelve quebradizo por debajo de 0°C. Las Aplicaciones para los homopolímeros se dan en envolturas de aparatos eléctricos, embalajes, estuches de cintas, fibras, monofilamentos. Como copolímero, posee otro monómero oleofino, generalmente etileno, para el impacto mejorado u otras propiedades, por lo tanto las calidades copoliméricas son preferidas para aplicaciones que exponen a condiciones de frío/invierno. Además, tienden a ser más difíciles de fabricar, pero la nueva tecnología se ha ido encargando de que esto desaparezca y no se convierta en un gran problema. Para los copolímeros las aplicaciones se dan en tubos, casco de barcos, asientos y piezas para el automóvil, por ejemplo, cofres de baterías y para choques aunque estos últimos suelen ser fabricados con polipropileno modificados con elastómeros como se dijo anteriormente.

Propiedades físicas:

- La densidad del polietileno está comprendida entre 0.90 y 0.93 grs/cm³. Por ser tan baja permite la fabricación de productos ligeros.
- Es un material más rígido que la mayoría de los termoplásticos. Una carga de 25.5 kg/cm², aplicada durante 24 horas no produce deformación apreciable a temperatura ambiente y resiste hasta los 70 grados C.
- Posee una gran capacidad de recuperación elástica.
- Tiene una excelente compatibilidad con el medio.
- Es un material fácil de reciclar.
- Posee alta resistencia al impacto.

Propiedades químicas

- Tiene naturaleza polar, y por esto posee gran resistencia a agentes químicos.
- Presenta poca absorción de agua, por lo tanto, no presenta mucha humedad.
- Tiene gran resistencia a soluciones de detergentes comerciales.

- El polipropileno como los polietilenos tiene una buena resistencia química pero una resistencia débil a los rayos UV (salvo estabilización o protección previa).

Como podemos ver el polímero llamado polipropileno tiene una infinidad de propiedades que lo ponen en el plano industrial como uno de los materiales más utilizados. Es por eso mismo que tanto su manejo como la disposición de sus desperdicios son proporcionales, causando que un bien industrial se convierta en un mal común, al convertirse eventualmente en basura.

2.10. Conceptos térmicos

2.10.1. Concepto de eficiencia energética

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objeto reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. Dicho de otra manera, producir más con menos energía. No se trata de ahorrar luz, sino de iluminar mejor consumiendo menos electricidad. La eficiencia energética o rendimiento energético surge del cociente entre la energía útil o utilizada por un sistema y la energía total consumida:

$$n = \frac{E \text{ útil}}{E \text{ total}}$$

En la medida que el consumo de energía por unidad de producto producido o de servicio prestado sea cada vez menor, aumenta la eficiencia energética. Tanto la tecnología disponible como los hábitos responsables, hace posible un menor consumo de energía, mejorando la competitividad de las empresas y la calidad de vida.

2.10.2. Definición de aislamiento térmico

El concepto de aislamiento térmico está asociado al concepto de capacidad de control de la transmisión de calor cuando se desea que no exceda ciertos límites.

Un producto aislante térmico es un producto que reduce la transmisión de calor a través de la estructura sobre la que, o en la que se instala. Los límites numéricos sólo pueden definirse cuando la aplicación específica se ha definido. En algunos casos, la función del aislamiento térmico es desarrollada por un material o sistema diseñado para funciones completamente diferentes. Por ejemplo, un muro de carga en un edificio puede cumplir los requerimientos aislantes. En otros casos, el sistema mismo no es adecuado y un material aislante adicional es necesario para satisfacer los requerimientos relativos a la transmisión de calor. El concepto de un sistema aislante, como opuesto a uno sin aislar, no puede ser definido, pero es definitivamente asociado con el concepto de una sustancial reducción de transmisión de calor comparada con un sistema sin aislar.

Los conceptos cualitativos mencionados anteriormente implican dos condiciones:

1. La resistencia térmica de un sistema y el material aislante térmico debe ser superior al límite inferior aceptable para la aplicación específica.
2. El material adicional deberá tener muy buenas propiedades aislantes.

2.11. Conceptos acústicos

2.11.1. Definición de aislamiento acústico

Consiste en la protección de un recinto contra la penetración de sonidos que interfieran a la señal sonora deseada. Las fuentes que originan estos sonidos pueden estar en el interior o en el exterior del edificio. Es decir, al incidir sobre una pared una onda acústica, se transmitirá parte de la energía de esta, originándose una vibración

mecánica en la pared, que a su vez se transmitirá en ondas acústicas, con una pérdida de energía debido a las absorciones y a la absorción interna del material.

Aislamiento acústico a ruido aéreo de una pared, es la pérdida de energía que experimentan las ondas acústicas al atravesar la pared. Es decir, al incidir sobre una pared una onda acústica, se transmitirá parte de la energía de esta, originándose una vibración mecánica en la pared, que a su vez se transformará en ondas acústicas, con una pérdida de energía debida a las reflexiones y a la absorción interna del material.

Existen factores que disminuyen el aislamiento acústico de una pared, como son por ejemplo: la transmisión por flancos, conductos de aire acondicionado, rendijas, orificios, ventanas, puertas, etc.

Los materiales para aislar a ruido aéreo, que es el sonido no deseado transmitido por el aire, son ladrillos de diferentes tipos, por ejemplo de medio pie o un pie, huecos macizos, etc. Así mismo se emplean otros materiales como yeso, cartón-yeso, fibras de diferentes densidades, así como otros muchos tipos de materiales.

Aislamiento acústico a ruido de impacto, se refiere a la pérdida de energía que experimentan las vibraciones al propagarse a través del material.

En definitiva el aislamiento acústico total de un recinto se determina mediante el aislamiento acústico de todos los límites, y depende del nivel del ruido existente en el exterior del recinto, es decir del nivel del ruido detrás de estos límites, y del nivel de ruido máximo admisible en el interior del recinto.

2.12. Tipos de aislamiento

Existen diferentes soluciones para aislar las paredes de una casa o edificio, las cuales se clasifican según la ubicación del aislante en la pared.

Cada configuración en cuanto a la ubicación de la aislación tiene ventajas y desventajas las cuales variarán de acuerdo a las características propias del edificio, al uso que se le dé, a la ubicación física del edificio, al clima del lugar, etc.

2.12.1. Funcionamiento del aislamiento térmico

Reduciendo intensamente la Transmisión Térmica (valor U, antiguo coeficiente K) a través de la superficie envolvente del edificio. Se puede ver desde la inversa, la Resistencia Térmica, que es, así, aumentada todo lo posible:

$$R = \frac{1}{U} = \frac{\text{espesor (m)}}{\text{conductividad } \frac{W}{mxk}} = \frac{m^2xk}{W}$$

Si decimos “intensamente” es porque hay que diferenciar las prestaciones térmicas ofrecidas por un aislamiento térmico como tal, de las ofrecidas por cualquier otro material de construcción. El valor que define dichas prestaciones es la conductividad térmica, (λ), y en la fórmula anterior se puede obtener una R para cualquier material, puesto que no hay ninguno tan superconductor del calor como para tener una conductividad infinita. Del mismo modo no existe ningún súper aislante que corte absolutamente el flujo de calor con una conductividad nula ($= 0$).



Figura 21.

2.12.2. Funcionamiento del aislamiento acústico

La acústica de los edificios se divide en dos partes claramente diferenciadas, aunque muy relacionadas en la práctica: La acústica de los espacios que lo componen (acústica de salas) y los aislamientos acústicos entre éstos y respecto al exterior (aislamiento acústico). El diseño acústico de los espacios definirá, ente otros parámetros, el tiempo de reverberación, la curva tonal resultante (brillo i/o calidez de los espacios), la definición (o la inteligibilidad de la palabra), la claridad musical de éstos... Por otra parte su diseño además deberá resolver fenómenos como las focalizaciones, las reflexiones especulares, zonas de sombra, etc, en función del programa de usos previsto y que ayudaran a definir el confort acústico final conseguido, generando en su caso una óptima comunicación y experiencia de usuario en ellos. La acústica de salas definirá por consecuencia como responderán éstos ante las fuentes sonoras existentes en su interior, y condicionará el comportamiento energético de éstas, controlando o acentuando los niveles de presión sonora en su interior, dato importantísimo a tener en cuenta posteriormente cuando afrontemos los aislamientos necesarios respecto a los espacios colindantes o exteriores a éste.

Al incidir una onda sonora en una superficie, como podría ser una pared o un forjado, la energía sonora de esa onda, llamada energía incidente [E_i], se distribuye de la siguiente forma:

Figura 2.1. Fenómeno del balance energético

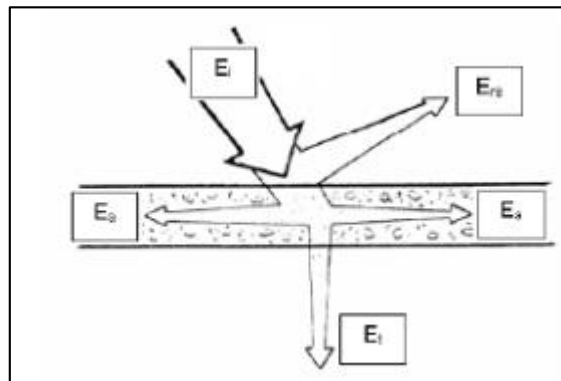


Figura 22.

Una parte de la energía que incide sobre esa pared se refleja desde ella hacia el interior del recinto, siendo ésta la energía reflejada [E_r]. Otra parte de la energía incidente se transmite parcialmente a través del citado paramento, saliendo del recinto y siendo la energía transmitida [E_t].

El resto de la energía se pierde en el mismo material, transformándose en otros tipos de energía y siendo la energía absorbida [E_a]. Por el principio de balance energético, la suma total de energías resultantes (reflejada, transmitida y absorbida) será siempre igual a la energía incidente inicial.

$$E_i = E_a + E_r + E_t$$

De la misma forma, de la relación entre la energía absorbida, respecto a la energía incidente inicial, resultará el coeficiente de absorción acústica (α).

$$\alpha = \frac{E_a}{E_i}$$

Asimismo, de la relación entre la energía reflejada, respecto a la energía incidente inicial resultará el coeficiente de reflexión (r).

$$r = \frac{E_r}{E_i}$$

Y por último, de la relación entre la energía transmitida, respecto a la energía incidente inicial resultará el coeficiente de transmisión (τ).

$$\tau = \frac{E_t}{E_i}$$

Siendo la suma de los tres coeficientes siempre igual a 1, así como cada uno de éstos valores siempre inferior o igual a éste valor (1), al tratarse de relaciones energéticas adimensionales.

$$\frac{E_i}{E_i} = \frac{E_a}{E_i} + \frac{E_r}{E_i} + \frac{E_t}{E_i}$$

$$1 = \alpha + r + \tau$$

2.13. Materiales para aislamiento

2.13.1. Materiales para aislamiento térmico

Existen diferentes aislantes y, según el objetivo (el que va más allá de aislar las paredes), Existen cinco tipos de aislantes térmicos para paredes:

- Estuco sintético.
- Ladrillos huecos.
- Hormigón.
- Lona plástica.
- Aislamiento de vertido.

Con respecto al estuco sintético, que este tipo de aislante de pared consisten en varias capas entre las que se inserta una tabla que es un aislante que viene reforzado por un tejido metálico de fibra de vidrio y la aplicación de una sustancia acrílica resistente al agua. Reduce mucho las filtraciones de aire y es uno de los aislantes más novedosos que se dan actualmente.

En lo que atañe a los ladrillos huecos, este tipo de sistema es para los profesionales el mejor de todo como aislante de pared ya que garantiza que el aire frío o caliente tarde más en atravesar paredes densas y pesadas. A través de los huecos es cuando se consigue el aislamiento que permite que en verano se conserve el fresco y que en invierno se aguante el calor.

Otro de los aislantes térmicos por excelencia es el hormigón. El hormigón tiene como característica que consigue concentrar el calor para después distribuirla por la casa.

El cuarto de los aislantes térmicos para paredes es la lona plástica, recomendable para proteger las paredes de la humedad. Para su instalación se requiere de un profesional ya que se debe introducir dentro el material con el que se construyó la pared.

Por último, el peor de los aislantes disponibles, es el aislamiento de vertido. Es muy fácil de utilizar y una muy buena opción como aislante. El aislamiento de vertido consiste en un líquido que se puede instalar soplándolo con un equipo neumático o vertiéndolo en los espacios entre las vigas del techo. Conviene evitar que el aislamiento llegue las ventilaciones que generen calor, como luces alógenas, que se deben proteger para que no las alcance el vertido.

2.13.2. Materiales para aislamiento acústico

Se considera un material como aislante acústico cuando tiene la propiedad de ser absorbente sonoro, ya que posee un elevado coeficiente de absorción acústica en todo o en parte del espectro de frecuencias de sonidos audibles por el ser humano, que van en un rango desde los 20 Hz hasta los 20 KHz.

Los más empleados en la construcción son:

- Lanás Minerales
- Lanás de Vidrio
- Lanás de Roca

Estos materiales requieren de una manipulación realizada por operarios capacitados, ya que en algunos casos pueden implicar riesgos para la salud de colocadores y/o usuarios de los locales donde se hayan instalado estos materiales. Según sea la composición del material, puede llegar a producir impacto medioambiental.

Además de las lanás expuestas, se emplean fibras textiles con muy buenos resultados en aislamiento sonoro.

Las lanás de poliéster de diferentes espesores y gramajes sirven como óptimos materiales de aislamiento acústico. Tiene importantes ventajas comparados con otros materiales absorbentes convencionales; por ejemplo, en caso de exposición a las

llamas, son ignífugas o autoextinguibles, son económicas, hipoalergénicas y lavables. Algunas de ellas son producto de reciclado.

De todos modos, estos materiales tienen un aislamiento relativo en función de la fuente sonora, los decibeles emitidos, el espesor de los cerramientos, particiones, techos, cubiertas, suelos, etc.

Para rangos de bajas frecuencias, son efectivas, en otros casos, requieren de espesores elevados, cámaras intermedias, etc., con lo cual se encarece considerablemente este tipo de aislamiento.

DISEÑO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

3 Definición del tipo de investigación

El diseño de la investigación será fenomenológico y metodológico.

3.1 Diseño fenomenológico:

La fenomenología surgió como una necesidad de explicar la naturaleza de las cosas (fenómenos). Los primeros pensadores trataron de definir si era un método o una filosofía dado que lejos de ser una secuencia de pasos, es un nuevo paradigma que observa y explica la ciencia para conocerla exactamente y, de esta forma, encontrar la verdad de los fenómenos en resumen se define a la fenomenología como el estudio de los fenómenos (o experiencias) tal como se presentan y la manera en que se vive por las propias personas.

El objetivo de este tipo de investigación, se centra en controlar el fenómeno a estudiar, emplea el razonamiento hipotético-deductivo. Emplea muestras representativas, diseño experimental como estrategia de control y metodología cuantitativa para analizar los datos.

En este sentido la investigación experimental se la ideado con el propósito de determinar la mayor confiabilidad posible la relación causa efecto. La investigación experimental consiste en la manipulación de una (o más) variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, le permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

Sus características son prácticamente de requerir de una manipulación rigurosa de las variables o factores experimentales.

Emplea un grupo de control para comparar los resultados obtenidos.

Es el procedimiento más indicado para investigar relaciones de causa – efecto.

En este caso, es importante probar el hormigón liviano con diferentes cantidades de agregados de poliestireno expandido y residuos de polipropileno para la aplicación en forma directa y en elementos prefabricados.

De la misma manera, es importante identificar el problema del estudio, la misma debe permitir definir una hipótesis, elaborar un plan experimental de los bloques, baldosas y placas. Este proceso nos llevara a definir los experimentos en laboratorio, organizar los resultados y finalmente tener resultados informados de la calidad más óptima.

3.2 Diseño metodológico:

La investigación en diferentes etapas:

PASO 1: recolección de las materias primas: en ferias plazas calles y obras en construcción

PASO 2: preparación de las materias primas: procesado, picado, triturado

PASO 3: diseño de las dosificaciones

PASO 4: elaboración de probetas cilíndricas para poder determinar resistencias y así aplicarlo en materiales prefabricados

PASO 5: elaboración de las muestras con dosificaciones encontradas y empleadas en bloques y placas

PASO 6: aplicabilidad de los materiales prefabricados aislantes en muros de viviendas

Con las condiciones mencionadas la investigación se considera; experimental ya que las variables independientes fueron manipuladas por el investigador y cuasi experimental; longitudinal ya que la recolección de datos se realizó de forma diaria y semanal; prospectiva ya que en la línea del tiempo se realizó a futuro; finalmente el diseño experimental es multifactorial.

3.3 Selección de la muestra:

Se puede definir a la población como el conjunto de individuos y objetos a cerca del cual se desea conocer sus características o una de ellas respecto a los que elaboran el hormigón liviano con agregados de poliestireno expandido y residuos de polipropileno para la aplicación en elementos prefabricados.

Es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra que puedan generalizarse durante el proceso de experimentación de los hormigones livianos.

Para el desarrollo de la presente investigación, se considera como muestra a todas las pruebas de laboratorio con sus diferentes dosificaciones a emplearse durante el proceso de experimentación y posteriormente a la aplicación de forma directa del mismo y en los elementos prefabricados.

Muestreo a juicio o selectivo: los elementos son seleccionados mediante criterio personal. En zonas heterogéneas de pequeña extensión en este caso en la zona de Cercado donde se escogen puntos base los tipos de desechos plásticos a utilizarse con diferencias como textura color o relieve, etc. Este es la base de una investigación exploratoria, también se puede realizar en zonas homogéneas.

La población o universo es la zona de Cercado y el objeto de estudio es hormigón alivianado con características de aislación térmica y acústica con sus procesos de

estabilización el número de muestras es 3 correspondiente a los desechos plásticos utilizados y sus distintas dosificaciones

El tamaño y la confiabilidad de las muestras se hizo en base al análisis de parámetros de la teoría de Gy para el “muestreo de materiales articulados “que define para caracterización de física: textura, granulometría y densidad: de 500 g a 2000 g.

3.4 Recolección de datos:

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se procederá a la revisión bibliográfica de textos, libros, internet. Por otra parte se realizara el trabajo de laboratorio para buscar el resultado óptimo de dosificación, densidades del estado de endurecimiento del bloque, baldosa y placas; resistencia y compresión y finalmente la comparación de costos.

Para la recopilación, procesamiento y análisis de la información se empleó las siguientes técnicas, entre las que se utilizaron para poder desarrollar este proyecto de tesis, las mismas se detallan en el siguiente cuadro:

Métodos	Técnicas	Instrumento o procedimientos
Método Inductivo Deductivo	Experimental	Registro de los datos de laboratorio.
	Documentación	Revisión Bibliográfica

Nota. Fuente: Elaboración Propia

– 3.4.1 Instrumentos de relevamiento de información

Al hablar de modalidad nos referimos al tipo de investigación aplicada para la realización del presente proyecto; es así que se empleó:

- Investigación Bibliográfica.
- Investigación de Campo

– 3.4.1.1 Investigación Bibliográfica

La investigación Bibliográfica es una indagación documental que permite, apoyar teóricamente la investigación que se desea realizar. Por ello el desarrollo del presente tema de investigación se realizó en base a una revisión en libros, textos, documentos y publicaciones en Internet, de varios autores que versan sobre el hormigón liviano y que permitió sustentar la explicación teórica del tema.

– 3.4.1.2 Investigación de Campo

“La investigación de campo, es el trabajo metódico realizado para recoger material directo de la información en el lugar mismo donde se presenta el fenómeno que quiere estudiarse, o donde se realizan aquellos aspectos que van a sujetarse a estudio”.

– 3.4.1.3 Fuentes de información

“Las fuentes de información constituyen una plataforma común de la comunidad científica para la difusión de sus conocimientos, y facilitan el flujo y la transmisión de información entre personas, equipos e instituciones interesadas en el estudio de un determinado campo disciplinar”.

Para el presente proyecto de investigación se utilizaron fuentes de información:

Primarias porque son aquellas que contienen información original recabada de la aplicación de los proveedores de materia prima del mercado.

Secundarias porque la investigación se basó en diversos tipos de documentos como libros, páginas web, comentarios, artículos de periódicos, revistas relacionados con el tema de investigación.

CAPITULO III

RESULTADOS Y ANALISIS

3.5 Análisis de los datos investigados

3.5.1 Cálculo y obtención de dosificación de materiales

- 3.5.1.1| Preparación de probetas cilíndricas para ensayo de esfuerzo a la compresión:

Lo primero que se hizo para elaborar estas probetas cilíndricas fue recolectar las materias primas por distintos puntos de Tarija, calles, mercados plazas, parques, obras en construcción, etc.

Mercados



Figura 23.

Calles



Figura 24.

Plazas



Figura 25.

Obras en construcción



Figura 26.

Luego de su recolección de las materias primas y antes de ser empleadas para la fabricación de hormigón liviano fueron previamente lavadas para su posterior tratado (picado y triturado).

Polietileno de baja densidad



Figura 27.



Figura 28.



Figura 29.

Posteriormente se pasó al tratado de las materias primas poliestireno expandido y polietileno de baja densidad (triturado y picado) con herramientas domésticas (serrucho, cuchillos y raspador de cocina), para ser empleadas en la elaboración del hormigón con mayor facilidad.

Triturado del poliestireno expandido (EPS).



Figura 30.



Figura 31.



Figura 32.

El picado del poliestireno luego de su tratado es recomendable de que quede de esta forma por el motivo que su superficie queda rugosa y así se crea un mejor agarre o ligado con el cemento en el momento de la fusión con el activante (agua) ya que si es perlado su superficie es muy lisa y no existe un óptimo mezclado por el tema de su liviandad sucede la separación del agregado y el ligante.



Figura 33.



Figura 34.

El tratado de este agregado polietileno de baja densidad se lo realizo con tijeras cortándolo en tamaños pequeños para poder ser empleados en los hormigones y así no exista separación del material una vez ya sea parte del hormigón.

Picado del polietileno de baja densidad (LDPE)



Figura 35.



Figura 36.

Una vez teniendo listas las materias primas y los demás materiales para formar el hormigón se pasa a diseñar los diferentes tipos de las dosificaciones por porcentajes.

Determinacion de dosificacion N° 1 por medio de porcentaje:			
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
100%	100%	100%	100%
6,55	0,005301438	0,005301438	2,5
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
20%	15%	65%	100%
1,31	0,00080	0,00345	2,5

Figura 37.

Determinacion de dosificacion N° 2 por medio de porcentaje:			
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
100%	100%	100%	100%
6,55	0,005301438	0,005301438	2,5
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
25%	20%	55%	100%
1,64	0,0011	0,0029	2,50

Figura 38.

Determinacion de dosificacion N° 3 por medio de porcentaje:			
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
100%	100%	100%	100%
6,55	0,00530	0,00530	2,5
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
30%	25%	45%	100%
1,965	0,0013	0,0024	2,5

Figura 39.

A continuación se pasa a pesar los distintos componentes para separarlos por porcentajes según lo previsto y en base al volumen del cilindro.

Cemento



Figura 40.

Arena



Figura 41.

Mezclado de los materiales cemento, arena y agregado plástico



Figura 42.

Seguidamente se pasa al vaciado correspondiente del hormigón en los encofrados cilíndricos en sus distintas dosificaciones para el ensayo a compresión.

Moldes de cilindros para ensayo de resistencia a la compresión



Figura 43.



Figura 44.



Figura 45.



Figura 46.

Siguiente paso es el desencofrado de las probetas as las 48hrs luego de haber sido vaciadas, esto debido a la plasticidad del hormigón que no cuentas con poros lo que permite un fraguado acelerado común a un hormigón convencional

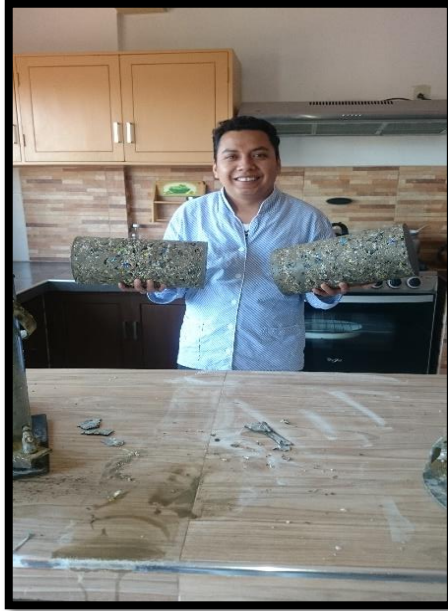


Figura 47.



Figura 48.

Curado de las probetas cilíndricas por 7 días continuos luego pasan al reposo correspondiente donde adquieren su endurecimiento total respecto a: 7, 14, 21, 28 días.



Figura 49.

El último paso de este procedimiento es de romper los cilindros mediante un extensómetro, instrumento para cuantificar la resistencia a la compresión para luego una vez teniendo los resultados buscados de las tres dosificaciones, aplicarlos en la elaboración de bloques y placas con propiedades de aislación térmica y acústica.



Figura 50.



Figura 51.

Teniendo ya las referencias de los resultados buscados de compresión se pasa al empleo de las mezclas en las diferentes presupuestas como ser bloques y placas de hormigón liviano para luego aplicarlo en muros aislantes.



Figura 52.

Prefabricados aplicados en la elaboración de tabiquería y revestimientos aislantes térmicos y acústicos.

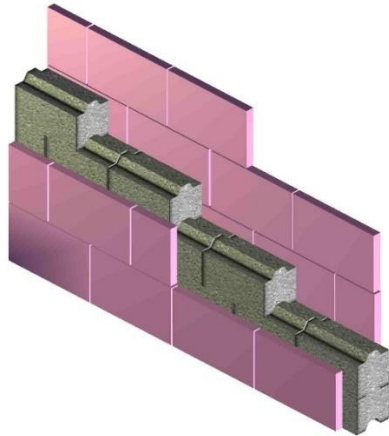


Figura 53.

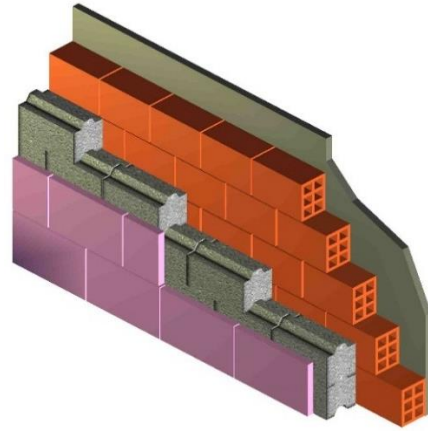


Figura 54.

Una vez teniendo todos los datos correspondientes, mezclas diseñadas, resistencias, densidades, y los materiales (cemento, arena y agregado pastico) listos para su elaboración, se pasa a la fabricación de los materiales prefabricados los cuales siguieron el mismo procedimiento de elaboración de las probetas cilíndricas, para eso se diseñó moldes metálicos especialmente para la producción de placas y bloques de hormigón liviano con agregados de polietileno expandido y polietileno de baja densidad.



Figura 55.

El fraguado aproximadamente dura 48 horas por motivos de porosidad de los agregados, no son arenas ni gravas en donde las moléculas del cemento actúan penetrándose en las mismas para generar un enduredo homogéneo, con los plásticos no ocurre esta reacción lo cual ocasiona retraso en su fraguado desde el momento de su vaciado.



Figura 56.

Calculo de volumen de cilindro

Datos:

Diámetro = 0.15cm

Altura = 0.30cm

$$V = \frac{\pi \times D^2}{4} \times H$$

$$V = \frac{3.1416 \times (0.15)^2 \times 0.30}{4}$$

$$V = \frac{3.1416 \times 0.0225 \times 0.30}{4}$$

$$V = \frac{0.02073}{4} \rightarrow V = 0.005301 \text{ m}^3$$

Determinación de dosificación N° 1 por medio de porcentaje:

Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
100%	100%	100%	100%
6,55	0,005301438	0,005301438	2,5
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
20%	15%	65%	100%
1,31	0,00080	0,00345	2,5

Figura 2.

Dosificación N° 1 Cantidades de Materiales para Obtener 1m³ de H°L°

Cemento (kg/m ³)	Arena (m ³ /m ³)	Aglomerante (m ³ /m ³)	Agua (m ³ /m ³)
247,10	0,15	0,65	0,47

Cuadro 3

Determinación de dosificación N° 2 por medio de porcentaje:

Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
100%	100%	100%	100%
6,55	0,005301438	0,005301438	2,5
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
25%	20%	55%	100%
1,64	0,0011	0,0029	2,50

Cuadro 4

Dosificación N° 2 Cantidades de Materiales para Obtener 1m³ de H°L°

Cemento (kg/m ³)	Arena (m ³ /m ³)	Aglomerante (m ³ /m ³)	Agua (m ³ /m ³)
308,88	0,20	0,55	0,47

Cuadro 5

Determinación de dosificación N° 3 por medio de porcentaje:

Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
100%	100%	100%	100%
6,55	0,00530	0,00530	2,5
Cemento (kg)	Arena (m ³)	Aglomerante (m ³)	Agua (Lts)
30%	25%	45%	100%
1,965	0,0013	0,0024	2,5

Cuadro 6

Dosificación N° 3 Cantidades de materiales para Obtener 1m³ de H°L°

Cemento (kg/m ³)	Arena (m ³ /m ³)	Aglomerante (m ³ /m ³)	Agua (m ³ /m ³)
370,65	0,25	0,45	0,47

Cuadro 7

3.5.2 Calculo de materiales para construir 1 bloque de H°L°

Calculo de Volumen de bloque H°L°

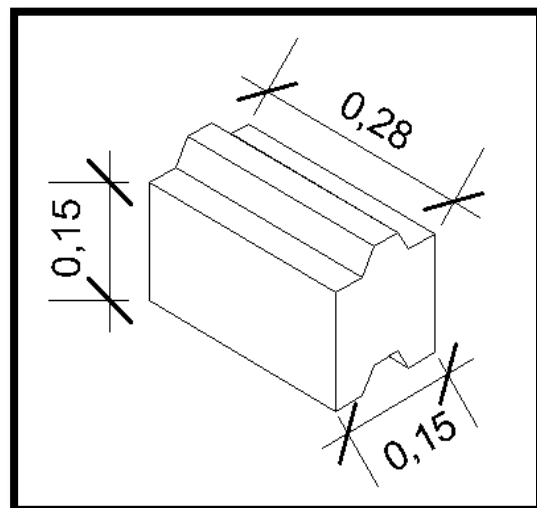
DATOS:

Altura = 0,15 m.

Ancho = 0,15 m.

longitud = 0,28 m.

Volumen = 0,0063 m³



CANTIDAD DE INSUMOS PARA OBTENER 1 BLOQUE DE H°L° CON DOSIFICACION N° 1

Cemento	=	247,10	kg/m ³ x	0,0063	m ³ =	1,56	kg
Arena	=	0,15	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,00095	m ³
Agregado Plast.	=	0,65	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,0041	m ³
Agua	=	0,47	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,0030	m ³

Cuadro 8

Total de Materiales:

Cemento	1,5567	kg
Arena	0,0009	m ³
Agregado Plast.	0,0041	m ³
Agua	0,00	m ³
Molde	1,00	Pza

Cuadro 9

CANTIDAD DE INSUMOS PARA OBTENER 1 BLOQUE DE H°L° CON DOSIFICACION N° 2

Cemento	=	308,88	kg/m ³ x	0,0063	m ³ =	1,95	kg
Arena	=	0,20	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,00126	m ³
Agregado Plast.	=	0,55	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,0035	m ³
agua	=	0,47	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,0030	m ³

Cuadro 10

Total de Materiales:

Cemento	1,9459	kg
Arena	0,0013	m ³
Agregado Plast.	0,0035	m ³
Agua	0,0030	m ³
Molde	1	Pza

Cuadro 11

CANTIDAD DE INSUMOS PARA OBTENER 1 BLOQUE DE H°L° CON DOSIFICACION N° 3

Cemento	=	370,65	kg/m ³ x	0,0063	m ³ =	2,34	kg
Arena	=	0,25	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,0016	m ³
Agregado Plast.	=	0,45	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,0028	m ³
Agua	=	0,47	m ³ /m ³ x	0,0063	m ³ =	0,0030	m ³

Cuadro 12

Total de Materiales

Cemento	2,3351	kg
Arena	0,0016	m ³
Agregado Plast.	0,0028	m ³
Agua	0,0030	m ³
Molde	1,00	Pza

Cuadro 13

3.5.3 Dosificación en volúmenes obtenidos

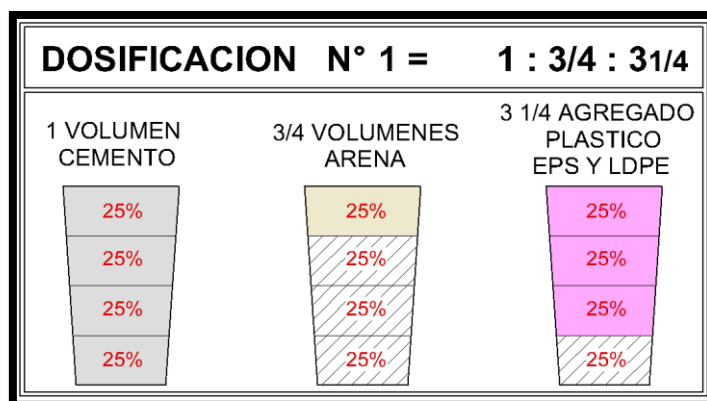


Figura 57.

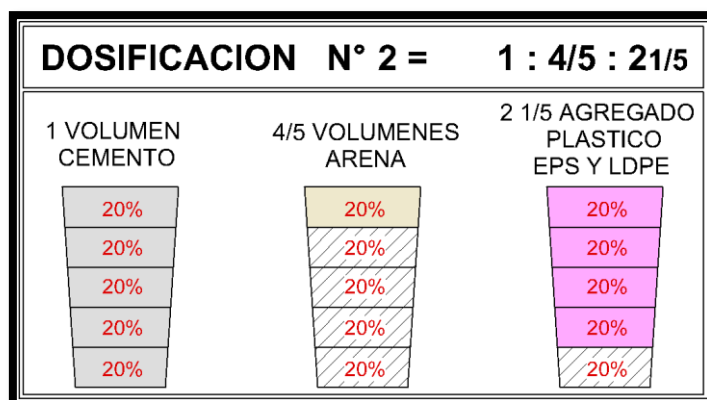


Figura 58.

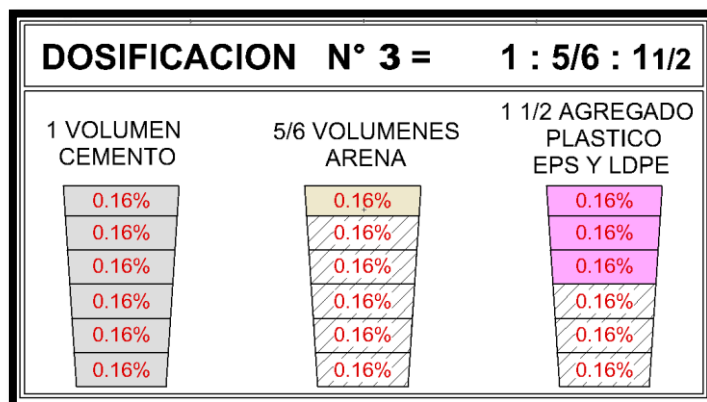


Figura 59.

3.5.4 Calculo de las densidades y resistencias a flexocompresión de las distintas dosificaciones (cilindros).

Dosificación N° 1

Resistencia Adquirida: (13,44 kg/cm²)
Num. de vueltas de extensometro: 1,75

Dosificación N° 2

Resistencia Adquirida: (22,04 kg/cm²)
Num. de vueltas de extensometro: 2,87

Dosificación N° 3

Resistencia Adquirida: (29,95 kg/cm²)
Num. de vueltas de extensometro: 3,90

$$\rho = (\text{Masa (kg)}) / (\text{Volumen (m}^3\text{)})$$

Densidad Cilindro 1:

Datos:

Masa	=	3,5	kg
Volumen	=	0,0053	m ³
Densidad	=	660,20	kg/m ³

Densidad Cilindro 2:

Datos:

Masa	=	4,5	kg
Volumen	=	0,0053	m ³
Densidad	=	848,83	kg/m ³

Densidad Cilindro 3:

Datos:

Masa = 7,75 kg
 Volumen = 0,0053 kg/m³
 Densidad = **1461,87** kg/m³

RESUMEN

PROBETA CILINDRICA(dosificación)			
N°	1	2	3
RESISTENCIA (Kg/cm²)	13,44	20,04	29,95
DENSIDAD (kg/m³)	660,20	848,83	1461,87

Cuadro 14

3.5.5 Ensayos de aislación térmica

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE AISLACIÓN TÉRMICA

Instrumentos de medición para la realización de este ensayo:

- Una fuente que produzca calor
- Un termómetro infrarrojo (pistola a laser).



Figura 60.

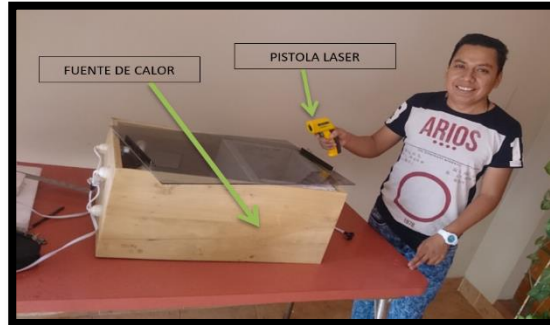


Figura 61.



Figura 62.

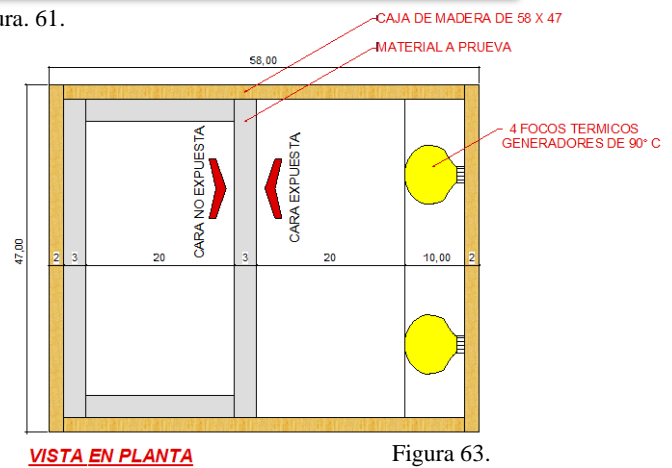


Figura 63.

Materiales sometidos a prueba de este ensayo para cuantificar su resistencia a la transmitancia de calor producida por una fuente de calor que genera 90°C . De calor.



Figura 64



Figura 65.



Figura 66.

Bloques de hormigón liviano en sus 3 dosificaciones diferentes, $e = 15\text{cm}$:



Figura 67.

Placas enyesadas $e = 3\text{cm}$ en sus 3 dosificaciones diferentes

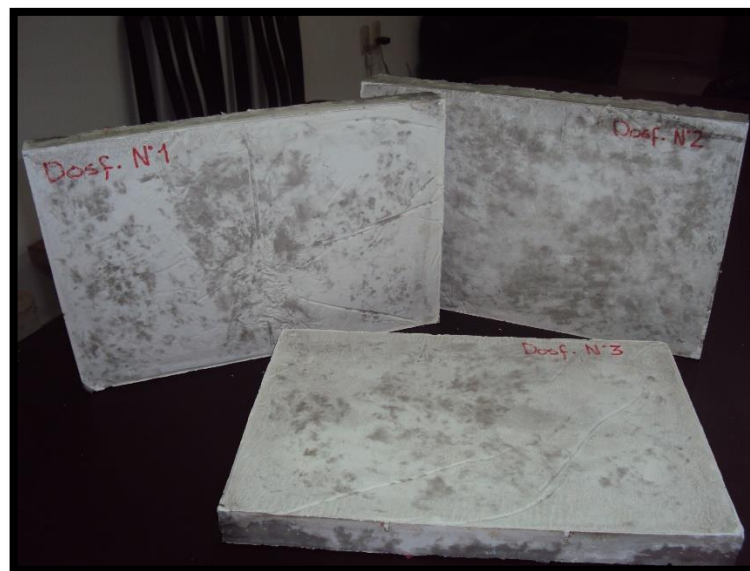


Figura 68.

Placas cementadas $e = 5\text{cm}$ en sus 3 dosificaciones diferentes



Figura 69.

Procedimiento:

Paso 1:

Primeramente se realiza la medición de la temperatura inicial con la pistola a laser directamente apuntando al material sobre las superficies expuestas el cual nos proporcionara un dato referente preliminar a la temperatura actual por la que posee el material a prueba.



Figura 70.



Figura 71.

Paso 2:

Se enciende la fuente de calor que funciona a electricidad compuesta por 4 focos térmicos generadores de 400w de calor el cual influye sobre el material directamente con una distancia mínima a 20cm de separación del material el cual calienta hasta 90°C máximo.



Figura 72.

Paso 3:

Se proseguí a la medición de las temperaturas en intervalos de 30 minutos hasta llegar a las 2 hrs. Lo cual nos ayudara a determinar el grado de aislación térmica que poseen dichos materiales.



Figura 73.



Figura 74.



Figura 75.

Paso 4:

Graficar todos los datos obtenidos en una planilla en el cual se mostrara lo obtenido para llegar a una conclusión por medio de fórmulas que nos ayudaran a determinar la resistencia a la transmitancia de calor que soportan los materiales prefabricados.

Tablas:

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: PLACA DE REVESTIMIENTO DE H°L°						
DOSIFICACION 1			e : 5 cm			
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m ²)	e(m)
30 min	105,8	43,4	62,4	200	0.04	0,05
60 min	127,4	55,6	71,8	200	0.04	0,05
90 min	142,2	69,4	72,8	200	0.04	0,05
120 min	152,2	71,6	80,6	200	0.04	0,05
TOTAL ΔT	131,9	60	71,9	200		

Cuadro 15

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.05 \times 0.25}{2 \times 0.04 \times 71.9}$$

$$\lambda = \frac{2.5}{5.752} = 0.434 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

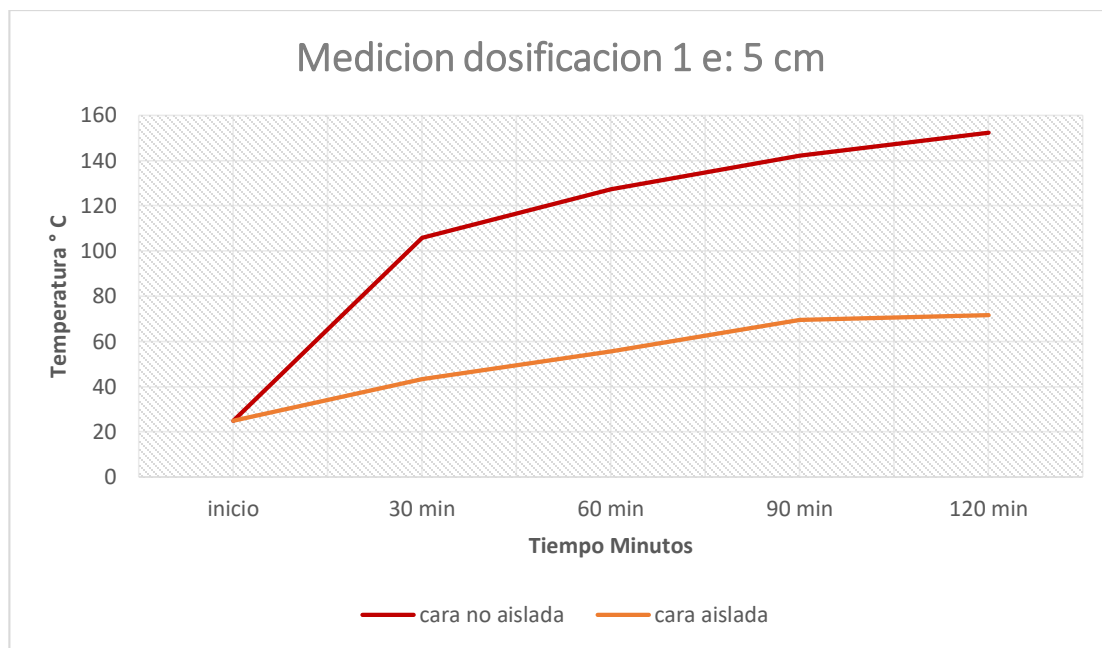
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.05}{0.434} = 0.115 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.115} = 8.695 \text{ w}/\text{m}^2.\text{k}$$



Grafica 1.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: PLACA DE REVESTIMIENTO DE H°L°						
DOSIFICACION 2 e : 5 cm						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m²)	e(m)
30 min	107.0	33.0	74	200	0.04	0,05
60 min	131.0	50.4	80.6	200	0.04	0,05
90 min	146.4	63.4	83	200	0.04	0,05
120 min	158.0	68.6	89.4	200	0.04	0,05

TOTAL ΔT	135.4	53.85	81.75	200		
----------	-------	-------	-------	-----	--	--

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.05 \times 0.25}{2 \times 0.04 \times 81.75}$$

$$\lambda = \frac{2.5}{6.54} = 0.382 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

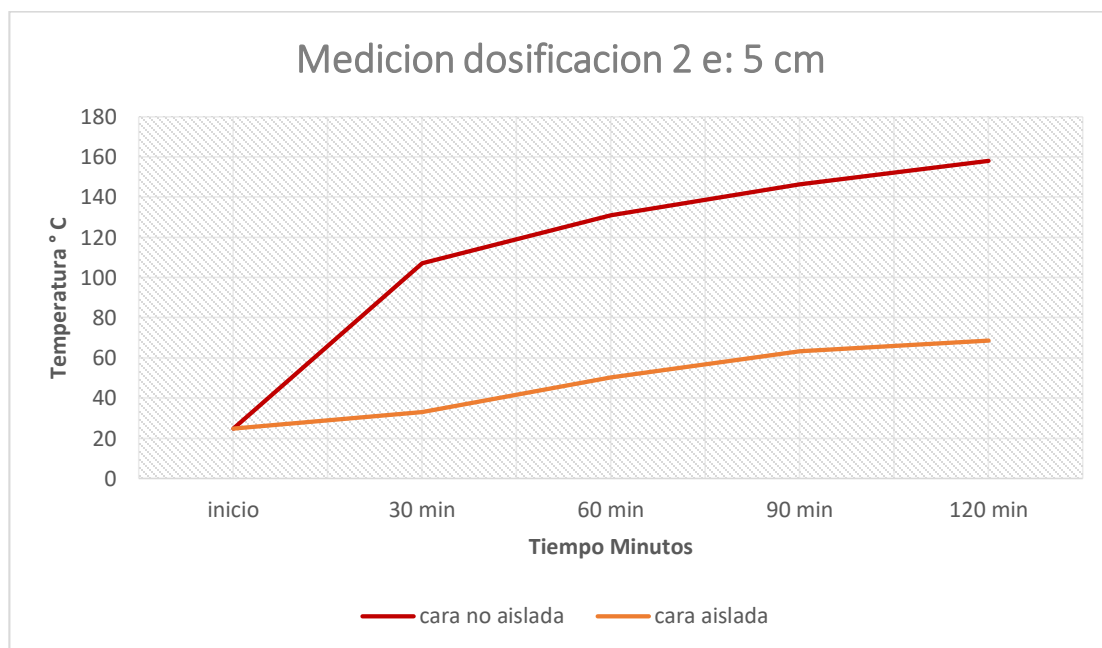
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.05}{0.382} = 0.1308 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.1308} = 7.645 \text{ w}/\text{m}^2.\text{k}$$



Grafica 2.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: PLACA DE REVESTIMIENTO DE H°L°						
DOSIFICACION 3 e : 5 cm						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m²)	e(m)
30 min	110	41.4	68.6	200	0.04	0,05
60 min	135.2	58.4	76.8	200	0.04	0,05
90 min	145.8	65.4	80.4	200	0.04	0,05
120 min	156.4	68.6	87.8	200	0.04	0,05
TOTAL ΔT	136.85	58.45	78.4	200		

Cuadro 17

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.05 \times 0.25}{2 \times 0.04 \times 78.4}$$

$$\lambda = \frac{2.5}{3.076} = 0.8127 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

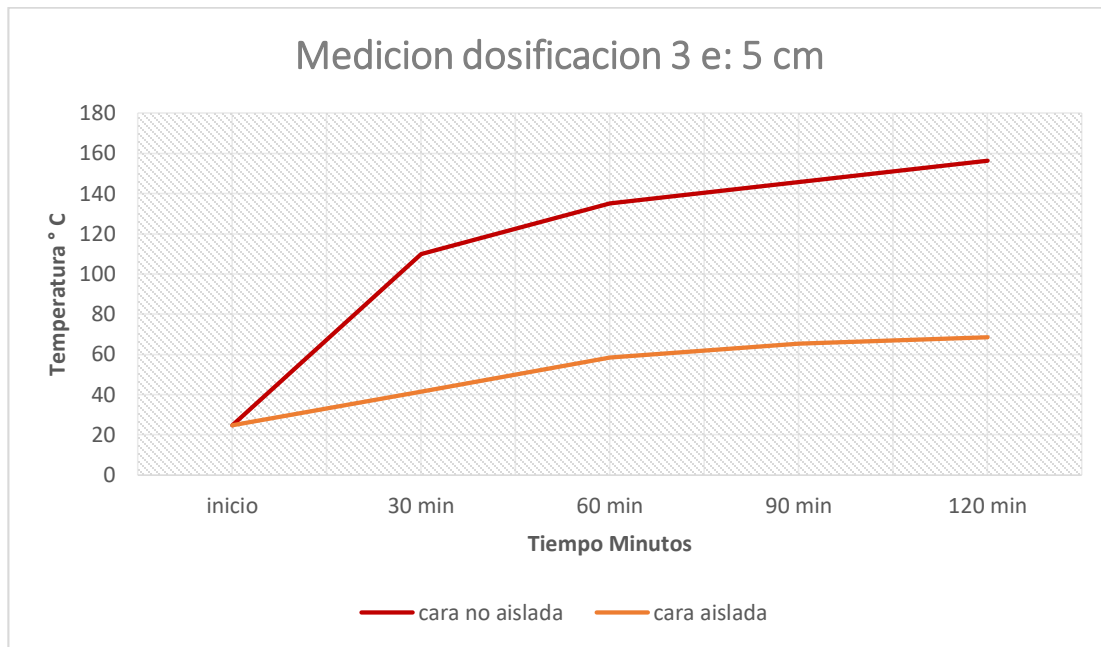
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.05}{0.8127} = 0.0615 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.0615} = 16.261 \text{ w}/\text{m}^2.\text{k}$$



Grafica 3.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: PLACA DE REVESTIMIENTO DE H°L°						
DOSIFICACION 1 e = 3cm						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m ²)	e(m)
30 min	108.4	56.2	52.2	200	0,088	0,03
60 min	124.8	69.2	55.6	200	0,088	0,03
90 min	136	73.8	62.2	200	0,088	0,03
120 min	143.4	74.2	69.25	200	0,088	0,03
TOTAL ΔT	128.15	68.35	59.8	200		

Cuadro 17

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.03 \times 0.25}{2 \times 0.088 \times 59.8}$$

$$\lambda = \frac{1.5}{10.52} = 0.1425 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

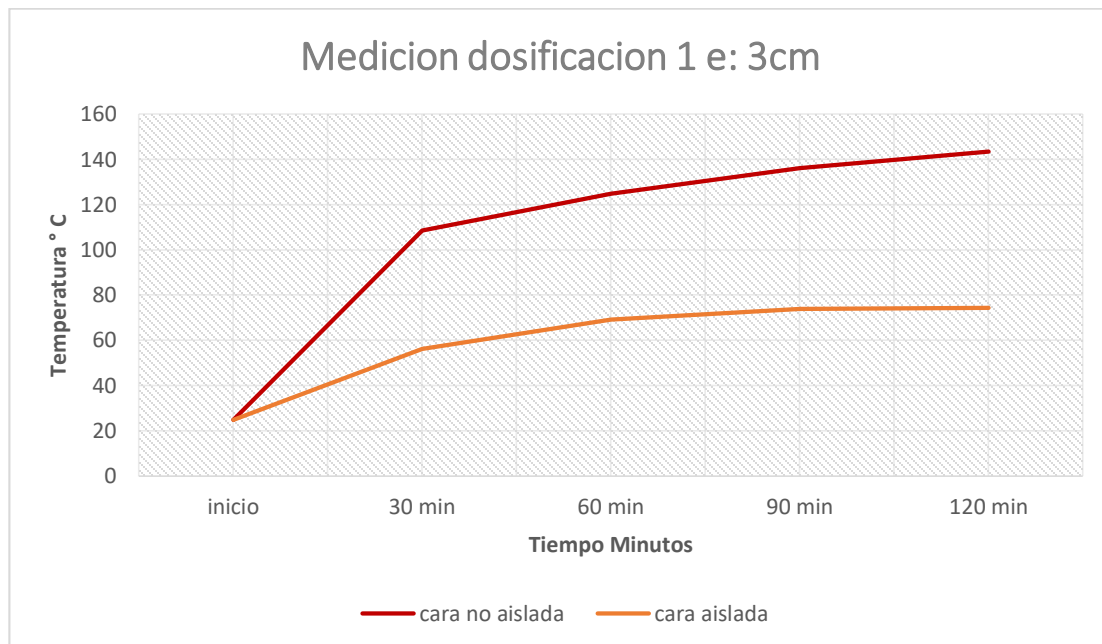
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.03}{0.1425} = 0.2105 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w/m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.2105} = 4.505 \text{ w/m}^2.\text{k}$$



Grafica 4.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: PLACA DE REVESTIMIENTO DE H°L°						
DOSIFICACION 2 e = 3cm						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m ²)	e(m)
30 min	112	55.8	57.2	200	0,088	0,03
60 min	125.8	68.6	57.2	200	0,088	0,03
90 min	140	73.4	66.6	200	0,088	0,03
120 min	146.2	77.0	69.2	200	0,088	0,03
TOTAL ΔT	131	68.7	62.55	200		

Cuadro 18

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.03 \times 0.25}{2 \times 0.088 \times 62.55}$$

$$\lambda = \frac{1.5}{11.00} = 0.136 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

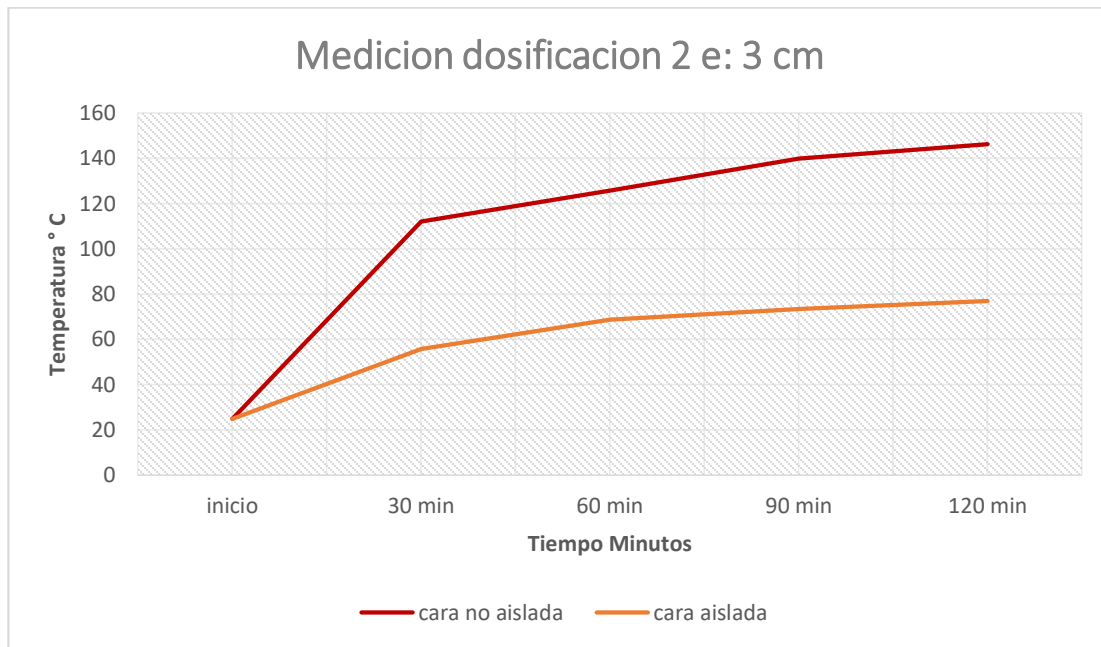
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.03}{0.136} = 0.2205 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.2205} = 4.535 \text{ w}/\text{m}^2. \text{ k}$$



Grafica 5.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: PLACA DE REVESTIMIENTO DE H°L°						
DOSIFICACION 3 e = 3cm						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m ²)	e(m)
30 min	87.4	48.8	38.6	200	0,088	0,03
60 min	104.8	65.6	39.2	200	0,088	0,03
90 min	115	74.8	40.2	200	0,088	0,03
120 min	121.2	81.4	39.8	200	0,088	0,03
TOTAL ΔT	107.1	67.65	39.45	200		

Cuadro 19

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.03 \times 0.25}{2 \times 0.088 \times 39.45}$$

$$\lambda = \frac{1.5}{6.9432} = 0.216 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

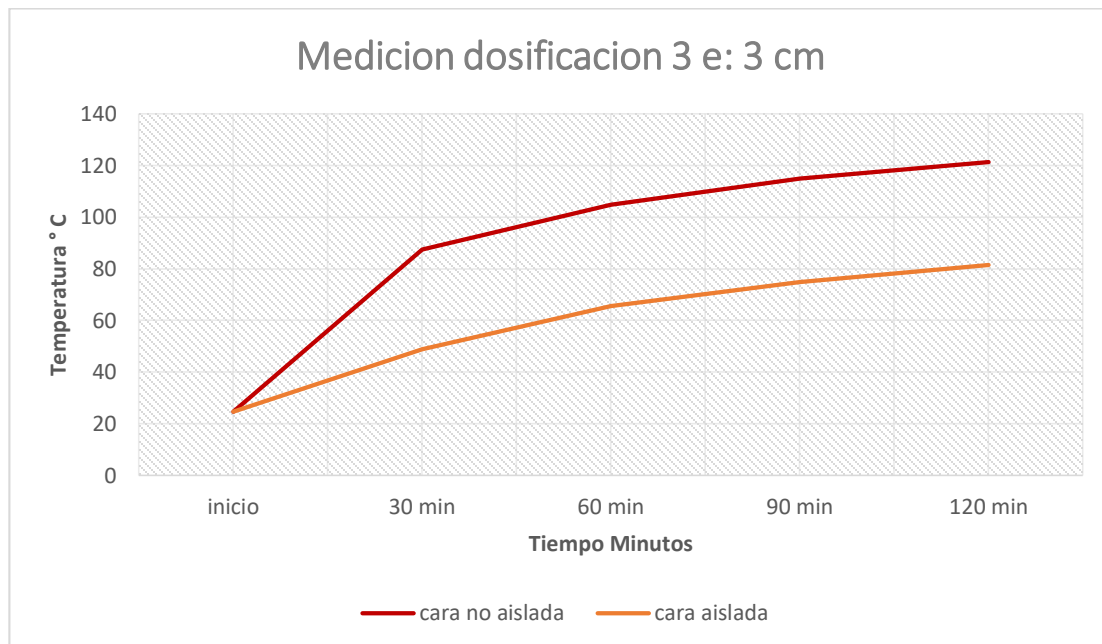
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.03}{0.216} = 0.1388 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.1388} = 7.204 \text{ w}/\text{m}^2.\text{k}$$



Grafica 6.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: BLOQUES DE H°L°						
DOSIFICACION 1						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m ²)	e(m)
30 min	102.6	25.2	77.4	200	0,042	0,15
60 min	106.4	25.2	81.2	200	0,042	0,15
90 min	112.4	25.8	86.6	200	0,042	0,15
120 min	126.2	26.6	99.6	200	0,042	0,15
TOTAL ΔT	111.9	25.7	86.2	200		

Cuadro 20

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.15 \times 0.25}{2 \times 0.042 \times 86.2}$$

$$\lambda = \frac{7.5}{7.2408} = 1.0357 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

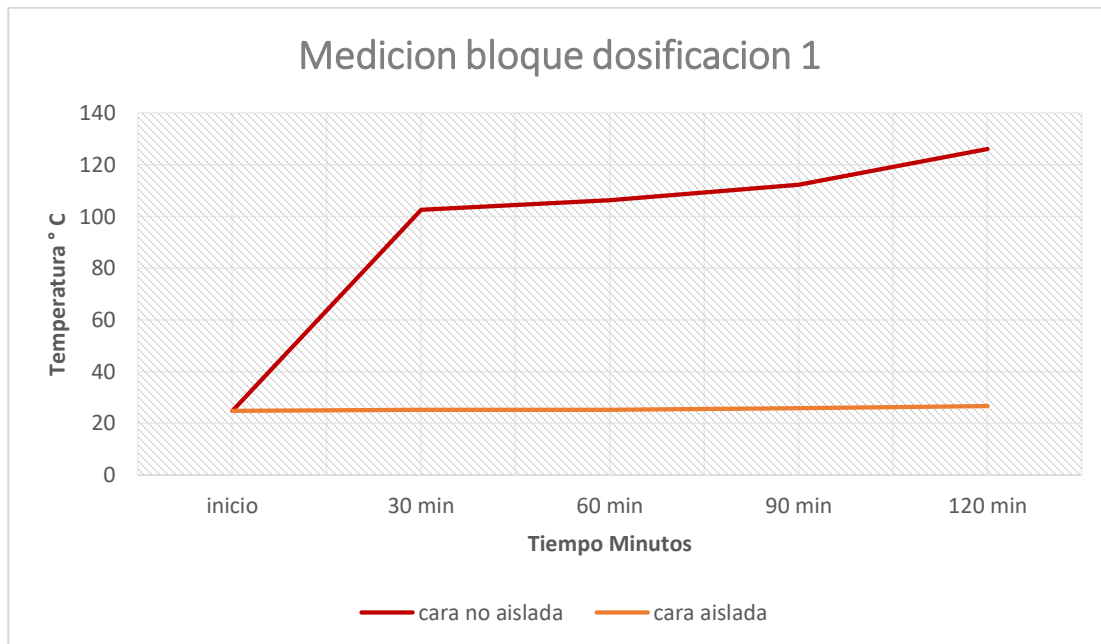
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.15}{1.0357} = 0.144 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.144} = 6.944 \text{ w}/\text{m}^2. \text{k}$$



Grafica 7.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: BLOQUE DE H°L°						
DOSIFICACION 2						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m ²)	e(m)
30 min	106	24.9	81.2	200	0,042	0,15
60 min	114.4	25.0	89.4	200	0,042	0,15
90 min	121.2	26.4	94.8	200	0,042	0,15
120 min	127.2	27.4	99.8	200	0,042	0,15
TOTAL ΔT	117.2	25.9	91.3	200		

Cuadro 21

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.15 \times 0.25}{2 \times 0.042 \times 91.3}$$

$$\lambda = \frac{7.5}{7.6692} = 0.977 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

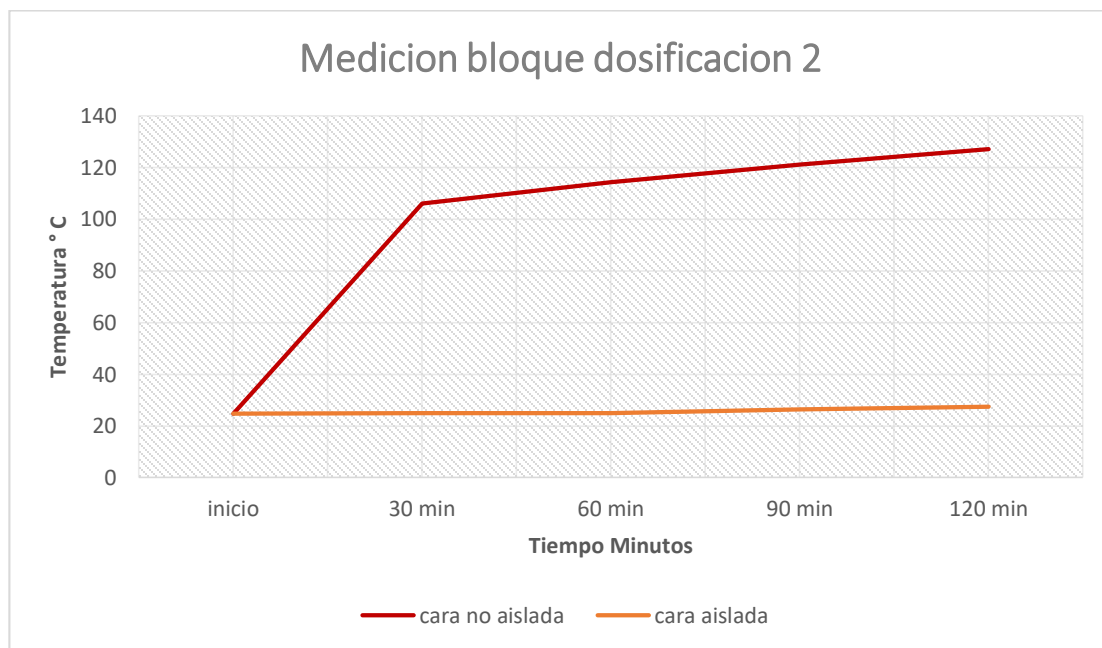
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.15}{0.977} = 0.1535 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.1535} = 6.5146 \text{ w}/\text{m}^2. \text{ k}$$



Grafica 8.

ENSAYOS DE TEMPERATURAS REGISTRADAS CON INTERVALOS DE 30min HASTA 2 Hrs						
DATOS DEL MATERIAL A PRUEBA: BLOQUE DE H°L°						
DOSIFICACION 3						
TEMPERATURA INICIAL REGISTRADA DEL MATERIAL					24,8° C	
TIEMPO	CARA NO AISLADA	CARA AISLADA	ΔT	Q(W)	A(m²)	e(m)
30 min	105	26.1	78.9	200	0,042	0,15
60 min	115.6	26.5	89.1	200	0,042	0,15
90 min	121	27.00	94	200	0,042	0,15
120 min	129.2	28.00	101.2	200	0,042	0,15
TOTAL ΔT	117.7	26.9	90.8	200		

Cuadro 22

Conductividad térmica

$$\lambda(\text{W/mk}) = \lambda = \frac{200 \times 0.15 \times 0.25}{2 \times 0.042 \times 90.8}$$

$$\lambda = \frac{7.5}{7.6272} = 0.9833 \text{ w/m.k}$$

Resistencia térmica

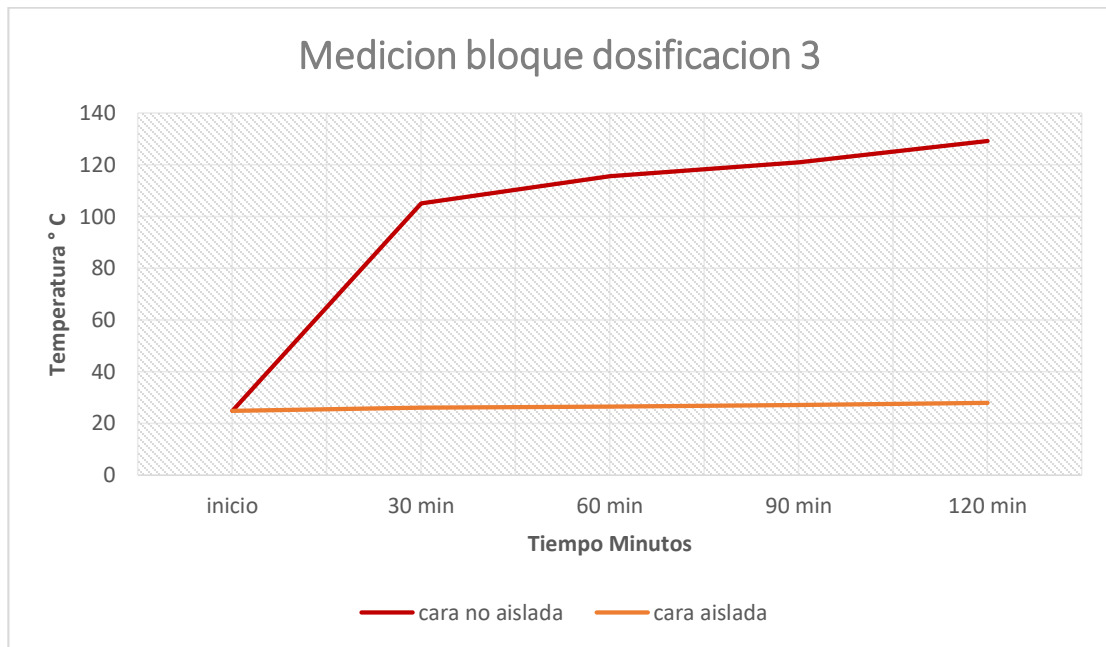
$$R(\text{m}^2/\text{wk}) = \frac{e}{\lambda}$$

$$R = \frac{0.15}{0.9833} = 0.1525 \text{ m}^2/\text{w.k}$$

Transmitancia térmica

$$U(\text{w}/\text{m}^2\text{k}) = \frac{1}{R}$$

$$U = \frac{1}{0.1525} = 6.557 \text{ w}/\text{m}^2$$



Grafica 9.

3.5.6 Ensayos de aislación acústica

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE AISLACIÓN ACUSTICA

Instrumentos de medición para la realización de este ensayo:

- Un sonómetro.
- Dos tuberías de PBC 50cm Long.
- Una fuente de sonido que produzca 90 o más dB.



Figura 76.



Figura 77.



Figura 78

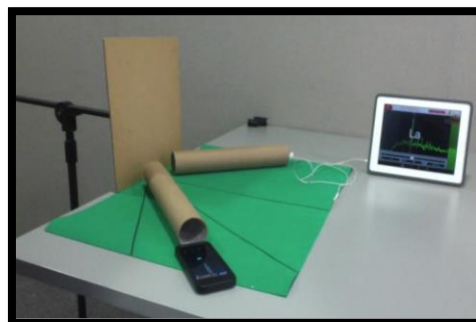


Figura 79

Materiales en sus 3 dosificaciones diferentes que serán sometidos a prueba de aislación acústica para cuantificar su coeficiente de absorción de sonido que poseen cada uno de acuerdo a sus dosificaciones diferentes.

Bloque de HL



Figura 80.

Placa de 3cm



Figura 81.

Placa de 5cm



Figura 82.

Ladrillo de 6h



Figura 83

Almohada de lana

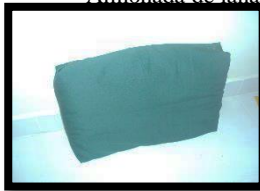


Figura 84.

Plastoformo



Fig 85.

Procedimiento:

Paso 1: Primeramente se realiza la medición inicial de cuanto dB produce la fuente de sonido para así poder sacar una diferencia en el momento de que se haga el estudio con los materiales prefabricados a prueba para ver si existe absorción en los mismos.



Figura 86.

Paso 2:

Se arma el escenario con los elementos, el sonómetro y la fuente de sonido como se observa en la fig. Los tubos se colocaran a 45°, en un extremo irá la fuente de sonido y en el otro el sonómetro recibiendo las frecuencias de sonido que rebota en el material a prueba. Los materiales se encontraran a 2cm de distancia separados de los elementos a prueba. A continuación se enciende la fuente de sonido alrededor de 1min y se prosigue con ensayo hasta que nos arroje los datos buscados.



Figura 87.

Paso 3:

Se proseguí a la medición de los dB que se reflexionan al tener contacto con el material a prueba. Como se observa en la fig. El sonido viaja por los tubos de PVC siendo contacto en el material a prueba y revota directamente así el sonómetro el cual nos arroja datos.

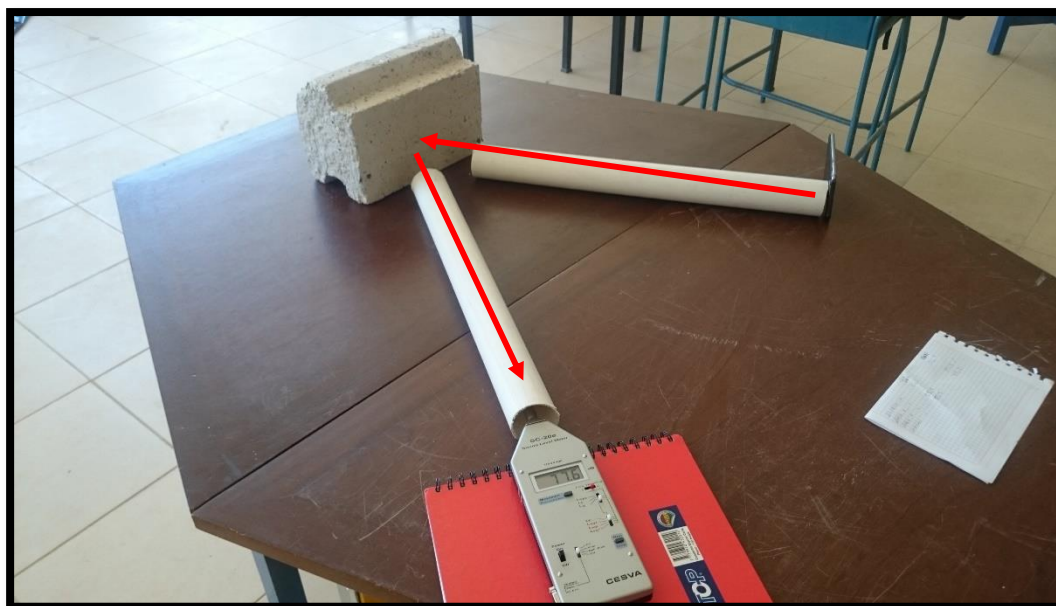


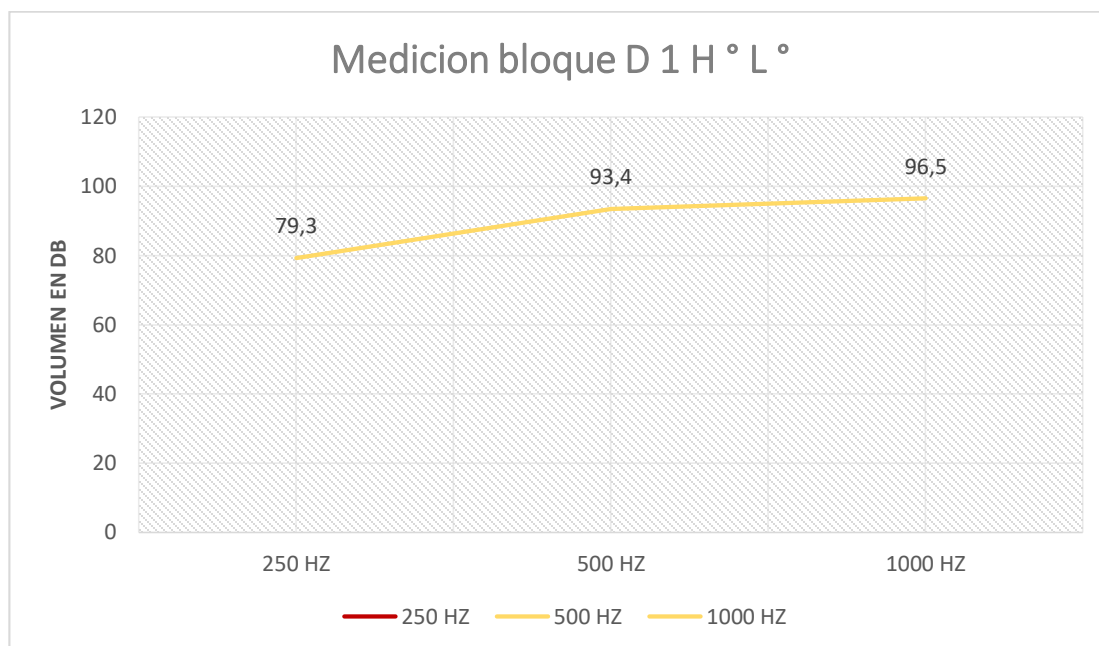
Figura 88.

Paso 4:

Graficar todos los datos obtenidos en una planilla en el cual se mostrara lo obtenido para llegar a una conclusión por medio de este ensayo que nos ayudaran a determinar la absorción de sonido que poseen estos materiales para determinar si son aislantes o no.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	BLOQUE DE HORMIGON LIVIANO		e = 15cm
DOSIFICACION N° 1	1 : ¾ : 3 1/4		
DENSIDAD	660,20 kg/m ³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
250 Hz	500 Hz	1000 Hz	PROMEDIO
79,3 dB	93,4 Db	96,5 dB	89,7

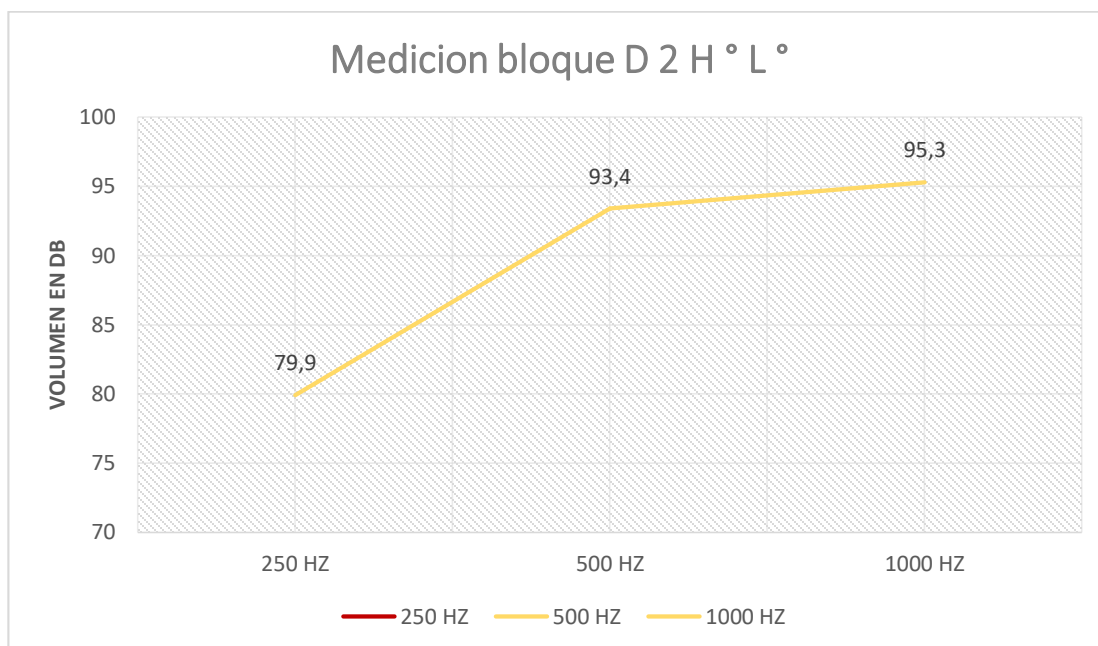
Cuadro 23.



Grafica 10.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	BLOQUE DE HORMIGON LIVIANO		e = 15cm
DOSIFICACION N° 2	1 : 4/5 : 2 1/5		
DENSIDAD	848,83 kg/m³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
79,9 dB	93,4 Db	95,3 dB	89,6

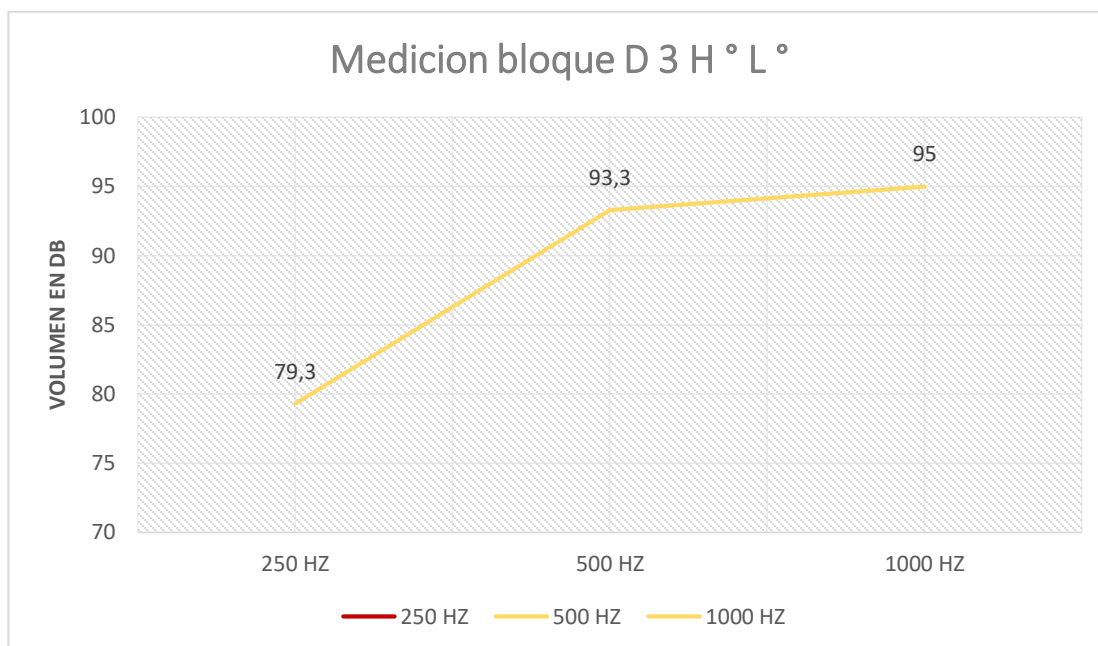
Cuadro 24.



Grafica 11.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	BLOQUE DE HORMIGON LIVIANO		e = 15cm
DOSIFICACION N° 3	1 : 5/6 : 1 1/2		
DENSIDAD	1461,87 kg/m³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
79,3 dB	93,3 Db	95 dB	89,2

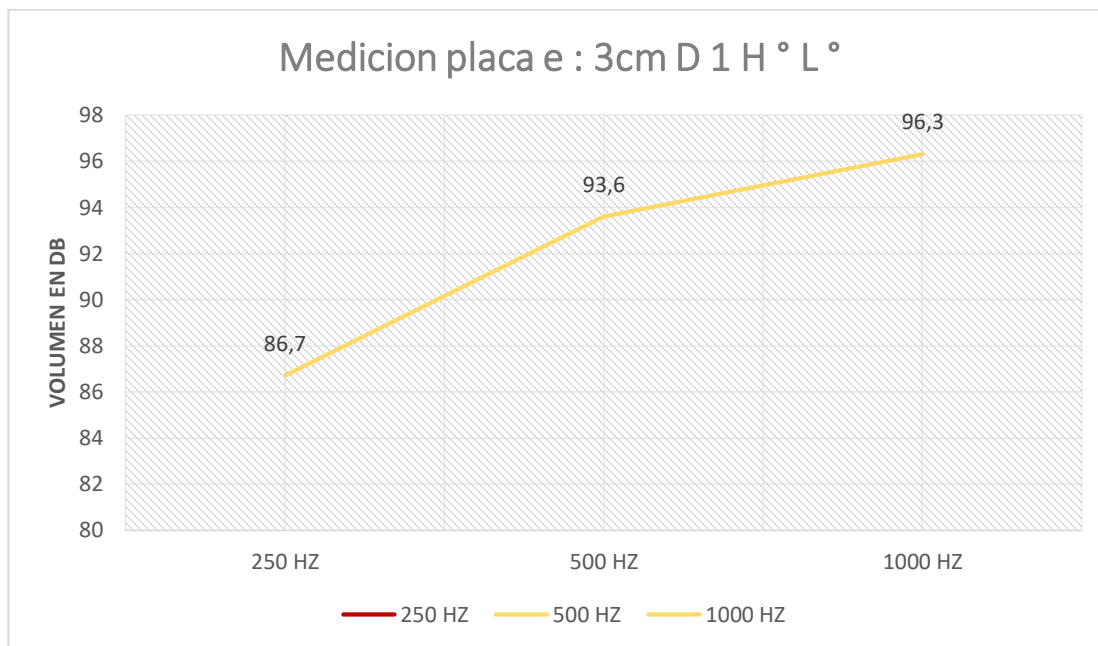
Cuadro 25.



Grafica 12.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	PLACA DE HORMIGON LIVIANO		e = 3cm
DOSIFICACION N° 1	1 : 3/4 : 3 1/4		
DENSIDAD	660,20 kg/m ³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,7 dB	93,6 dB	96,3 dB	92,2

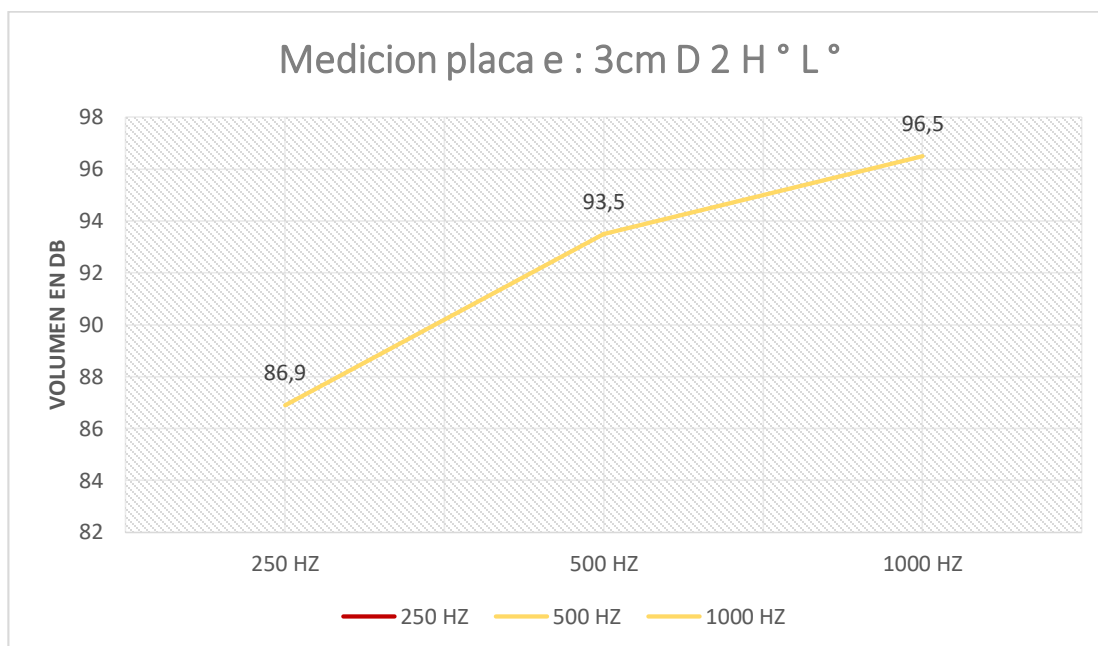
Cuadro 26.



Grafica 13.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	PLACA DE HORMIGON LIVIANO		e = 3cm
DOSIFICACION N° 2	1 : 4/5 : 2 1/5		
DENSIDAD	848,83 kg/m³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,9 Db	93,5 Db	96,5 dB	92,3

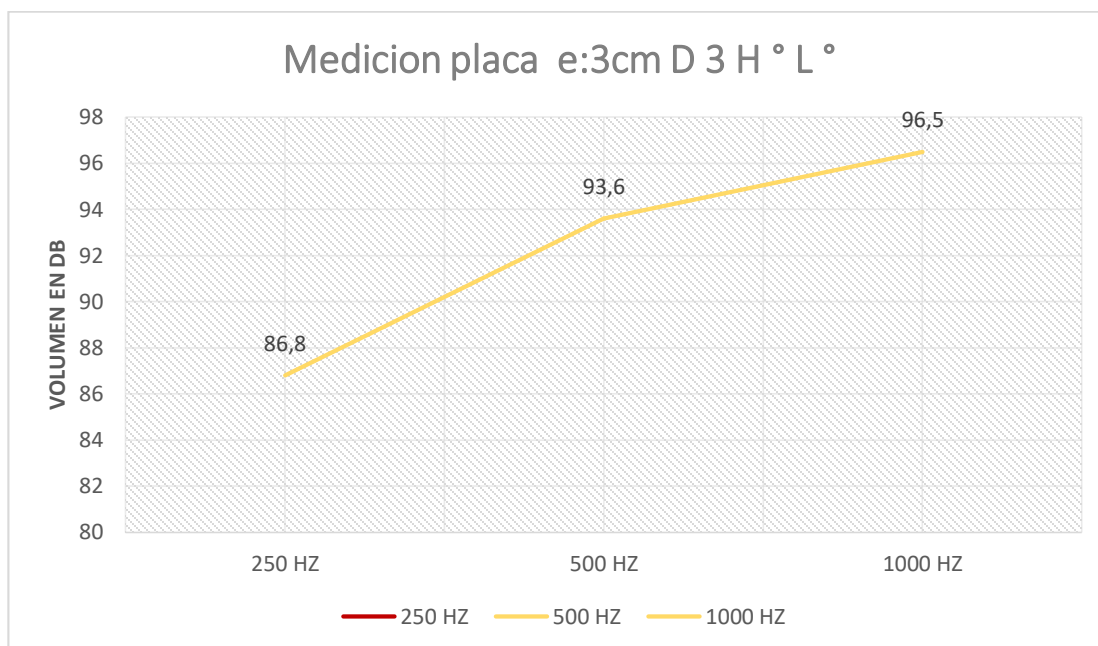
Cuadro 27.



Grafica 14.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	PLACA DE HORMIGON LIVIANO		e = 3cm
DOSIFICACION N° 3	1 : 5/6 : 1 1/2		
DENSIDAD	1461,87 kg/m³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,8 dB	93,6 Db	96,5 dB	92,3

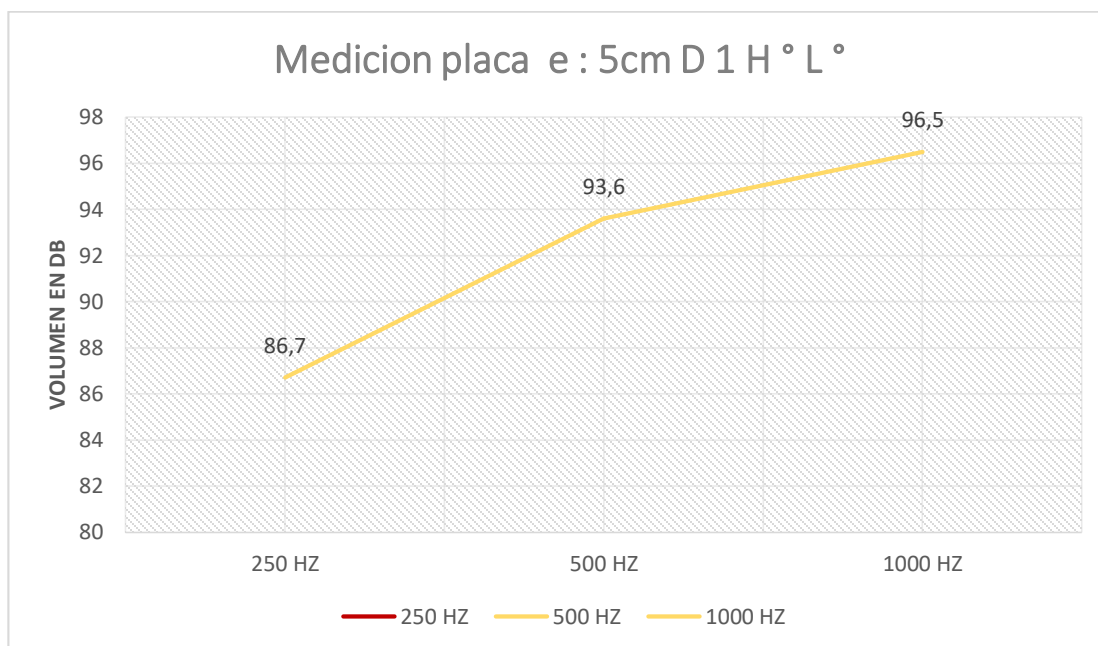
Cuadro 28.



Grafica 15.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	PLACA DE HORMIGON LIVIANO		e = 5cm
DOSIFICACION N° 1	1 : 3/4 : 3 1/4		
DENSIDAD	660,20 kg/m ³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,7 dB	93,6 Db	96,5 dB	92,2

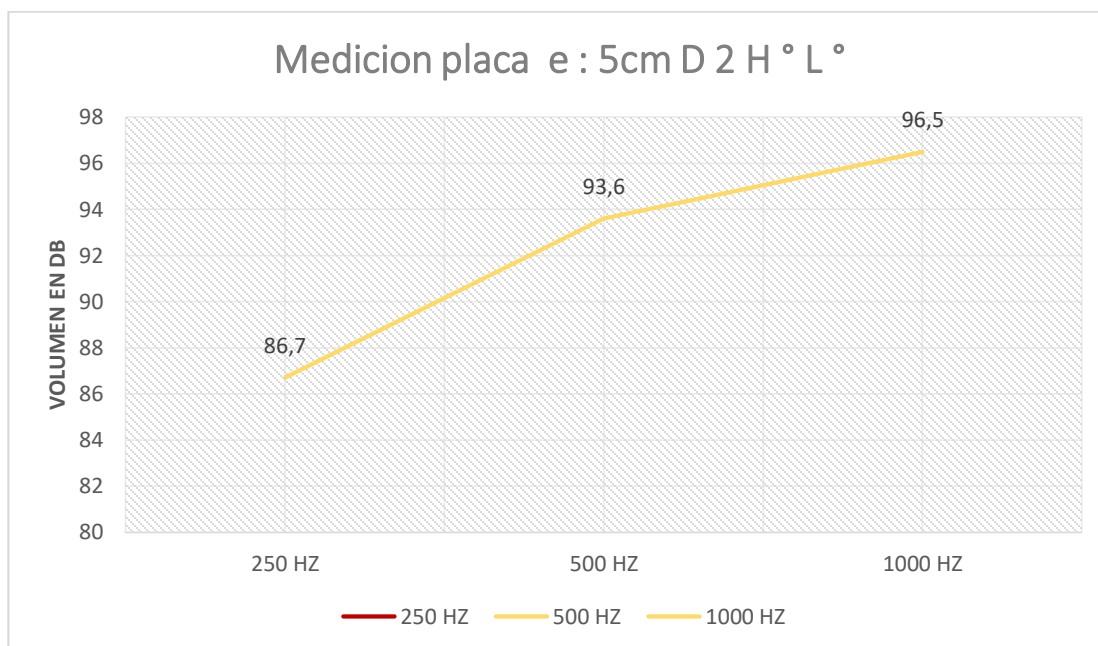
Cuadro 29.



Grafica 16.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	PLACA DE HORMIGON LIVIANO		e = 5cm
DOSIFICACION N° 2	1 : 4/5 : 2 1/5		
DENSIDAD	848,83 kg/m ³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,7 dB	93,6 Db	96,2 dB	92,1

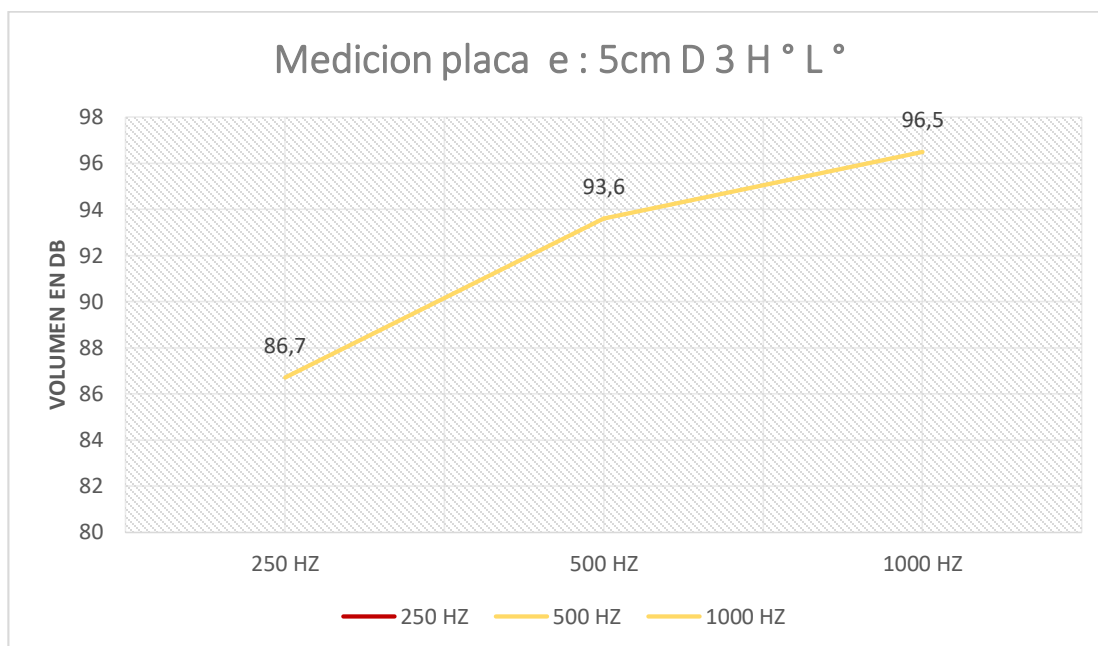
Cuadro 30.



Grafica 17.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	PLACA DE HORMIGON LIVIANO		e = 5cm
DOSIFICACION N° 3	1 : 5/6 : 1 1/2		
DENSIDAD	1461,87 kg/m³		
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,7 dB	93,6 Db	96,2 dB	92,1

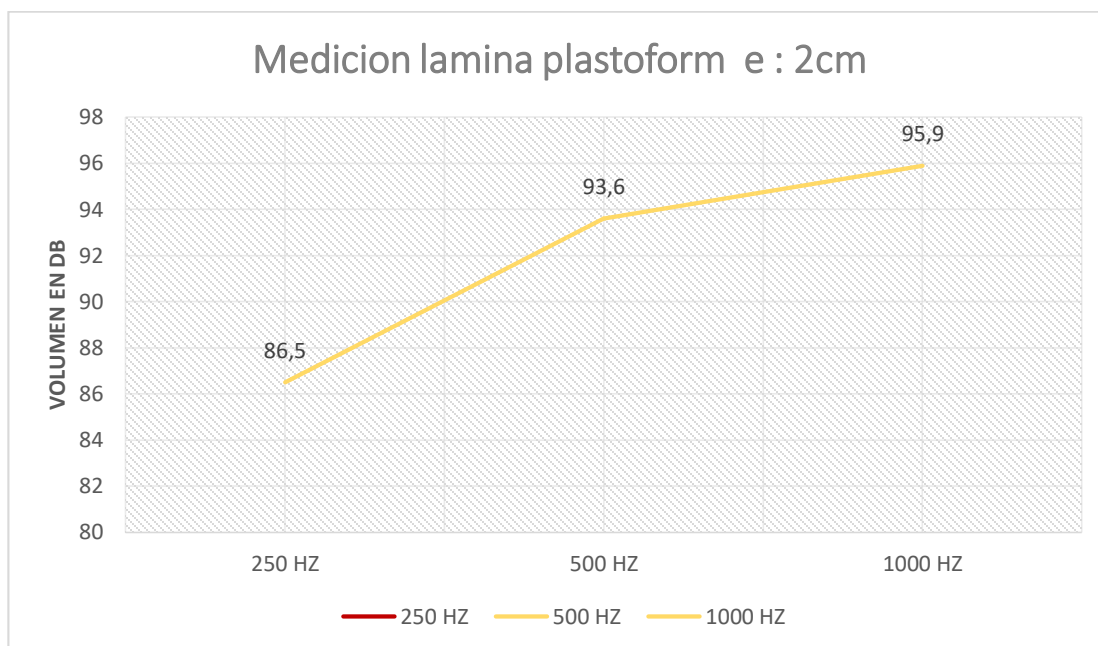
Cuadro 31.



Grafica 18.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	LAMINA DE PLASTOFORMO	e = 2cm	
DENSIDAD			
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,5 dB	93,6 dB	95,9 dB	92

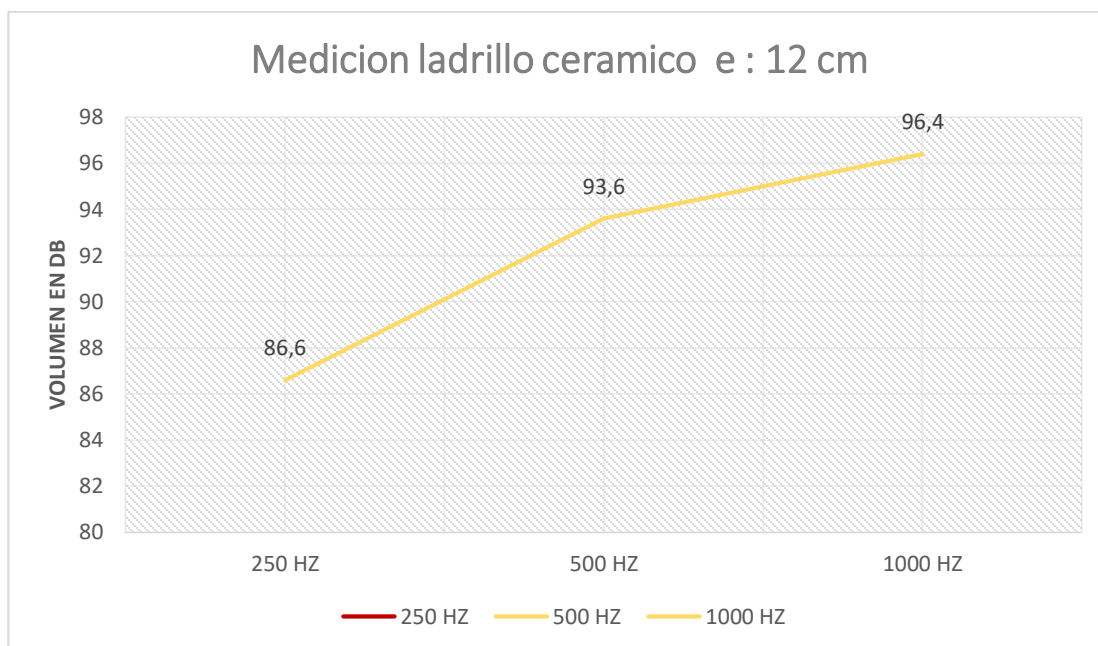
Cuadro 32.



Cuadro 19.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	LADRILLO CERAMICO DE 6H	e = 12cm	
DENSIDAD			
FUENTE DE SONIDO	85 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
86,6 dB	93,6 dB	96,4 dB	92,2

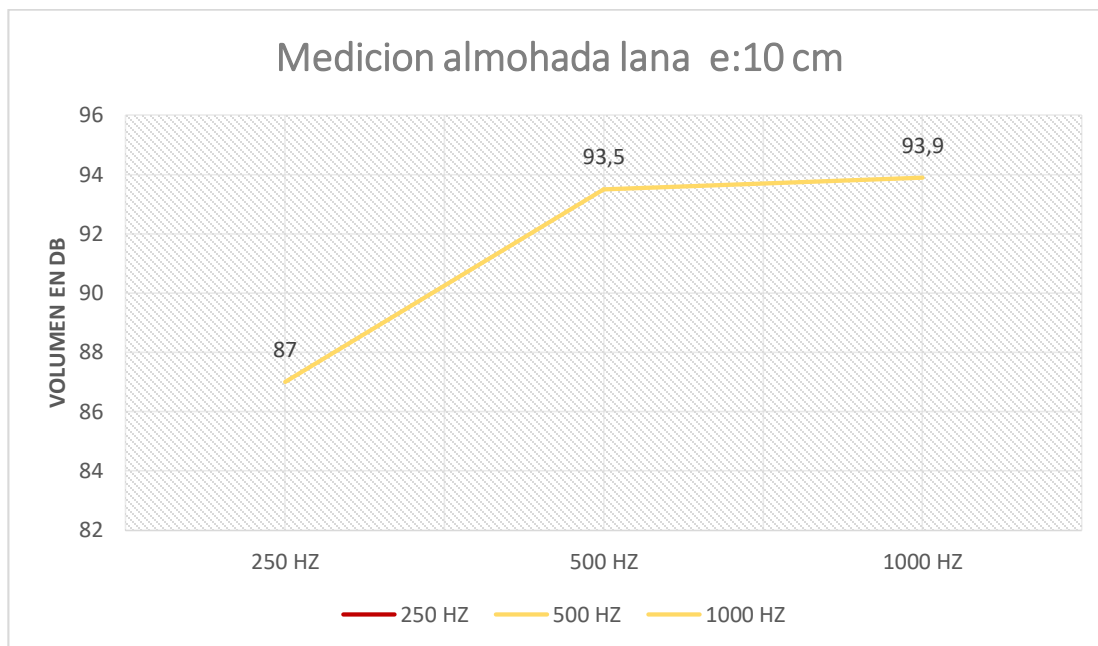
Cuadro 33.



Grafica 20.

ENSAYO DE COEFICIENTE DE ABSORCION DE SONIDO EN MATERIALES PREFABRICADOS			
MATERIAL A PRUEBA	ALMOHADA DE LANA		e = 10cm
DENSIDAD			
FUENTE DE SONIDO	100 dB EMITIDOS		
<i>250 Hz</i>	<i>500 Hz</i>	<i>1000 Hz</i>	<i>PROMEDIO</i>
87 dB	93,5 dB	93,9 dB	91,2

Cuadro 34.



Grafica 21.

3.6 Reporte de resultados obtenidos

A continuación se realizara un análisis comparativo sobre los datos obtenidos en las pruebas aplicadas a los diferentes tipos de muestras elaboradas en las pruebas térmicas.

3.6 Reporte de resultados obtenidos

ESPÉCIMEN N° 1

Datos:

Elemento: Bloque de hormigón liviano

Espesor del material: 15 cm

Dosificación N° 1: 1 : 3/4 : 3 1/4

Resistencia: 13,44 kg/cm²

Densidad: 660,20 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **86.2°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **1.0357 w/m.k**

Resistencia: **0.144 m²/w. k**

Transmitancia: **6.944 w/m². k**

Tiempo de exposición 120 min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor 2Hrs.

ESPÉCIMEN N° 2

Datos:

Elemento: Bloque de hormigón liviano

Espesor: 15 cm

Dosificación N° 2: 1 : 4/5 : 2 1/5

Resistencia: 22,04 kg/cm²

Densidad: 848,83 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **91.3°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.977 w/m.k**

Resistencia: **0.1535 m²/w.k**

Transmitancia: **6.5146 w/m².k**

Tiempo de exposición 120min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor: 2Hrs

ESPÉCIMEN N° 3

Datos:

Elemento: Bloque de hormigón liviano

Espesor: 15 cm

Dosificación N° 3: 1 : 5/6 : 1 1/2

Resistencia: 29,95 kg/cm²

Densidad: 1461,87 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **90.8°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.9833 w/m.k**

Resistencia: **0.1525 m²/w.k**

Transmitancia: **6.557 w/m². k**

Tiempo de exposición 120 min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor 2Hrs.

ESPÉCIMEN N° 4

Datos:

Elemento: Placa enyesada de hormigón liviano

Espesor del material: 3 cm

Dosificación N° 1: 1 : 3/4 : 3 1/4

Resistencia: 13,44 kg/cm²

Densidad: 660,20 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **59.8°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.1425 w/m.k**

Resistencia: **0.2105 m²/w.k**

Transmitancia: **4.505 w/m².k**

Tiempo de exposición 120 min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor 2Hrs.

ESPÉCIMEN N° 5

Datos:

Elemento: Placa enyesada de hormigón liviano

Espesor: 3 cm

Dosificación N° 2: 1 : 4/5 : 2 1/5

Resistencia: 22,04 kg/cm²

Densidad: 848,83 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **62.55°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.136 w/m.k**

Resistencia: **0.2205 m²/w.k**

Transmitancia: **4.535 w/m².k**

Tiempo de exposición 120min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor: 2Hrs

ESPÉCIMEN N° 6

Datos:

Elemento: Bloque de hormigón liviano

Espesor: 3 cm

Dosificación N° 3: 1 : 5/6 : 1 1/2

Resistencia: 29,95 kg/cm²

Densidad: 1461,87 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **39.45°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.216 w/m.k**

Resistencia: **0.1388 m²/w.k**

Transmitancia: **7.204 w/m². k**

Tiempo de exposición 120 min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor 2Hrs.

ESPÉCIMEN N° 7

Datos:

Elemento: Placa cementada de hormigón liviano

Espesor del material: 5 cm

Dosificación N° 1: 1 : 3/4 : 3 1/4

Resistencia: 13,44 kg/cm²

Densidad: 660,20 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **71.9°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.434 w/m.k**

Resistencia: **0.115 m²/w.k**

Transmitancia: **8.695 w/m².k**

Tiempo de exposición 120 min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor 2Hrs.

ESPÉCIMEN N° 8

Datos:

Elemento: Placa cementada de hormigón liviano

Espesor: 5 cm

Dosificación N° 2: 1 : 4/5 : 2 1/5

Resistencia: 22,04 kg/cm²

Densidad: 848,83 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **81.75°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.382 w/m.k**

Resistencia: **0.1308 m²/w.k**

Transmitancia: **7.645 w/m².k**

Tiempo de exposición 120min en intervalos de 30 min.

Tiempo de exposición a la fuente de calor: 2Hrs

ESPÉCIMEN N° 9

Datos:

Elemento: Placa cementada de hormigón liviano

Espesor: 5 cm

Dosificación N° 3: 1 : 5/6 : 1 1/2

Resistencia: 29,95 kg/cm²

Densidad: 1461,87 kg/m³

- Las mediciones se registraron en función a la temperatura en grados Celsius. (0°C).
- El tiempo estimado en minutos. (min).

De 0 a 30 min comprende el lapso de tiempo inicial de la fuente de calor donde se establecen los 1ros datos obtenidos y así secuencialmente cada 30min donde comienza a incrementarse la temperatura hasta llegar a los 120min.

Tomando el promedio de la diferencia de temperaturas **78.4°C** se calculó las propiedades del panel obteniendo así una:

Conductividad: **0.8127 w/m.k**

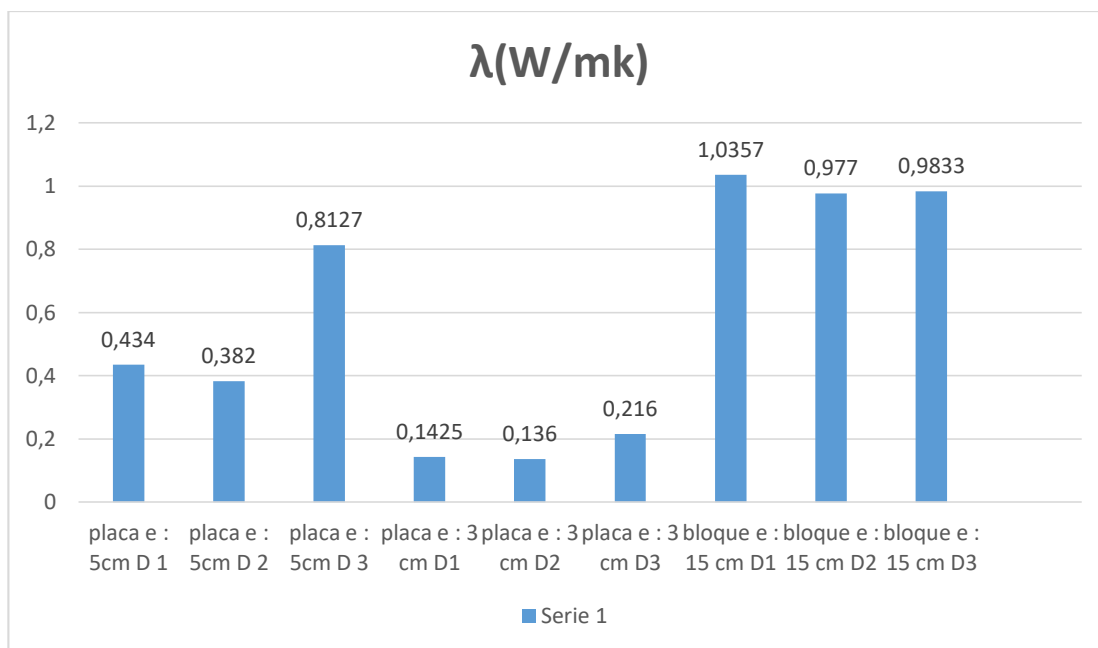
Resistencia: **0.0615 m²/w.k**

Transmitancia: **16.261 w/m².k**

Tiempo de exposición 120 min en intervalos de 30 min.

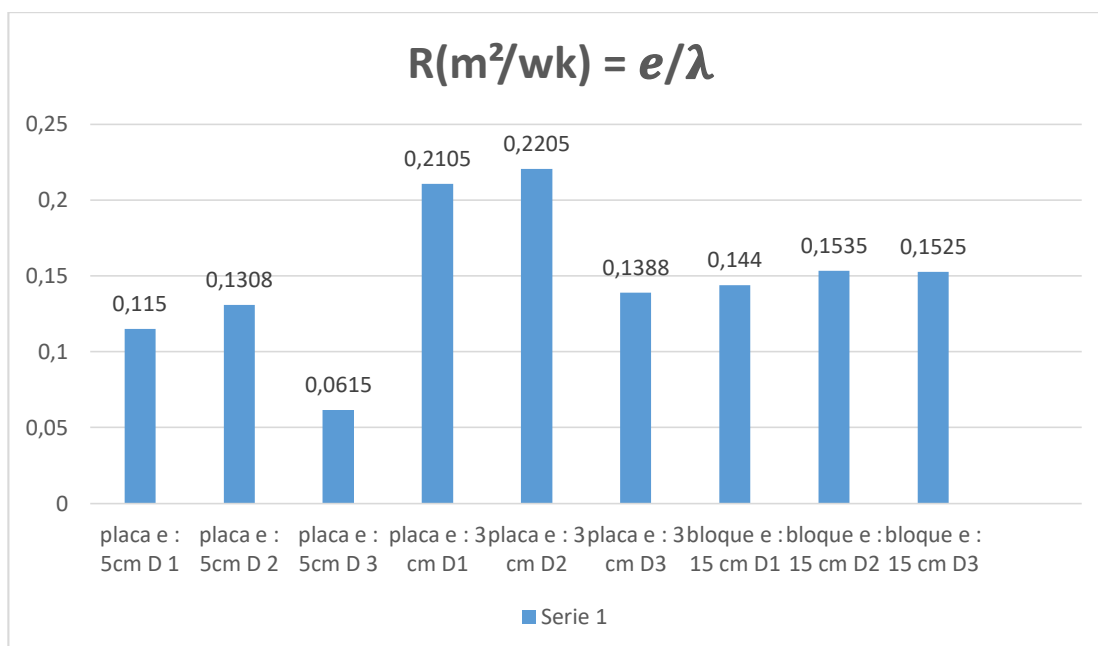
Tiempo de exposición a la fuente de calor 2Hrs.

Conductividad térmica



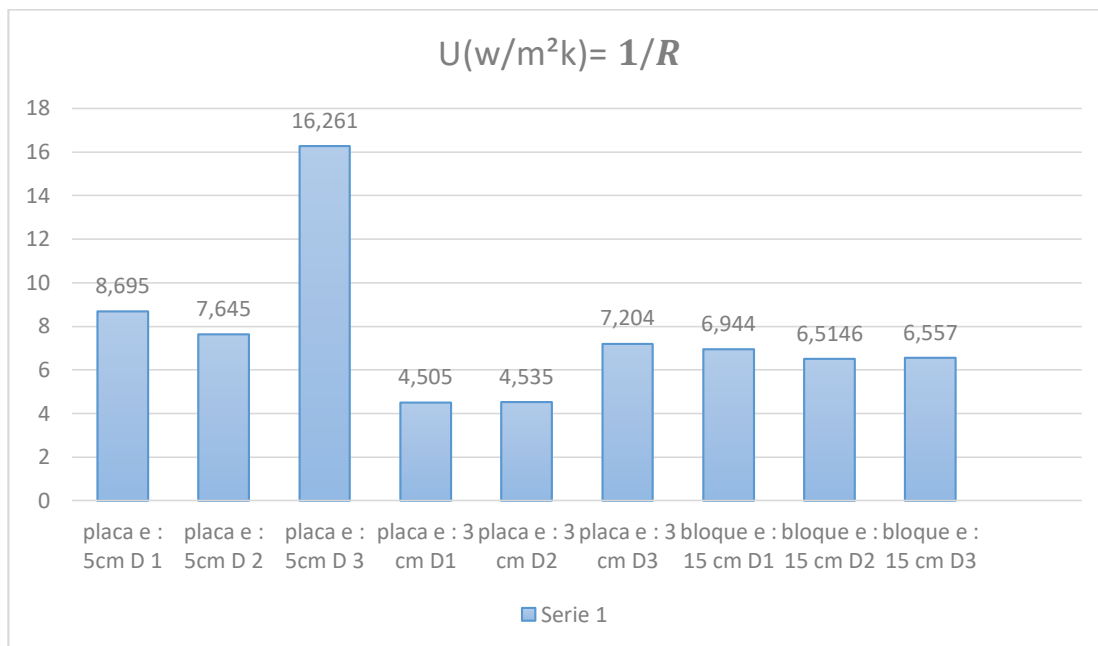
Resistencia térmica

Grafica 22.



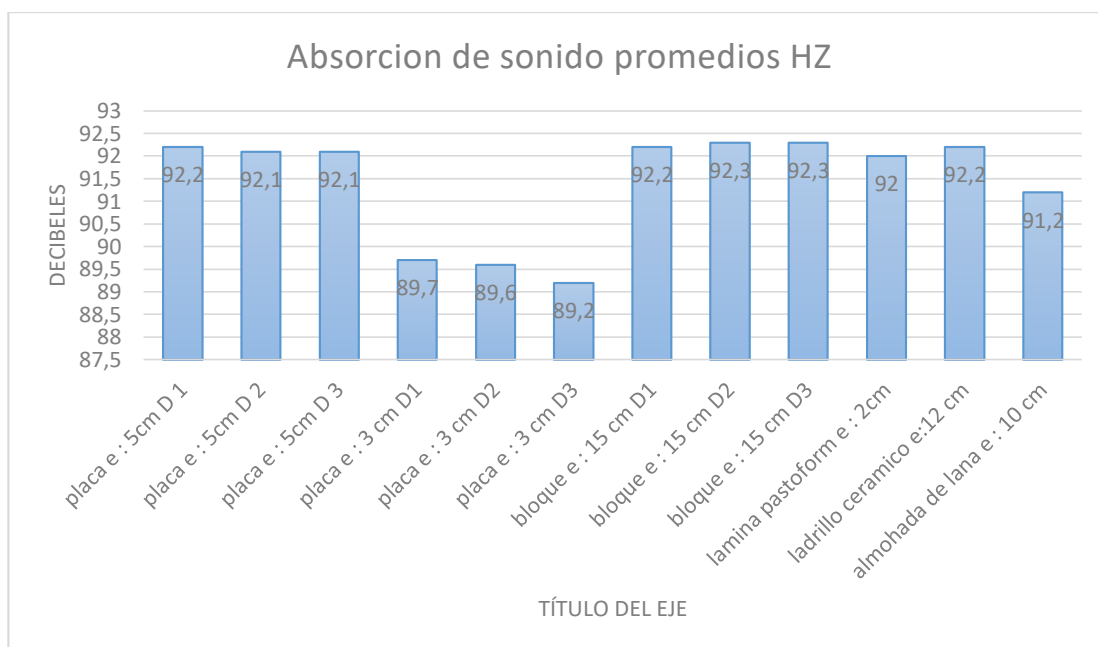
Grafica 23.

Transmitancia térmica



Grafica 24.

A continuación se realizara un análisis comparativo sobre los datos obtenidos en las pruebas aplicadas a los diferentes tipos de muestras elaboradas en las pruebas acústicas.



Grafica 25.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación presentada, es posible concluir los siguientes aspectos:

Entre las densidades la menor es la **dosificación N° 1** con 660,20 kg/m³, y la de mayor densidad es la **dosificación N° 3** con 1461, 87 kg/m³.

En cuanto a absorción acústica cabe señalar las pruebas no fueron efectuadas con el equipo ni laboratorios totalmente necesarios y equipados así que los resultados a presentar no son concluyentes por las condiciones ya mencionadas.

El Bloque de H° L° de e=15cm y dosificación 3 es la que menos coeficiente de absorción acústica logro con **89,2 Decibeles** seguido del Bloque de H° L° de e= 15cm y dosificación 2 con 89,6 decibeles.

En lo que se refiere a resistencia a la compresión la que mejor resultado dio fue la dosificación N° 3 con **29,95 kg/cm²**, seguida de la dosificación N° 2 con **22,04 kg/cm²**.

Por ultimo en cuanto a temperatura se refiere el que nos arrojó mejores resultados fue la placa e=3cm dosificación 1 con un índice de transmitancia de calor de **4,505 W/m².k**, seguido de la placa e=3cm dosificación 2 con índice de transmitancia de calor de **4,535 W/m².k**.

Como conclusión final se decide tomar como patrón a la dosificación 2 que cumple las normas mínimas de resistencia a la compresión tanto en bloques como placas de H° L° además de no ser demasiado denso pudiendo no ser un obstáculo debido a su peso.

Además la dosificación 2 logra casi los mejores resultados en las pruebas de absorción acústica y transmitancia térmica.

CAPITULO V

PRECIOS UNITARIOS

3.7 Precio unitario para a la elaboración de un de bloque de hormigón liviano

Dosificación N° 1

Resistencia: 13,44 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :		Elaboración de hormigón liviano con agregados de EPS Y LDPE			
Actividad :		Bloque de Hormigón Liviano Dosificación N°1 (Resist. 13,44 kg/cm ²)			
Cantidad :		0,0063			
Unidad :		m ³			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	1,56	1,1	1,712
2	Arena	m ³	0,0009	120,75	0,114
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,0029	218,75	0,627
4	Polietileno	m ³	0,0012	0	0,000
5	Agua	m ³	0,0030	1,5	0,005
TOTAL DE MATERIALES :					2,454
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,063	10	0,630
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,630
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,448
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,161
TOTAL MANO DE OBRA :					1,240
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL

1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	1,240	0,124
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,124
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,573
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,573
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,351
TOTAL DE UTILIDAD :					0,351
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,146
TOTAL IMPUESTO :					0,146
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					4,887
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					4,89

3.8 Precio unitario para la elaboración de un bloque de hormigón

liviano

Dosificación N° 2

Resistencia: 22,04 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS	
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS	
DATOS GENERALES	
Proyecto :	Elaboración de hormigón liviano con agregados de EPS Y LDPE
Actividad :	Bloque de Hormigón Liviano Dosificación N° 2 (Resist. 22,04 kg/cm ²)
Cantidad :	0,0063
Unidad :	m ³
Moneda :	Boliviano
1. Materiales	

DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	1,95	1,1	2,141
2	Arena	m ³	0,0013	120,75	0,152
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,0024	218,75	0,531
4	Polietileno	m ³	0,0010	0	0,000
5	Agua	m ³	0,0030	1,5	0,005
TOTAL DE MATERIALES :					2,823
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,063	10	0,630
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,630
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,448
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,161
TOTAL MANO DE OBRA :					1,240
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	1,240	0,124
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,124
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,628
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,628
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,385
TOTAL DE UTILIDAD :					0,385
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,161
TOTAL IMPUESTO :					0,161
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					5,361
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					5,36

3.9 Precio unitario para la elaboración de un bloque de hormigón

liviano

Dosificación N° 3

Resistencia: 29,95 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :		Elaboración de hormigón liviano con agregados de EPS Y LDPE			
Actividad :		Bloque de Hormigón Liviano Dosificación N°3 (Resist. 29,95 kg/cm ²)			
Cantidad :		0,0063			
Unidad :		m ³			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	2,34	1,1	2,569
2	Arena	m ³	0,0016	120,75	0,190
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,0020	218,75	0,434
4	Polietileno	m ³	0,0009	0	0,000
5	Agua	m ³	0,0030	1,5	0,005
TOTAL DE MATERIALES :					3,193
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,063	10	0,630
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,630
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,448
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,161
TOTAL MANO DE OBRA :					1,240
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					

4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	1,240	0,124
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,124
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,683
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,683
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,419
TOTAL DE UTILIDAD :					0,419
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,175
TOTAL IMPUESTO :					0,175
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					5,834
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					5,83

4. Precio unitario para la elaboración de una placa enyesada de hormigón liviano con espesor de 3cm

Dosificación N° 1

Resistencia: 13,44 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :		Elaboración de hormigón liviano con agregados de EPS Y LDPE			
Actividad :		Placa de Hormigón Liviano Dosificación N°1 (Resist. 13,44 kg/cm ²)			
Cantidad :		0,002664			
Unidad :		m ³			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	0,66	1,1	0,724
2	Arena	m ³	0,00040	120,75	0,048
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,00121	218,75	0,265
	Polietileno	m ³	0,00052	0	0,000
4	Polietileno	m ³	0,00125	1,5	0,002
TOTAL DE MATERIALES :					1,038
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,02664	10	0,266
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,266
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,190
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,068
TOTAL MANO DE OBRA :					0,524
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	0,524	0,052

TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :						0,052
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS						
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3					0,242
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:						0,242
5. UTILIDADES						
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4						0,148
TOTAL DE UTILIDAD :						0,148
6. IMPUESTOS						
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5						0,062
TOTAL IMPUESTO :						0,062
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :						2,067
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :						2,07

4.1 Precio unitario para la elaboración de una placa enyesada de hormigón liviano con espesor de 3cm

Dosificación N° 2

Resistencia: 22,04 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :	Elaboracion de hormigon liviano con agregados de EPS Y LDPE				
Actividad :	Placa de Hormigon Liviano Dosificacion N° 2 (Resist. 22,04 kg/cm ²)				
Cantidad :	0,002664				
Unidad :	m ³				
Moneda :	Boliviano				
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	0,82	1,1	0,905
2	Arena	m ³	0,00053	120,75	0,064

3	Poliestireno Expandido	m ³	0,00103	218,75	0,224
	Polietileno	m ³	0,00044	0	0,000
4	Agua	m ³	0,00125	1,5	0,002
TOTAL DE MATERIALES :					1,194
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,02664	10	0,266
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,266
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,190
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,068
TOTAL MANO DE OBRA :					0,524
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	0,524	0,052
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,052
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,266
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,266
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,163
TOTAL DE UTILIDAD :					0,163
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,068
TOTAL IMPUESTO :					0,068
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					2,267
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					2,27

4.2 Precio unitario para a la elaboración de una placa enyesada de hormigón liviano con espesor de 3cm

Dosificación N° 3

Resistencia: 29,95 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :		Elaboracion de hormigon liviano con agregados de EPS Y LDPE			
Actividad :		Placa de Hormigon Liviano Dosificacion N°3 (Resist. 29,95 kg/cm ²)			
Cantidad :		0,002664			
Unidad :		m ³			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	0,99	1,1	1,086
2	Arena	m ³	0,00067	120,75	0,080
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,00084	218,75	0,184
	Polietileno	m ³	0,00036	0	0,000
4	Polietileno	m ³	0,00125	1,5	0,002
TOTAL DE MATERIALES :					1,350
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,02664	10	0,266
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,266
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,190
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,068
TOTAL MANO DE OBRA :					0,524
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					

4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	6	0,524	0,031
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,031
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,286
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,286
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,175
TOTAL DE UTILIDAD :					0,175
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,073
TOTAL IMPUESTO :					0,073
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					2,440
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					2,44

4.3 Precio unitario para la elaboración de una placa cementada de hormigón liviano con espesor de 5cm

Dosificación N° 1

Resistencia: 13,44 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :		Elaboración de hormigón liviano con agregados de EPS Y LDPE			
Actividad :		Placa de Hormigón Liviano e= 5cm Dosificación N° 1 (Resist. 13,44 kg/cm ²)			
Cantidad :		0,002			
Unidad :		m ³			
Moneda :		Boliviano			
1. MATERIALES					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	0,49	1,1	0,544
2	Arena	m ³	0,00030	120,75	0,036
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,00091	218,75	0,199
4	Polietileno	m ³	0,00039	0	0,000
5	Agua	m ³	0,00094	1,5	0,001
TOTAL DE MATERIALES :					0,779
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,02	10	0,200
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,200
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,142
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,051
TOTAL MANO DE OBRA :					0,394
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					

4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	6	0,394	0,024
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,024
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,179
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,179
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,110
TOTAL DE UTILIDAD :					0,110
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,046
TOTAL IMPUESTO :					0,046
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					1,531
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					1,53

4.4 Precio unitario para la elaboración de una placa cementada de hormigón liviano con espesor de 5cm

Dosificación N° 2

Resistencia: 22,04 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS				
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS				
DATOS GENERALES				
Proyecto :	Elaboración de hormigón liviano con agregados de EPS Y LDPE			
Actividad :	Placa de Hormigón Liviano e= 5cm Dosificación N° 2 (Resist. 22,04 kg/cm ²)			
Cantidad :	0,002			
Unidad :	m ³			
Moneda :	Boliviano			
1. MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL

1	Cemento	Kg.	0,62	1,1	0,680
2	Arena	m ³	0,00040	120,75	0,048
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,00077	218,75	0,168
4	Polietileno	m ³	0,00033	0	0,000
5	Agua	m ³	0,00094	1,5	0,001
TOTAL DE MATERIALES :					0,896
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,02	10	0,200
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,200
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,142
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,051
TOTAL MANO DE OBRA :					0,394
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	6	0,394	0,024
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,024
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,197
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,197
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,121
TOTAL DE UTILIDAD :					0,121
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,050
TOTAL IMPUESTO :					0,050
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					1,682
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					1,68

4.5 Precio unitario para la elaboración de una placa cementada de hormigón liviano con espesor de 5cm

Dosificación N° 3

Resistencia: 29,95 kg/cm²

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :		Elaboración de hormigón liviano con agregados de EPS Y LDPE			
Actividad :		Placa de Hormigón Liviano e= 5cm Dosificación N° 3 (Resist. 29,95 kg/cm ²)			
Cantidad :		0,002			
Unidad :		m ³			
Moneda :		Boliviano			
1. MATERIALES					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	Kg.	0,74	1,1	0,815
2	Arena	m ³	0,00050	120,75	0,060
3	Poliestireno Expandido	m ³	0,00063	218,75	0,138
4	Polietileno	m ³	0,00027	0	0,000
5	Agua	m ³	0,00094	1,5	0,001
TOTAL DE MATERIALES :					1,014
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,02	10	0,200
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,200
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					0,142
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					0,051
TOTAL MANO DE OBRA :					0,394
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					

4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	6	0,394	0,024
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					0,024
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				0,215
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					0,215
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					0,132
TOTAL DE UTILIDAD :					0,132
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					0,055
TOTAL IMPUESTO :					0,055
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					1,832
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					1,83

4.6 Precio unitario para la elaboración de un m2 de muro de bloque de hormigón liviano

DOSIFICACION N° 1

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		Muro de Bloques de Hormigon Liviano (DOSIFICACION 1)			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Bloque de H°L°(15 x 15 x 28)	Pza.	22,00	4,89	107,580
2	Cemento	Kg.	4,276	1,11	4,747
3	Arena	m ³	0,015	120,75	1,832
4					
TOTAL DE MATERIALES :					114,159
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	1,2	17,5	21,000
2	Ayudante	hr	1,3	12	15,600
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					36,600
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					26,052
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					9,360
TOTAL MANO DE OBRA :					72,012
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	72,012	7,201
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					7,201

4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS							
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3						29,006
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:						29,006	
5. UTILIDADES							
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4						17,790	
TOTAL DE UTILIDAD :						17,790	
6. IMPUESTOS							
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5						7,421	
TOTAL IMPUESTO :						7,421	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :						247,589	
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :						247,59	

4.7 Precio unitario para la elaboración de un m2 de muro de bloque de hormigón liviano

DOSIFICACION N° 2

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		Muro de Bloques de Hormigon Liviano			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Bloque de H°L°(15 x 15 x 28)	Pza.	22,00	5,36	117,920
2	Cemento	Kg.	4,276	1,11	4,747
3	Arena	m ³	0,015	120,75	1,832
4					
TOTAL DE MATERIALES :					124,499
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	1,2	17,5	21,000
2	Ayudante	hr	1,3	12	15,600
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					36,600
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					26,052
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					9,360
TOTAL MANO DE OBRA :					72,012
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					

4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	72,012	7,201
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					7,201
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				30,557
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					30,557
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					18,742
TOTAL DE UTILIDAD :					18,742
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					7,818
TOTAL IMPUESTO :					7,818
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					260,828
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					260,83

4.8 Precio unitario para la elaboración de un m2 de muro de bloque de hormigón liviano

DOSIFICACION N° 3

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		Muro de Bloques de Hormigon Liviano			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Bloque de H°L°(15 x 15 x 28)	Pza.	22,00	5,83	128,260
2	Cemento	Kg.	4,276	1,11	4,747
3	Arena	m ³	0,015	120,75	1,832
4					
TOTAL DE MATERIALES :					134,839
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	1,2	17,5	21,000
2	Ayudante	hr	1,3	12	15,600
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					36,600
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					26,052
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					9,360
TOTAL MANO DE OBRA :					72,012
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	72,012	7,201

TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :							7,201
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS							
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3						32,108
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:							32,108
5. UTILIDADES							
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4							19,693
TOTAL DE UTILIDAD :							19,693
6. IMPUESTOS							
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5							8,215
TOTAL IMPUESTO :							8,215
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :							274,067
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :							274,07

4.9 Precio unitario para la elaboración de un m² de placa de hormigón liviano para revestimiento

Placa enyesada de 3cm de espesor

Dosificación N° 2

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		Revestimiento con Placas de Hormigon Liviano (Pegado con Yeso)			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Placa de H°L°(37 x 24 x 3)	Pza.	11,00	2,27	24,970
2	Yeso	Kg.	0,55	0,55	0,303
3	Pegamento Weber	Kg.	3,30	1,5	4,950
4					
TOTAL DE MATERIALES :					30,223
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	0,33	17,5	5,833
2					
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					5,833
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					4,152
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					1,492
TOTAL MANO DE OBRA :					11,477
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					

4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	11,477	1,148
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					1,148
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				6,427
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					6,427
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					3,942
TOTAL DE UTILIDAD :					3,942
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					1,644
TOTAL IMPUESTO :					1,644
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					54,861
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					54,86

5. Precio unitario para la elaboración de un m² de placa de hormigón liviano para revestimiento
Placa cementada de 5cm de espesor
Dosificación N° 2

PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		Revestimiento con Placas de Hormigón Liviano (Pegamento Weber)			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Placa de H°L°(20 x 20 x 5)	Pza.	24,00	1,68	40,320
2	Cemento Blanco	Kg.	3,3	1,5	4,950
3					
4					
TOTAL DE MATERIALES :					45,270
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	1,5	17,5	26,250
2	Ayudante	hr	1,5	12	18,000
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					44,250
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					31,497
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					11,317
TOTAL MANO DE OBRA :					87,064
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					

4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	6	87,064	5,224
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					5,224
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				20,634
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					20,634
5. UTILIDADES					
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					12,655
TOTAL DE UTILIDAD :					12,655
6. IMPUESTOS					
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					5,279
TOTAL IMPUESTO :					5,279
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					176,126
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					176,13

5.1 PRECIOS UNITARIOS POR M²

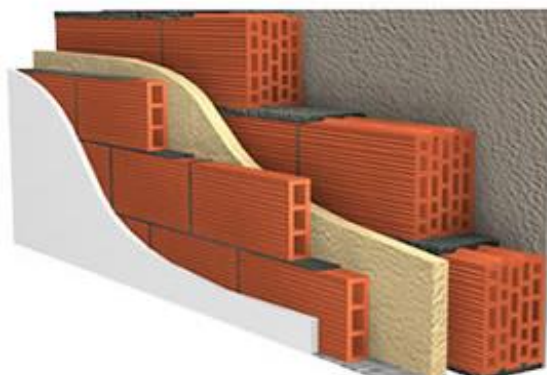
MURO DE AISLACION CONVENCIONAL

Resumen de Materiales para Aislación Convencional

Cemento	6,92	kg/m ²
Arena med.	0,009	m ³ /m ²
Arena fina	0,013	m ³ /m ²
Cal	7,088	kg/m ²
Ladrillo 6 H	22,00	Pza/m ²
Ladrillo 3 H	20,00	Pza/m ²
Yeso	11,81	kg/m ²
Lana de Fibra de vidrio	1,00	m ² /m ²

Resumen de Materiales para Aislación Convencional (para 1 m²)

Cemento	6,92	kg
Arena med.	0,009	m ³
Arena fina	0,013	m ³
Cal	7,088	kg
Ladrillo 6 H	22,00	Pza
Ladrillo 3 H	20,00	Pza
Yeso	11,81	kg
Lana de Fibra de vidrio	1,00	m ²



PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		MURO DE AISLANCION CONVENCIONAL			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1	Cemento	kg	6,92	1,11	7,679
2	Arena med.	m ³	0,009	120,75	1,088
3	Arena fina	m ³	0,013	136,5	1,720
4	Cal	kg	7,088	0,8	5,670
5	Ladrillo 6 H	Pza	22,00	1,5	33,000
6	Ladrillo 3 H	Pza	20,00	0,9	18,000
7	Yeso	kg	11,81	0,68	8,033
8	Lana de Fibra de vidrio	m ²	1,00	25	25,000
TOTAL DE MATERIALES :					100,189
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1	Albañil	hr	8,6	17,5	150,500
2	Ayudante	hr	8,85	12	106,200
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					256,700
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					182,719
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					65,649
TOTAL MANO DE OBRA :					505,068
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL	
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	505,068	50,507
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					50,507
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					

1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3					98,365
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					98,365	
5. UTILIDADES						
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4					60,330	
TOTAL DE UTILIDAD :					60,330	
6. IMPUESTOS						
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5					25,167	
TOTAL IMPUESTO :					25,167	
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :					839,626	
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :					839,63	

5.2 PRECIOS UNITARIOS POR M²

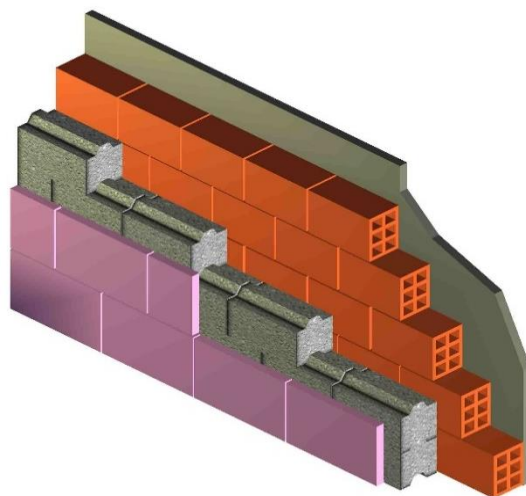
MURO AISLANTE PERIMETRAL (PROPUESTA)

Resumen de insumos para Muros Perimetrales

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	13,036	kg/m ²
Arena med.	0,0463	m ³ /m ²
Ladrillo de 6 H	22,00	Pza/m ²
Bloque de H° L°	22,00	Pza/m ²
Placa de H°L° (20 x 20 x 5)	24,00	Pza/m ²
Placa de H°L° (37 x 24 x 3)	11,00	Pza/m ²

Resumen de insumos para Muros Perimetrales (para 1 m²)

Material	Cantidad	Unidad
Cemento	13,036	kg
Arena med.	0,046	m ³
Ladrillo de 6 H	22,000	Pza
Bloque de H° L°	22,000	Pza
Placa de H°L° (20 x 20 x 5)	24,000	Pza
Placa de H°L° (37 x 24 x 3)	11,000	Pza



PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		Muro de Aislante Perimetral			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	kg	13,04	1,11	14,470
2	Arena med.	m ³	0,046	120,75	5,585
3	Ladrillo de 6 H	Pza	22,00	1,5	33,000
4	Bloque de H° L°	Pza	0,00	5,36	0,000
4	Placa de H°L° (20 x 20 x 5)	Pza	24,00	1,68	40,320
4	Placa de H°L° (37 x 24 x 3)	Pza	11,00	2,27	24,970
TOTAL DE MATERIALES :					118,345
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	5,7	17,5	99,750
2	Ayudante	hr	6,05	12	72,600
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					172,350
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					122,679
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					44,077
TOTAL MANO DE OBRA :					339,106
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	339,106	33,911
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					33,911
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				73,704
TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:					73,704

5. UTILIDADES						
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4						45,205
TOTAL DE UTILIDAD :						45,205
6. IMPUESTOS						
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5						18,857
TOTAL IMPUESTO :						18,857
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :						629,128
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :						629,13

5.3 PRECIOS UNITARIOS POR M²

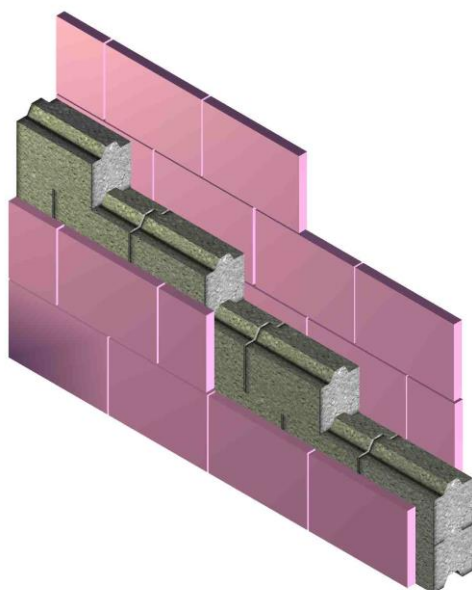
MURO AISLANTE PARA INTERIORES (PROPUESTA)

Resumen de insumos para Muros Perimetrales

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	10,674	kg/m ²
Arena med.	0,0379	m ³ /m ²
Bloque de H° L°	22,00	Pza/m ²
Placa de H°L° (37 x 24 x 3)	22,00	Pza/m ²

Resumen de insumos para Muros Perimetrales (para 1 m²)

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	10,674	kg
Arena med.	0,038	m ³
Bloque de H° L°	22,000	Pza
Placa de H°L° (37 x 24 x 3)	22,000	Pza



PRECIOS UNITARIOS					
PRESUPUESTO Y EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS					
DATOS GENERALES					
Proyecto :					
Actividad :		Muro de Aislante Interior			
Cantidad :		1			
Unidad :		m ²			
Moneda :		Boliviano			
1. Materiales					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Cemento	kg	13,04	1,11	14,470
2	Arena med.	m ³	0,046	120,75	5,585
3	Bloque de H° L°	Pza	22,00	5,36	117,920
4	Placa de H°L° (37 x 24 x 3)	Pza	0,00	2,27	0,000
5					
6					
TOTAL DE MATERIALES :					137,975
2. MANO DE OBRA					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1	Albañil	hr	4,2	17,5	73,500
2	Ayudante	hr	4,3	12	51,600
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					125,100
CARGAS SOCIALES = (71,18% DEL SUBTOTAL DE MANO DE OBRA)					89,046
IMPUESTO IVA MANO DE OBRA = (19,14% DE SUMA DE SUBTOTAL DE MANO DE OBRA + CARGAS SOCIALES)					31,993
TOTAL MANO DE OBRA :					246,140
3. EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS					
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO PRODUCTIVO	COSTO TOTAL
1					
2					
3					
4	Otros (% Del total de mano de Obra)	%	10	246,140	24,614
TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTA :					24,614
4. GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS					
1	GASTOS GENERALES = 15% DE 1+2+3				61,309

TOTAL GASTOS GENERALES Y ADMINISTRATIVOS:						61,309
5. UTILIDADES						
UTILIDAD = 8% DE 1+2+3+4						37,603
TOTAL DE UTILIDAD :						37,603
6. IMPUESTOS						
IMPUESTOS IT = 3,09% 1+2+3+4+5						15,686
TOTAL IMPUESTO :						15,686
TOTAL PRECIO UNITARIO (1+2+3+4+5+6) :						523,327
TOTAL PRECIO UNITARIO (CON 2 DECIMALES) :						523,33

Bibliografía

- Aguilar, R. (2007). *Determinación de la Influencia de las Manomoléculas de Silice en el concreto frente a factores de durabilidad*. Santiago de Chile: Valdivia.
- Basf, C. (2001). *Empleo de poliestireno expandido como sustitución parcial de áridos en bloques*. Santiago: LIMUSA.
- Demirboga, R. (2009). *A novel material for lightweight concrete production cement*. Turkey: 1ra. edición.
- Dominguez, J. L. (1997). *Educación ambiental*. Madrid: YMCA.
- Galves, R. (16 de Abril de 2007). *Tecnología del Hormigon*. Obtenido de ico.ucentral.cl/educon/cursos/icos405/archivo1_16_03_07.ppt
- Holm Teresa, B. T. (1994). *High Strength Lightweingh, capítulo 10*. Londres: 1er, edición.
- Kan, A. (2009). *New Technique of Processing For Waste-Expander Polystyrene*. New York: 3ra. Edición.
- Lopez, M. (1999). *Proposición de una Metodología de Dosificación de Hormigones estructurales con áridos livianos*. Santiago de Chile: Tesis de grado universidad Católica de Chile.
- Martinez, A. (2001). *Las basuras: un tesoro en tus manos*. Madrid: Ecotopia.
- Mehta K, M. J. (1994). *Concreto Estructura, propiedades de materiales PINI*. Sao Paulo: 2da. edición.
- Tapia, P. (2004). *Caracterización de Propiedades de diseño de hormigones livianos estructurales*. Santiago de Chile: Tesis de GRado de la Universidad Católica de Chile.
- Textos científicos. (16 de Abril de 2005). *Producción de Poliestireno Expandido*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polietireno/produccion>
- Valenzuela, Q. (2001). *Propiedades mecánicas de los hormigones livianos con perlitas de poliestireno expandido*. Maure, Ecuador: Tesis de Grado Universidad Católica de Maure.

