

SISTEMA DE PANELES DE FIBRA DE COCO COMO AISLAMIENTO ACUSTICO
FICO-PANEL

PAULA DAYYAN MEDINA NOSCUE
MARIA ALEJANDRA RIOS PLAZAS



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS
PROYECTO DE GRADO
BOGOTA, DICIEMBRE DE 2016

SISTEMA DE PANELES DE FIBRA DE COCO COMO AISLAMIENTO ACUSTICO
FICO-PANEL

Presentado para optar al Título de
Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas

Coordinador PTCA
Arq. Nelson Ricardo Cifuentes Villalobos

Docente De Proyecto
Ing. Cesar David Quintana

PAULA DAYYAN MEDINA NOSCUE
MARIA ALEJANDRA RIOS PLAZAS



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
TECNOLOGIA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS
PROYECTO DE GRADO
BOGOTA, DICIEMBRE DE 2016

.NOTA DE ACEPTACIÓN

Observaciones

Firma Director Trabajo de Grado

Firma del presidente jurado

Firma del jurado

Bogotá, Diciembre de 2016

Dedicatoria

Paula Dayyan Medina Noscue

Mi proyecto de grado quiero dedicárselo principalmente a Dios por iluminar mi camino nunca permitirme desfallecer y gracias a el he logrado mantenerme en pie con mis estudios.

A mi madre, ya que es la persona que siempre ha creído y confiado en mí, en mis actitudes y en mis capacidades por infundir en mi ese deseo de lucha, superación y perseverancia son los que hoy en día me hacen llegar hasta donde he llegado.

Agradecimientos

Paula Dayyan Medina Noscue

Quiero agradecer primeramente a Dios porque sin la ayuda de el nada hubiera sido posible.

A la profesora Andrea Nianpira por su compromiso esfuerzo y dedicación los cuales han sido de gran ayuda para llevar el proyecto de grado a un nivel mas investigativo.

A el profesor Cesar quintana ya que sus aportes fueron de gran ayuda para la culminación del proceso investigativo.

Tabla de contenido

RESUMEN	12
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVO GENERAL	15
<i>Objetivos específicos</i>	<i>15</i>
MARCOS REFERENCIALES.....	17
MARCO CONCEPTUAL.....	17
<i>Panel</i>	<i>17</i>
<i>Construcción industrializada.....</i>	<i>17</i>
<i>Sonido</i>	<i>17</i>
<i>Frecuencia</i>	<i>18</i>
<i>Longitud de onda</i>	<i>18</i>
<i>Absorción del sonido</i>	<i>18</i>
<i>Aislamiento del sonido.....</i>	<i>18</i>
<i>Cámara anecónica.....</i>	<i>18</i>
<i>Decibelio.....</i>	<i>18</i>
<i>Onda</i>	<i>18</i>
<i>Refracción.....</i>	<i>19</i>
<i>Reverberación.....</i>	<i>19</i>
<i>Ruido.....</i>	<i>19</i>
<i>Ruido ambiental.....</i>	<i>19</i>
<i>Ruido blanco</i>	<i>19</i>
<i>Ruido de fondo.....</i>	<i>19</i>
<i>Ruido rosa.....</i>	<i>19</i>
<i>Sonómetro</i>	<i>20</i>
<i>Ruido de impacto</i>	<i>20</i>
<i>Materiales absorbentes.....</i>	<i>20</i>
<i>Fibra de coco</i>	<i>20</i>
<i>Fibro cemento.....</i>	<i>21</i>

MARCO LEGAL	21
<i>Ministerio de salud</i>	21
<i>Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial</i>	22
<i>NTC 5626</i>	23
<i>NTC 4795</i>	25
MARCO TEÓRICO	26
<i>Sector automotriz</i>	26
<i>Bio-manto para suelos</i>	26
<i>Construcción liviana en seco</i>	26
<i>Paneles de fibrocemento</i>	28
SISTEMA DE PANELES DE FIBRA DE COCO COMO ASILAMIENTO	
ACÚSTICO FICO-PANEL	31
DEFINICIÓN.....	31
DIMENSIONES	32
COMPOSICIÓN	36
DESARROLLO DE LOS PROTOTIPOS	36
<i>prototipo 1</i>	36
<i>Prototipo 2</i>	40
<i>prototipo 3</i>	41
<i>Componentes</i>	43
INSTALACIÓN.....	46
<i>Esquinas</i>	47
<i>División en X</i>	49
<i>División en T</i>	51
ENSAYOS DE LABORATORIO	53
DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	74
ANEXOS	76

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1. Informe tecnico.....	24
Ilustración 2. Nivel de presión sonora	25
Ilustración 3. Nivel de presión sonora ponderada A	25
Ilustración 4. Nivel de presión sonora ponderada C	25
Ilustración 5. Niveles de exposición sonora	26
Ilustración 6. Nivel de potencia acustica promedio.....	26
Ilustración 7. Proceso de instalacion de un muro de fibrocemento	29
Ilustración 8. Seccion de Panel de Fibra de Coco exterior	32
Ilustración 9. Seccion de Panel de Fibra de Coco interior	32
Ilustración 10.Estructura en acero galvanizado	35
Ilustración 11 .Diseño prototipo 1	38
Ilustración 12. Prototipo 1	38
Ilustración 13. Proceso de Fijacion de la estructura del panel	39
Ilustración 14 Fijacion de la estructura del panel	39
Ilustración 15. Montaje estructura de soporte	40
Ilustración 16. Diseño de Prototipo 2	41
Ilustración 17. Prototipo 2	41
Ilustración 18. Diseño de Prototipo 3	42
Ilustración 19. Prototipo 3	43
Ilustración 20. Estructura de soporte	43
Ilustración 21. Laminas de fibrocemento	44
Ilustración 22. Lamina de Fibra de coco	44
Ilustración 23. Lamina de Fibra de coco	45
Ilustración 24. Diseño de Prototipos de fico panel	45
Ilustración 25. Prototipos de fico panel	46
Ilustración 26. Entramado	47
Ilustración 27. Union de muros en L con placa pasante	47
Ilustración 28. Union de muros en L con parales	48
Ilustración 29. Union de muros en L con parales separados.	48
Ilustración 30. Union de muros esquina en angulo.....	49

Ilustración 31. Union de muros en X con fijacion de parales	49
Ilustración 32. Union de muros en X con parales separados	50
Ilustración 33. Union de muros en X con agrupacion de parales	50
Ilustración 34. Union de muros en X con agrupacion separada de parales	51
Ilustración 35. Union de muros en T con placa pasante.	51
Ilustración 36. Union de muros en T con fijacion de parales.	52
Ilustración 37. Union de muros en T con agrupacion de parales	52
Ilustración 38. Union de muros en T con agrupacion separada de parales	52
Ilustración 39. Hueco excavado	53
Ilustración 40. Baffle ensayos de laboratorio.....	54
Ilustración 41. Panel al que se le realizaron las pruebas.....	54
Ilustración 42. Ensayo del prototipo	55
Ilustración 43. Prototipo encima de camara anecoica.	55
Ilustración 44. Diseño prototipo panel 1	55
Ilustración 45. Diseño prototipo panel 2	56
Ilustración 46. Diseño prototipo panel 3	57
Ilustración 47. Esquema del lugar	58
Ilustración 48. Grafica 1	59
Ilustración 49. Grafica 2	59
Ilustración 50. Grafica 3.	60
Ilustración 51. Grafica 4	60
Ilustración 52. Grafica 5	61
Ilustración 53. Grafica 6.	61
Ilustración 54. Grafica 7.	62
Ilustración 55. Grafica 8	62
Ilustración 56. Grafica 9	63
Ilustración 57. Grafica 10	63
Ilustración 58. Grafica 11.	64
Ilustración 59. Grafica 12	64
Ilustración 60. Grafica 13	65
Ilustración 61. Grafica 14.	65

Ilustración 62.Grafica 15 .	66
Ilustración 63.Grafica 16 .	66
Ilustración 64.Grafica 17 .	67
Ilustración 65.Grafica 18.	67
Ilustración 66. Panel después de ensayo .	68

Lista de Tablas

Tabla 1. Niveles sonoros máximos permisibles	21
Tabla 2. Estándares máximos permisibles de niveles de emision de ruido	22
Tabla 3. Características del sistema constructivo	27
Tabla 4. Perfilería del sistema de construcción liviana	29
Tabla 5. Tipos de tornillos para construcción liviana.....	30
Tabla 6. Tabla de conversión de unidades	32
Tabla 7. Dimension de los prototipos de fibra de coco	33
Tabla 8. Elementos del sistema de paneles de fibra de coco	35
Tabla 9. Resultados 1.....	70
Tabla 10. Resultados 2	71
Tabla 11.Resultados 3.....	72
Tabla 12. Tabla de grado de control de sonido	72
Tabla 13. Tabla de calificación y reducción del sonido	72

Resumen

Este trabajo investigativo surge a partir del problema creciente que se presenta en la construcción industrializada el cual afecta la calidad de vida de las personas que posteriormente allí habitan, el problema específicamente es el discomfort acústico, Pues debido a los procesos de aceleración, bajo costo y rendimiento en las ejecuciones de obra se esta dejando de lado un tema muy importante en la construcción.

Teniendo lo anterior para dicho problema se propone elaborar un panel compuesto de fibra de coco, para ello fue necesario conocer las características de la materia prima, para posteriormente diseñar un panel óptimo de fácil instalación el cual será utilizado para la aplicación de aislamiento acústico de un sistema real.

El panel tiene un nivel de aislamiento acústico el cual se puede utilizar como aislamiento del sistema liviano de construcción en seco, tiene unos factores que contribuye a la contaminación del medio ambiente ya que son fibras naturales obtenidas del reciclaje, recolección entre otros.

Es importante resaltar que la estructura ideal del sistema de paneles se realizo con base a la estructura que se usa para el sistema liviano de construcción en seco el cual guían un buen desempeño para la distribución y utilización de los paneles, los cuales con lo mas livianos posibles

Palabras clave: Fibra de coco, aislamiento acústico, construcción liviana, construcción industrializada.

Abstract

This investigative work emerges from the growing problem that arises in the industrialized construction which affects the quality of life of the people who later live there, the problem is specifically the acoustic discomfort, Because of the processes of acceleration, low cost and Performance in the execution of work is being set aside a very important issue in construction.

Having the above for this problem it is proposed to elaborate a panel composed of coconut fiber, for it was necessary to know the characteristics of the raw material, to later design an optimum panel of easy installation which will be used for the application of acoustic insulation of a Real system.

The panel has a level of acoustic insulation which can be used as insulation of the light system of dry construction, has some factors that contribute to the pollution of the environment since they are natural fibers obtained from the recycling, collection among others.

It is important to note that the ideal structure of the panel system was made based on the structure used for the light dry construction system which guides a good performance for the distribution and use of the panels, which with the lightest possible

Key words: Coconut fiber, acoustic insulation, light construction, industrialized construction.

Introducción

La creciente consideración del ruido como un factor negativo para la calidad de vida en las viviendas.

Los problemas más importantes que se presentan al tratar de diseñar y construir diferentes construcciones industrializadas debido a que en la actualidad se pretenden reducir los costos y los tiempos de la ejecución de obra.

Se han venido diseñando nuevos materiales que tengan propiedades determinadas, que cumplan ciertas exigencias, o que funcionen correctamente para dar de ellas un uso estructural, estos materiales son llamados materiales compuestos, han sido de gran estudio y desarrollo, que son de gran utilidad en diseño, en la industria y prácticamente son inagotables.

En el presente siglo se han usado ampliamente como material de refuerzo las fibras convencionales. (Fibra de Vidrio, fibra de coco, etc.)

El impacto ambiental y la contaminación hacen que la producción genere un depósito final la cual es la fibra de coco siendo el desecho y matriz.

Para la implementación de estas fibras, es necesario conocer sus propiedades mecánicas, uso estructural apropiado.

La utilización de estas fibras vegetales, (desechos de agricultura) contribuye un valor agregado de estos residuos y una solución parcial a los daños ambientales producidos.

Con base a esto el problema del proyecto de grado se dirige principalmente al discomfort acústico generado en la construcción industrializada.

Por lo anterior este trabajo investigativo plantea la posibilidad de generar un panel compuesto de fibra como materia prima, por sus características se implementara como aislante acústico. Adicionado de 2 láminas de fibrocemento que servirán como recubrimiento y una estructura en acero galvanizado el cual servirá como soporte estructural con base al sistema liviano de construcción en seco.

Para lo que se ha llevado a cabo una investigación de los conceptos y referentes existentes que tuviera este proyecto y de esta forma poder implementar una solución al problema planteado, seguido de esto se investigó el comportamiento de cada material a usar desde sus propiedades físicas y químicas hasta su resistencia para luego realizar diferentes

prototipos del panel y someterlo a pruebas de aislamiento acústico para ver cuales componentes funcionan mejor para el panel, estas pruebas se realizan con un sonómetro las cuales dan muestra del aislamiento acústico alcanzado del panel unitario y su comportamiento en sistema.

Por último, se realiza una comparación entre el aislamiento acústico del sistema de paneles divisorios tradicional del sistema liviano de construcción en seco y el aislamiento acústico que se propone con la fibra de coco.

Inicialmente la idea surge a partir del desconfor acústico que se presenta en las viviendas y la contaminación que generan ciertos materiales implementados en la construcción.

Materiales que ya han sido tratados por ende su descomposición no será biodegradable. Estos materiales son la madera, el plástico y la celulosa. Desde ahí la idea evolucionó hasta llegar a la conclusión de realizar un panel compuesto de fibra de coco y láminas de fibrocemento.

El producto que se quiere realizar beneficiara al sector de la construcción ya que al implementar el panel fico-panel se reducen el problema creciente del desconfort acústico.

Objetivo General

Elaborar un panel compuesto de fibra de coco y láminas de fibrocemento que aporte beneficios como rendimiento de obra, reducción de mano de obra, fácil ensamble, bajo costo y gran capacidad de aislamiento acústico.

Objetivos específicos

Estudiar las propiedades de la fibra de coco con el fin de solucionar el desconfort acústico que se presenta en la construcción industrializada.

Diseñar tres prototipos de panel compuestos de fibra de coco y 2 laminas de fibrocemento.

Elaborar tres prototipos de panel con fibra de coco óptimo como aislante acústico y utilización del sistema de construcción liviano en seco.

Analizar los tres prototipos de panel diseñados de fibra de coco, láminas de fibrocemento para un sistema de aislamiento acústico real en la construcción industrializada.

Evaluar resultados de los ensayos de laboratorio de los tres prototipos de panel demostrando cuál de los tres se comportó mejor como aislante acústico por medio del aprovechamiento de la fibra de coco para compararlas con los aislamientos acústicos del sistema de construcción liviana en seco.

Marcos Referenciales

El marco referencial contiene los conceptos, teorías y normas vigentes que son aplicables y son relacionadas con el desarrollo del tema, así como también del problema de investigación, dividiéndose en tres partes: marco conceptual, marco legal y marco teórico

Marco Conceptual

En este marco se encuentran conceptos básicos y necesarios utilizados en este trabajo investigativo que aclararan dudas que encontrara en el desarrollo de este.

Panel

Un panel tipo es un producto industrial diseñado para realizar cerramientos en la construcción, industrial y residencial, y en la industria del aislamiento. Es principalmente utilizado como aislante térmico, acústico, como impermeabilizante y como cerramiento; destacar que es un producto resistente y ligero lo que permite utilizarlo con un mínimo esfuerzo. (Koschade, 2006)

Construcción industrializada

“El concepto producción en serie se utiliza para describir el método por el cual se fabrican grandes cantidades de un solo artículo estandarizado. La producción en serie no es simplemente la producción de cantidad...ni producción mecánica. La producción en serie es la aplicación de los principios de potencia, precisión, economía, método, continuidad y velocidad a un proceso de fabricación. La primordial tarea de la dirección consiste en la interpretación de estos principios a través del estudio de operaciones y desarrollo de maquinaria, y su coordinación. Y el resultado lógico es una organización productiva que proporciona gran cantidad de artículos de material, mano de obra y diseño estándar al mínimo costo”. (Ford. S,f)

Sonido

El sonido es una alteración física en un medio que puede ser detectada por el oído humano, el medio por el cual viajan las ondas sonoras ha de poseer masa y electricidad, por tanto las ondas sonoras no viajaran a través de un vacío. (Harris, 1995 pg. 11)

Frecuencia

De una función periódica en el tiempo, el numero de veces que la cantidad se repite a si misma en un segundo. (Harris, 1995 pg.28)

Longitud de onda

La longitud de onda de un sonido es la distancia perpendicular entre dos frentes de onda en que los desplazamientos tienen una diferencia de fase. (Harris, 1995 pg.21)

Absorción del sonido

Es la propiedad que poseen materiales, estructuras y objetos de convertir el sonido en calor, dando como resultado la propagación en un medio o la disipación cuando el sonido golpea una superficie. (Harris, 1995 pg.21)

Aislamiento del sonido

La capacidad de una estructura para impedir que el sonido llegue a una habitación receptora. La energía sonora no es necesariamente absorbida; a menudo el principal mecanismo son las reflexiones de vuelta hacia la fuente. (Harris, 1995pg.22)

Cámara anecónica

Es una habitación o un espacio cuyos límites absorben prácticamente todo el sonido incidente sobre ellos, aportando por tanto esencialmente condiciones de campo libre.
(Harris, 1995 pg. 23)

Decibelio

Una unidad de nivel que denota la relación entre dos cantidades que son proporcionales a la potencia; el número de decibelios es diez veces el logaritmo. (Harris, 1995 pg. 25)

Onda

Una alteración que se propaga en un medio de tal manera que, en cualquier punto del medio, la cantidad que sirve como medida de la alteración es una función del tiempo en tanto que, en cualquier instante, el desplazamiento en un punto es una función de su posición.
(Harris, 1995 pg.21)

Refracción

El fenómeno mediante el cual la dirección de propagación de una onda sonora cambia como resultado de una variación especial de la velocidad del sonido. (Harris, 1995pg. 2.18)

Reverberación

La persistencia del sonido en un espacio total o parcialmente cerrado, después de que la fuente de sonido ha cesado; la persistencia es el resultado del reflejo repetido y/o la dispersión. (Harris, 1995 pg. 2.19)

Ruido

Sonido u otra alteración desagradable o no deseada; sonido no deseado, por extensión, cualquier alteración no deseada dentro de una banda de frecuencia útil. (Harris, 1995pg. 2.19)

Ruido ambiental

El ruido envolvente asociado con un ambiente determinado en un momento específico, compuesto habitualmente del sonido de muchas fuentes en muchas direcciones, próximas y lejanas; ningún sonido en particular es dominante. (Harris, 1995pg. 2.19)

Ruido blanco

Un sonido cuya densidad de potencia espectral es esencialmente independiente de la frecuencia. (El ruido blanco no tiene por que ser un ruido aleatorio. (Harris, 1995pg. 2.19)

Ruido de fondo

Un ruido total de todas las fuentes distintas al sonido de interés. (Harris, 1995 pg. 2.19)

Ruido rosa

El ruido que tiene un espectro continuo de frecuencia y una potencia constante dentro de una banda proporcional a la frecuencia central de la banda. (Harris, 1995pg.2.19)

Sonómetro

Un instrumento que es utilizado para la medición del nivel sonoro, con ponderación de frecuencia y ponderación exponencial de tiempo promedio estandarizadas. (Harris, 1995pg. 2.20)

Ruido de impacto

El ruido que se produce cuando colisionan dos masas. (Harris, 1995pg.2.19)

Materiales absorbentes

Estos materiales presentan un gran número de canales a través de los cuales la onda sonora puede penetrar. La disipación de energía en forma de calor se produce cuando la onda entra en contacto con las paredes de dichos canales. Cuando mayor sea el número de canales mayor será la absorción producida. (Carrión, 1998)

componentes.

Fibra de coco

La fibra de coco es una materia prima de origen 100% natural muy utilizada en aplicaciones tan diversas como el aislamiento acústico o como sustrato para cultivos hidropónicos.

Pertenece a la familia de las fibras duras, tales como el sisal, el hanequen o la abaca. Es una fibra con una textura micro alveolar, con una porosidad próxima al 96% constituida principalmente por celulosa y leño, lo que le confiere elevados índices de rigidez y dureza.

Gracias a esta estructura celular presenta una baja conductividad al calor, una gran resistencia al impacto, a los microorganismos y al agua.

La resistencia, durabilidad convierten a la fibra de coco en un material versátil y perfectamente indicado para las aplicaciones de aislamientos térmicos y acústicos.

Fibro cemento

Es un material derivado del cemento, en realidad podría decirse que es una mezcla de cemento Portland y fibras y se utiliza para fabricar placas ligeras y de tipo rígidas las cuales se utilizan en el campo de la construcción.

Marco Legal

Este marco legal contiene la normativa requerida en Colombia y en la cual este proyecto se basó para poder ser realizado.

Ministerio de salud

La resolución 8231 del 4 de agosto de 1983 del ministerio de salud habla acerca de las normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.

En el capítulo 2, artículo 17 dice que, para prevenir y controlar las molestias, las alteraciones y las pérdidas auditivas ocasionadas en la población por la emisión de ruido, se establecen los niveles sonoros máximos permisibles.

Tabla 1. Niveles sonoros máximos permisibles.

ZONAS RECEPTORAS	NIVEL DE PRESION SONORA EN dB(A)	
	Periodo diurno 7:01 A.M. - 9:00 P.M.	Periodo nocturno 9:01 PM. - 7:00 A.M.
Zona I Residencial	65	45
Zona II Comercial	70	60
Zona III Industrial	75	75
Zona IV de tranquilidad	45	45

Tabla 1. Niveles sonoros máximos permisibles. Fuente: Ministerio de salud. Recuperado de: <http://www.calorcol.com>

[Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial](#)

Establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

Tabla 2. Estándares máximos permisibles de nivel de emisión de ruido.

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de emisión de ruido en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y Silencio	Hospitales bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	50
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	55
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación.		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre.		
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	75
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bares, tabernas, discotecas, bingos, casinos.	70	60
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	55
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre.	80	75
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	50
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques naturales y reservas naturales.		

Tabla 2, Estándares máximos permisibles de nivel de emisión de ruido expresado en decibelios DB. Fuente: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Recuperado de: <http://www.calorcol.com>

Ilustración 1. Informe técnico

Artículo 21. Informe Técnico: Los informes técnicos de las mediciones de emisión de ruido y ruido ambiental, deben contener como mínimo la siguiente información:

- Fecha de la medición, hora de inicio y de finalización.
- Responsable del informe (Información mínima de quien lo hace).
- Ubicación de la medición
- Propósito de la medición.
- Norma utilizada (Si esta resolución u otra norma, en caso de ser otra especificar razones)
- Tipo de instrumentación utilizado.
- Equipo de medición utilizado, incluyendo números de serie.
- Datos de calibración, ajuste del instrumento de medida y fecha de vencimiento del certificado de calibración del pistófono.
- Procedimiento de medición utilizado.
- En caso de no ser posible la medición del ruido residual, las razones por las cuales no fue posible apagar la fuente.
- Condiciones predominantes.
- Condiciones atmosféricas (dirección y velocidad del viento, lluvia, temperatura, presión atmosférica, humedad).
- Procedimiento para la medición de la velocidad del viento.
- Naturaleza / estado del terreno entre la fuente y el receptor; descripción de las condiciones que influyen en los resultados: acabados de la superficie, geometría, barreras y métodos de control existentes, entre otros.
- Resultados numéricos y comparación con la normatividad aplicada.
- Descripción de los tiempos de medición, intervalos de tiempos de medición y de referencia, detalles del muestreo utilizado.
- Variabilidad de la(s) fuente(s).
- Descripción de las fuentes de sonido existentes, datos cualitativos.
- Reporte de memoria de cálculo (incertidumbre, ajustes, aporte de ruido, entre otros).
- Conclusiones y recomendaciones.
- Croquis detallado que muestre la posición de las fuentes de sonido, objetos relevantes y puntos de observación y medición.
- Copia de los certificados de calibración electrónica de los equipos.

Ilustración 1. Artículo 21 Informe técnico. Fuente: Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. Recuperado de: <http://www.calorcol.com>

NTC 5626

A modo de ejemplo, reúne términos esenciales en el campo de la medición de nivel de ruido como lo son las ecuaciones 2, 3, 4,5

Ilustración 2. Nivel de presión sonora promedio

$$\bar{L} = 10 \log \left(\frac{\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i}}{n} \right) dB \quad (\text{Ec. 2})$$

Ilustración 2. Nivel de presión sonora promedio. Fuente: Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. Retomado de: <http://www.scielo.org.co>

De la ecuación 2, se obtiene el nivel de presión sonora promedio. Donde es el nivel de presión sonora en las diferentes posiciones del micrófono.

Ilustración 3. Nivel de presión sonora ponderada en A.

$$L_A = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i + A_i)} dB \quad (\text{Ec. 3})$$

Ilustración 3. Nivel de presión sonora ponderada en A para frecuencias de 63 Hz hasta 8 KHz. Fuente: Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. Retomado de: <http://www.scielo.org.co>

Ilustración 4. Nivel de presión sonora ponderada en C.

$$L_C = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_i + C_i)} dB \quad (\text{Ec. 4})$$

Ilustración 4. Nivel de presión sonora ponderada en C para frecuencias de 31,5 Hz hasta 8 KHz. Fuente: Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. Retomado de: <http://www.scielo.org.co>

Tanto para la ecuación 3, como para la ecuación 4, el valor de L , es el nivel de presión sonora en la banda octava respectiva; para la ecuación 3 es la banda octava i y A para la ecuación 4 es la banda de octava i y C (ICONTEC, 2008)

Ilustración 5. Nivel de exposición sonora

$$L_E = 10 \log \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P^2(t)}{P_0^2} dt \text{ dB} \quad (\text{Ec. 5})$$

Ilustración 5. Nivel de exposición sonora. Fuente: Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. Retomado de: <http://www.scielo.org.co>

En donde:

$P^2(t)$ es la presión acústica instantánea.

T_1 y t_2 son intervalos de tiempo con duración suficiente

Como para abarcar eventos sonoros considerables

P_0 es la presión acústica de referencia igual a 20 uPa.

T_0 es el tiempo de referencia. Igual a 1 segundo

[NTC 4795](#)

Se puede apreciar información tanto de la obtención del nivel de presión sonora promedio como el nivel de potencia acústica de la ecuación 6.

Ilustración 6. Nivel de potencia acústica promedio

$$\bar{L} = 10 \log \left(\frac{\sum_{i=1}^n 10^{0,1 \times L_{wi}}}{n} \right) \text{ dB} \quad (\text{Ec. 6})$$

Ilustración 6. Nivel de potencia acústica promedio. Fuente: Revisión de la normatividad para el ruido acústico en Colombia y su aplicación. Retomado de: <http://www.scielo.org.co>

Marco Teórico

Los antecedentes que tiene el proyecto son bases e ideas importantes para poder identificar los aspectos que hacen que se resuelva un problema.

Sector automotriz.

La fibra de coco, además de sus características de origen renovable y reciclable, presenta excelentes propiedades mecánicas, químicas y físicas que superan a las fibras del poliéster y por lo cual compañías como Mercedes Benz, BMW y Fiat la han incorporado como tecnología verde en sus tapicerías, revestimientos acojinamientos automotrices. (Martínez, 2009)

Bio-manto para suelos

Gracias a sus propiedades, el bio-manto en fibra de coco es ahora uno de los materiales más usados en el campo del control de suelos y bioingeniería de paisajes. Este consiste en una malla de fibras de coco orgánico y biodegradable que favorece la germinación de semillas y el repoblamiento vegetal. (Disaso, 2010)

Construcción liviana en seco

La construcción liviana en seco es una tendencia constructiva que permite una construcción segura y rápida, con sistemas modulares que pretenden aumentar el rendimiento, y así reducir costos al acortar los plazos de entregas de las obras. Esta caracterizado por ser versátil, económico, seguro y de rápido montaje como el drywall. (Manual técnico Eterboard)

Tabla 3. Características del sistema constructivo.

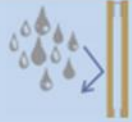
CARACTERÍSTICAS		CONDICIÓN
	AISLANTE	Si las condiciones físicas o ambientales lo requieren, el sistema permite la inserción entre paramentos de materiales aislante como mantos de lana mineral, fibra de vidrio u otros. Con esto se obtienen elevados porcentajes de disminución de ruidos, temperatura y de vibraciones.
	HIDRÓFUGO (RH)	Materiales resistentes a la humedad, además contempla el uso de imprimantes hidrófugos, cortinas o mantos repelentes del vapor de agua y otras, asegurando impermeabilidad.
	CORTA FUEGO (RF)	Retarda la expansión y transmisión de fuegos ya que en su composición no se tienen elementos combustibles o explosivos. En caso de incendio no genera humo.
	LIVIANO	Por su bajo peso permite la optimización de costos disminuyendo las cargas muertas en las construcciones en altura.
	SISMO RESISTENTE	Por sus características de conformación con perfiles de acero y placas de fibrocemento, bajo peso y masa, estos sistemas resisten movimientos sísmicos de mayor magnitud que los sistemas tradicionales de construcción rígidos y pesados. El diseño y cálculo puede asumir este sistema como de simple elemento arquitectónico, en su función y comportamiento sísmico.
	AMORTIGUA Y RESISTE	Excelente amortiguador y retenedor de impactos inherentes de la construcción convencional habitable. A mayor espesor de sus componentes más resistencia mecánica.
	INERTE	Los materiales que componen el sistema no permiten el crecimiento de hongos, algas, gérmenes ni el ataque de insectos y roedores.
	PRÁCTICO Y ECONÓMICO	Por su rendimiento, mínima producción de desperdicios, bajo peso y masa.

Tabla 3, Características del sistema constructivo Fuente: Eterboard Manual técnico. (2008)

Paneles de fibrocemento

Consiste en ensamblar un soporte estructural mediante perfiles metálicos o de madera, se ubican las instalaciones hidráulicas eléctricas o sanitarias, aislamiento térmico o acústico y se cubre con las placas de yeso-cartón o fibrocemento (Colombit , 2011), para realizar el acabado del sistema en las juntas de las placas se pone cinta malla o cinta papel, estas se adhieren con masilla a la placa, luego de esto se lija y se pintan las superficies, como se puede observar en la siguiente ilustración.

Ilustración 7. Proceso de instalación de un muro en fibrocemento

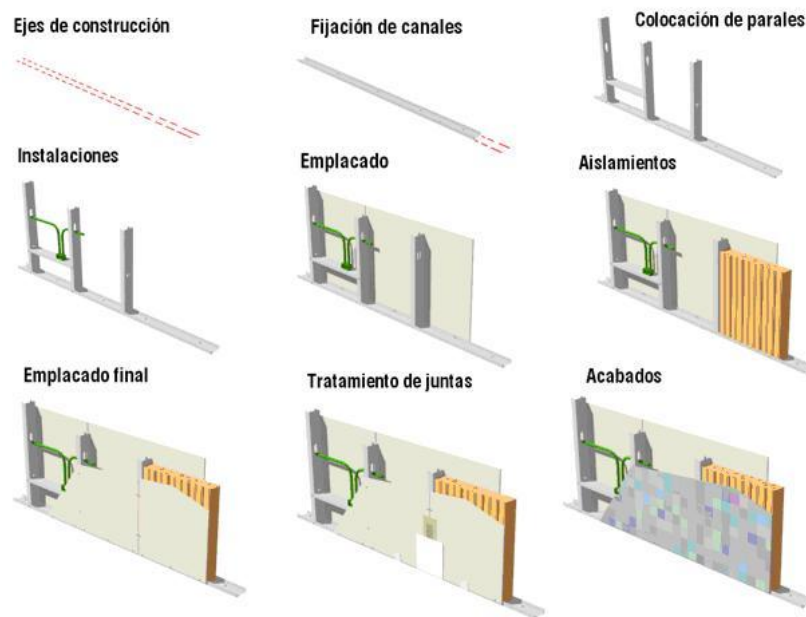


Ilustración 7: Pasos para instalar un muro hecho en drywall Fuente: (Alberto Domínguez Echeverri, 2007)
Recuperado de: <http://www.arquitectiando.com/wp-content/uploads/2007/10/construccion-de-muros-secos.jpg>

Elementos complementarios

Todos los elementos complementarios en el mercado se presentan con diferentes dimensiones, calibres y también provienen de empresas o fabricantes disímiles.

Los perfiles metálicos van anclados entre sí por medio de tornillos específicos para esto que aseguran resistencia a la estructura, se aseguran con un taladro.

Tabla 4. Perfilaría del sistema de construccion liviana

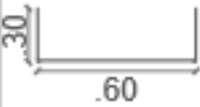
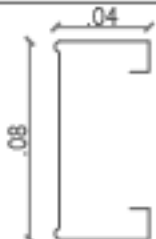
PERFIL	IMAGEN	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES
PERFIL CANAL METÁLICO			Elemento de lámina de acero galvanizado de diversos calibres que varían en función de la aplicación, normalmente fijado a pisos y techos. Se provee en longitud estandar de 2.44m
PERFIL PARAL METÁLICO			Perfil de lámina de acero galvanizado de diversos calibres que varían en función de la aplicación, se dispone verticalmente, perpendicular a los canales. se provee en longitud estandar de 2.44m
PERFIL OMEGA METÁLICO			Perfil de lsección trapezoidal fabricado en lámina de acero galvanizado. Se provee en longitud estandar de 2.44m. Se utiliza como estructura en cielos rasos y para revestimientos de muros y fachadas.
PERFIL TIPO C ESTRUCTURAL			Perfil metálico, de espesor y geometria variable, que permite mediante el debido calculo estructural, contruir entrepisos, fachadas, muros de gran altura, bases para techos .
ESTRUCTURA DE MADERA			Los elementos estructurales de madera tienen la ventaja de su facilidad de manipulación y versatilidad en cuanto a consecución y gama de diseños.

Tabla 4. Se muestran los tipos de perfiles que se pueden usar en la construcción liviana Fuente: (Colombit , 2011)

La tornillería usada es estos sistemas varía según el tipo de placa que se use, ya sea láminas de yeso cartón o de fibrocemento, En la tabla 4 se clasifican los tipos de tornillos usados en este sistema, cabe aclarar que se manejan tornillos diferentes para anclar la estructura (perfiles) o para la fijación de las placas a la estructura.

Tabla 5. Tipos de tornillos para construcción liviana

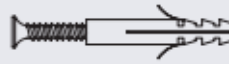
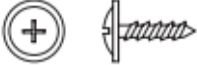
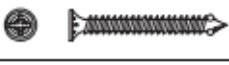
PARA MONTAJE DE LA ESTRUCTURA DE SOPORTE		
FIJACIÓN A LOSAS		Clavo para fijación con pistola de impacto Diámetro ¼" Longitud 1" y 1½"
		Anclaje de nylon de expansión rápida Diámetro ¼" Longitud 1½" y 1¾"
FIJACIÓN ENTRE PERFILES		Tornillo autorroscante de cabeza extraplana y punta aguda para perfiles cal. 22 a 26 N° 8 x ½"
		Tornillo autorroscante de cabeza extraplana y punta de broca para perfiles cal. 14 a 20 N° 8 x ½"
PARA FIJACIÓN DE PLACAS A LA ESTRUCTURA DE SOPORTE		
SOBRE ESTRUCTURA DE MADERA		Clavo acerado para placas ≤ 6 mm
		Tornillo tipo drywall N° 6 x 1" con rosca para madera
SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA		Tornillo tipo drywall N° 6 x 1" punta aguda para perfiles cal. 24 a 26
		Tornillo tipo drywall N° 6 x 1", punta de broca perfiles cal. 14 a 22
		Tornillo tipo drywall N° 8 x 1½" autoavellanante para perfiles cal. 14 a 20

Tabla 5. Tornillos clasificados según el lugar fijación en la que se use y el material. Fuente: (Colombit , 2011)

Sistema de paneles de fibra de coco como aislamiento acústico FICO-PANEL

Definición

El sistema de paneles con fibra de coco ha sido denominado FICO – PANEL. Es un elemento utilizado en el sector de la construcción para elaborar muros divisorios el cual servirá como aislamiento acústico. El panel es fabricado con una lámina de fibra de coco compacta y dos láminas de fibrocemento.

Ilustración 8. Sección de Panel de fibra de coco exterior.



Ilustración 8. Sección de Panel el tipo sándwich compuesto de fibra de coco. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 9. Sección de Panel de fibra de coco interior.



Ilustración 9. Sección de Panel el tipo sándwich compuesto de fibra de coco. Fuente: Elaboración propia (2016)

Dimensiones

El panel ha sido diseñado con las medidas convencionales de una lámina de fibrocemento común las cuales son alto 2.44 m ancho 1.44 m y espesor de 6 cm.

(Los sistemas de construcción en seco se miden en pies y pulgadas. Las medidas de los paneles en pies son de 8 * 4 pies y de espesor 6 cm).

Tabla 6. Tabla de conversión de unidades

Metros	Pies
0m	0.00ft
1m	3.28ft

Tabla 6. Tabla de conversión de unidades de metros a pies. Fuente: Recuperado de: <http://www.metric-conversions.org/es/longitud/metros-a-pies.htm>

Tabla 7. Dimensiones de los prototipos del panel de fibra de coco

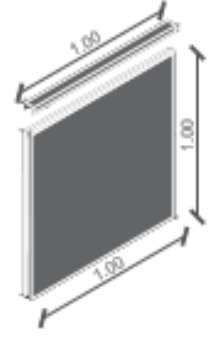
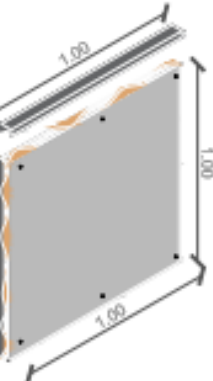
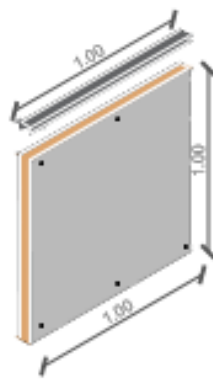
PROTOTIPO 1 	DIMENSIONES ESPESOR: 6cm ALTO: 1 m ANCHO: 1 m	ESPECIFICACIONES El prototipo N. 1 esta compuesto por: 2 Láminas de fibrocemento de 0.004mm de espesor, ancladas a perfiles con tornilleria.
PROTOTIPO 2 	DIMENSIONES ESPESOR: 6 cm ALTO: 1 m ANCHO: 1 m	El prototipo N. 2 esta compuesto por: 2 Láminas de fibrocemento de 0.004mm de espesor, ancladas con tornilleria, y aislamiento acústico en fibra de coco de baja densidad, espesor de 3cm
PROTOTIPO 3 	DIMENSIONES ESPESOR: 6cm ALTO: 1 m ANCHO: 1 m	El prototipo N. 3 esta compuesto por: 2 Láminas de fibrocemento de 0.004mm de espesor, ancladas con tornilleria. Aislamiento acústico en fibra de coco de mayor densidad, espesor de 6 cm

Tabla7. Diferentes prototipos con las dimensiones específicas. Fuente: Elaboración propia (2016)

Para la implementación del sistema de paneles se utilizan elementos adicionales los cuales son fabricados en acero galvanizado como lo son parales y canales base 6, estos elementos son necesarios para el anclaje y las uniones de los paneles en la estructura.

Ilustración 10. Estructura en acero galvanizado.

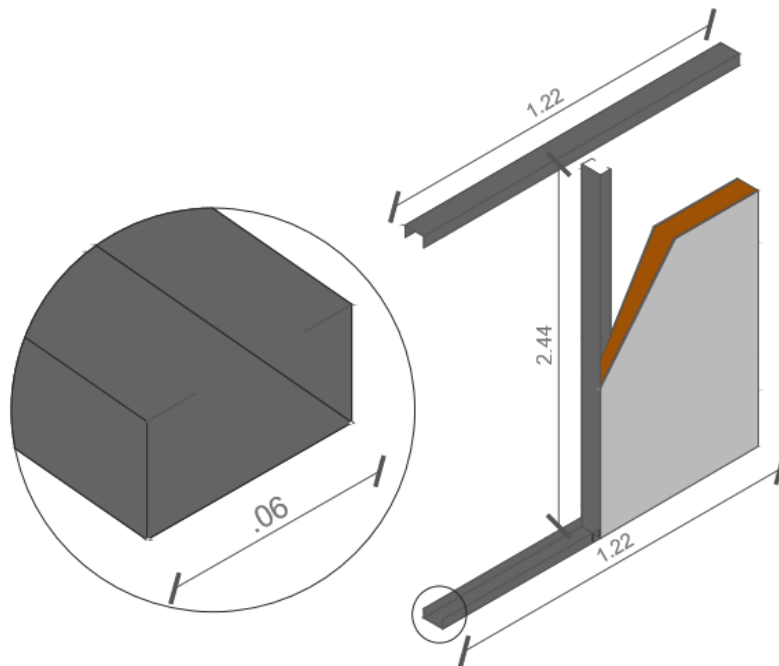


Ilustración 10. Estructura de los prototipos en acero galvanizado para base 6 y canal base 6. Fuente: Elaboración propia (2016)

Tabla 8. Elementos del sistema de Paneles de fibra de coco

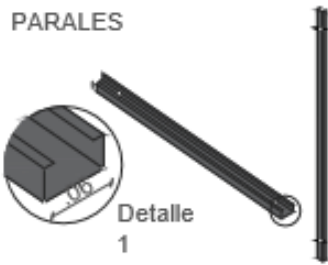
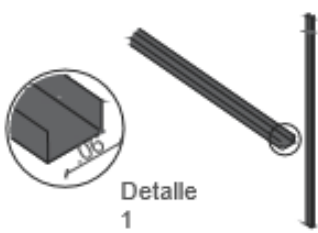
MATERIAL	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES
FIBRA DE COCO 	ANCHO: 1.22m ALTO: 2.44m ESPESOR: FIBRA DE MAYOR DENSIDAD: 6cm FIBRA DE MENOR DENSIDAD: 3cm	El aislamiento acústico de los paneles Fico Panel, es realizado con dos tipos de fibra de coco, una de mayor densidad y una de menor densidad.
FIBROCEMENTO 	ANCHO: 1.22m ALTO: 2.44m ESPESOR: 4mm	El material usado para el debido funcionamiento de la fibra de coco, son las láminas de fibrocemento, cada una con un espesor correspondiente a 4mm.
PARALES 	ANCHO: 5.9 cm ALTO: 2.44m	Los anclajes para el panel son los usados comunmente en la construcción liviana, paral-canal, los cuales fueron realizados a la medida del prototipo.
CANALES 	ANCHO: 6 cm ALTO: 2.44cm	Se utiliza canal base 6, para que de esta forma el espesor del panel quedara acorde al del canal.

Tabla 8. Se describen las partes del sistema de paneles tipo sándwich con sus respectivas dimensiones Fuente: (Elaboración propia, 2016)

En la tabla anterior se evidencian los diferentes elementos que requiere el sistema de paneles con sus características dimensionales específicas según los requerimientos de diseño que se implementan en la construcción liviana en seco.

Composición

El panel con fibra de coco está fabricado como se había mencionado anteriormente con una lámina compacta de fibra de coco. Se utilizan dos placas de fibrocemento el cual servirá como recubrimiento y soporte.

La lámina compacta de fibra de coco son fibras con una textura micro alveolar, con una porosidad próxima al 96% constituida principalmente por celulosa y leño, lo que le confiere elevados índices de rigidez y dureza.

Esta fibra presenta características importantes como lo son: anti-electroestático, inoloro, resistente a la humedad, no es atacado por roedores o termitas, no permite la formación de hongos, no se pudre, maneja pequeños valores de conductividad térmica, elevada reducción de los ruidos, muy denso, material incombustible.

Desarrollo de los prototipos

El modelo del proyecto Fico-Panel ha pasado por diferentes diseños y mejoras con el fin de optimizar la efectividad y la eficiencia del producto

Los diseños que se han realizado al panel mantiene el mismo proceso de fabricación, y se llevaron a cabo la realización de las mejoras consta del diseño de tres prototipos los cuales son:

prototipo 1

El primer prototipo que se realizó fue un panel entramado de fibrocemento de 4mm y perfiles de acero galvanizado sin material de relleno, con las dimensiones de 1 m de largo. 1 m de alto, 6 cm de ancho.

Ilustración 11. Diseño de Prototipo 1

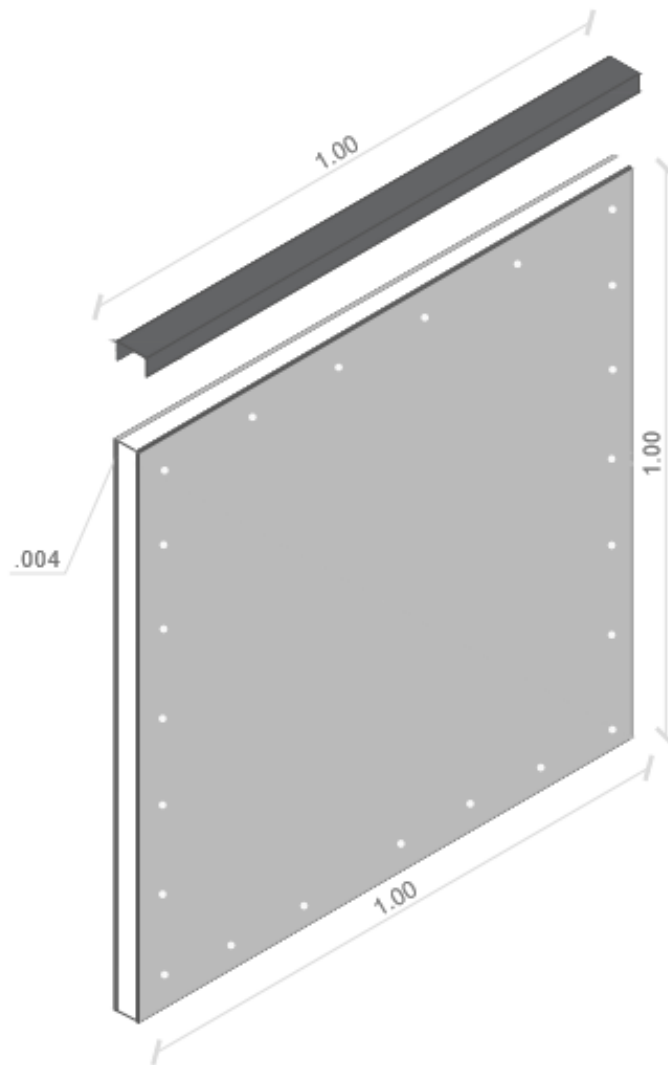


Ilustración 11. Diseño de prototipo 1 sin material de relleno en 3d. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 12. Prototipo 1



Ilustración 12. Entramado de fibrocemento de 4mm y perfiles de acero galvanizado sin material de relleno.
Fuente: Elaboración propia (2016)

Para realizar la fijación de la estructura del panel se utiliza canal base 6 y paral base 6 el cual se une por medio de tornillos autoavellanante con rosca por medio de un taladro.

Ilustración 13. Proceso de fijación de la estructura del panel.



Ilustración 13. Proceso de fijación del paral base 6 y el canal base 6 por medio de un tornillo autovellanante.
Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 14. Fijación de la estructura del panel.

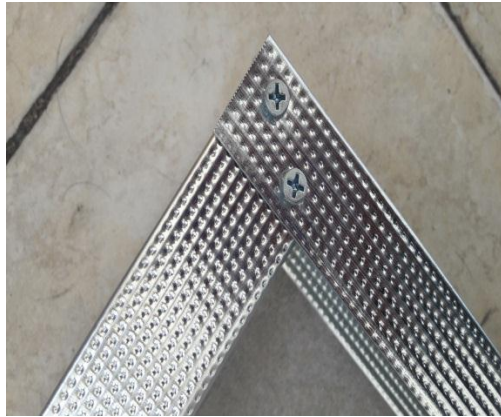


Ilustración 14. Fijación del paral base 6 y el canal base 6 por medio de un tornillo autovellanante. Fuente: Elaboración propia (2016)

Para realizar el montaje de la estructura de soporte se utilizó tornillo autorroscante de cabeza extraplana y punta de broca, la cual permitieron su fácil fijación a través de un taladro.

Ilustración 15. Montaje de la estructura de soporte



Ilustración 15. El montaje de la estructura de soporte se realizo con placas de fibrocemento de 4 mm y tornillo autorroscante de cabeza extraplana y punta de broca. Fuente: Elaboración propia (2016)

Prototipo 2

Seguido de esto se fabricó un panel entramado de fibrocemento de 4mm y perfiles de acero galvanizado con una lámina de fibra de coco de menor densidad de 3 cm, con las dimensiones de 1 m de largo. 1 m de alto, 6 cm de ancho.

Ilustración 16. Diseño de Prototipo 2

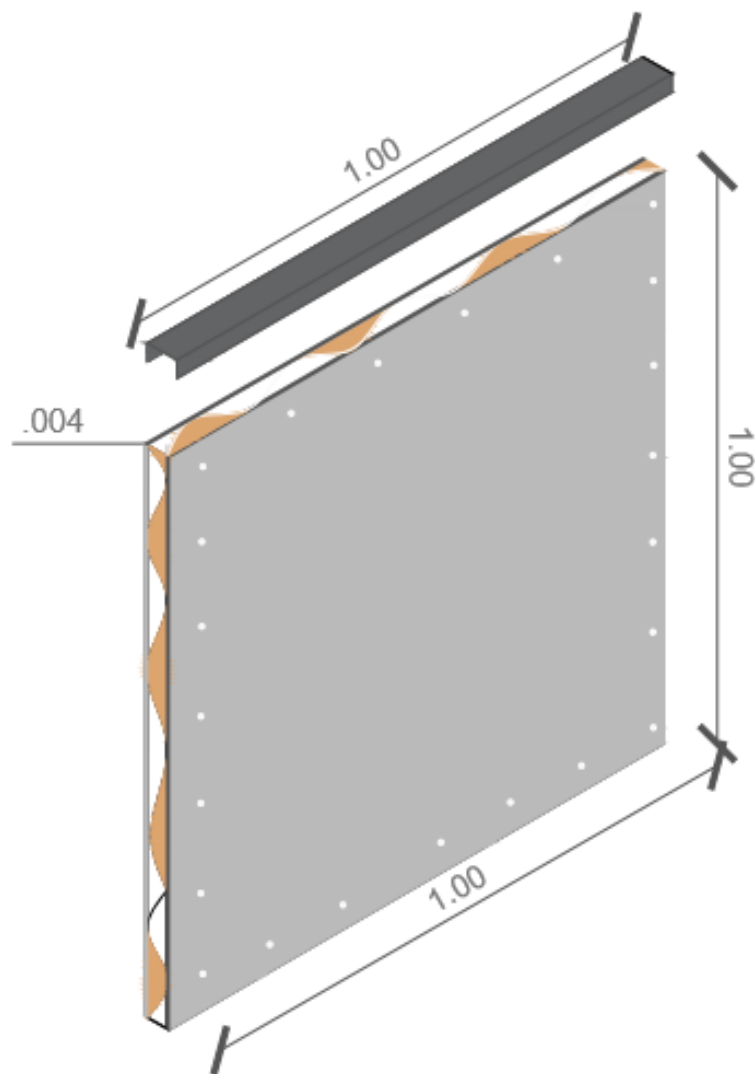


Ilustración 16: Diseño de prototipo 2 con material de relleno espesor 3cm en 3d. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 17. Prototipo 2



Ilustración 17: Entramado de fibrocemento 4mm perfiles de acero galvanizado, lamina de coco de menor densidad. Fuente: Elaboración propia (2016)

[prototipo 3](#)

Se fabrico un panel entramado de fibrocemento de 4mm y perfiles de acero galvanizado con una lámina de fibra de coco de mayor densidad de 6 cm, con las dimensiones de 1 m de largo. 1 m de alto, 6 cm de ancho.

Esto con el fin de evidenciar cual de los tres prototipos se comportara mejor como aislante acústico.

Ilustración 18. Diseño de Prototipo 3

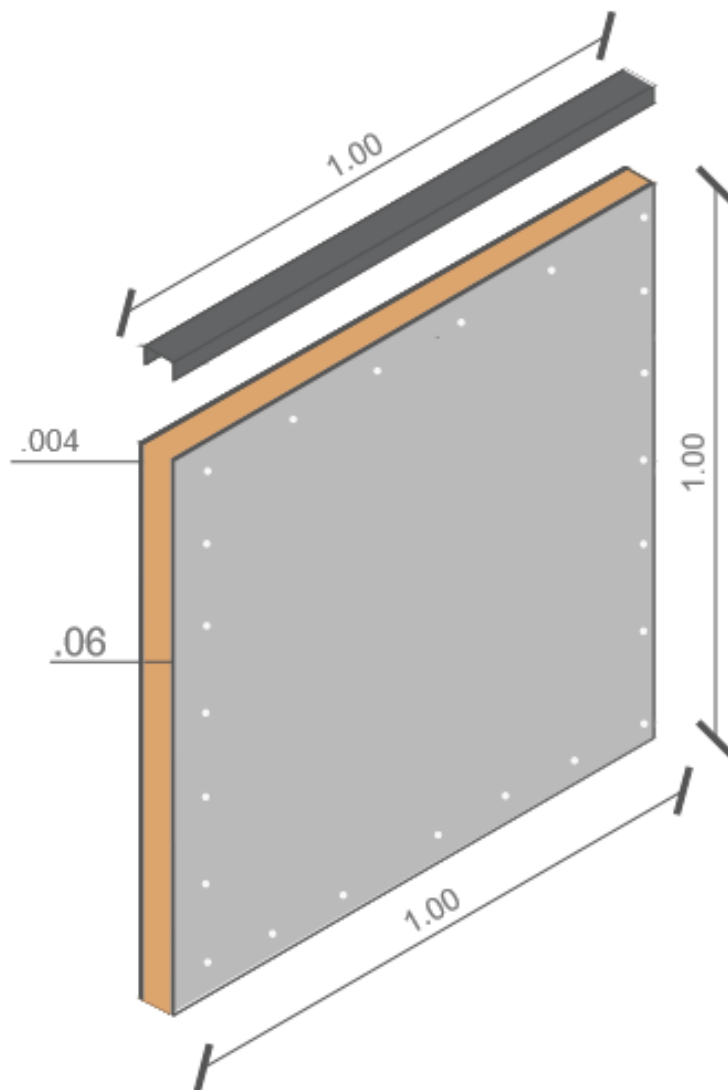


Ilustración 18: Diseño de prototipo 3 con material de relleno mayor densidad espesor 6cm en 3d. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 19. Prototipo 3



Ilustración 19: Entramado de fibrocemento 4mm perfiles de acero galvanizado, lamina de coco de mayor densidad. Fuente: Elaboración propia (2016)

Componentes

Ilustración 20. Estructura de soporte



Ilustración 20: Estructura de soporte para base 6 y canal base 6. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 21. Láminas de fibrocemento



Ilustración 21. Entramado de láminas de fibrocemento de 4mm. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 22. Lamina de fibra de coco



Ilustración 22. Lamina de fibra de coco de menor densidad. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 23. Lamina de fibra de coco.



Ilustración 23. Lamina de fibra de coco de mayor densidad. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 24. Diseños de Prototipos de Fico-Panel.

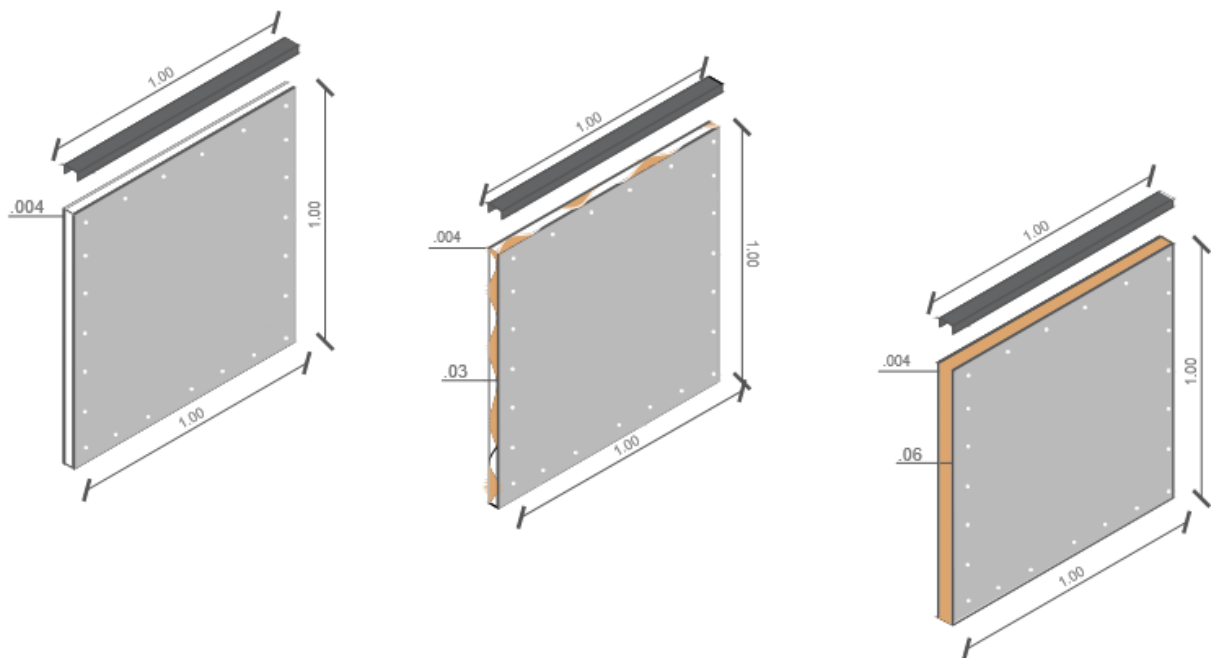


Ilustración 24. Diseño de Prototipos de Fico-panel primer prototipo sin relleno, segundo prototipo con lámina de fibra de coco de menor densidad, tercer prototipo con lámina de fibra de coco de mayor densidad. Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 25. Prototipos de Fico-Panel.



Ilustración 25. Prototipos de Fico-panel primer prototipo sin relleno, segundo prototipo con lamina de fibra de coco de menor densidad, tercer prototipo con lamina de fibra de coco de mayor densidad. Fuente: Elaboración propia (2016).

Instalación

Los paneles Fico –Panel están diseñados serán instalados con base al proceso de instalación de la construcción liviana en seco, esto quiere decir que encaja uno con el otro por medio de el montaje de soporte de la estructura en acero galvanizado, la cual se compone de canales y parales.

Ilustración 26. Entramado



Ilustración 26: Entramado de la estructura metálica. Fuente Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Esquinas

Para realizar la instalación de las esquinas con el sistema de paneles fico panel, se tendrá en cuenta el esquema de uniones de muros mas comunes en la construcción liviana en seco.

Ilustración 27. Unión de muros en L con placa pasante.

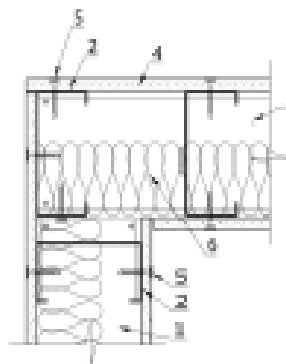


Ilustración 27: Unión de dos muros formando esquina en l con placa pasante. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 28. Unión de muros en L con parales.

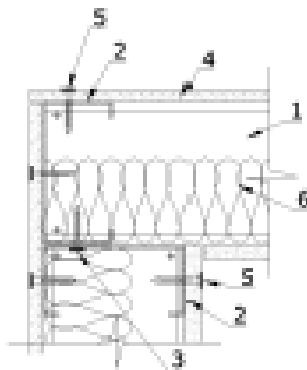


Ilustración 28: Unión de dos muros formando esquina en l con unión de parales. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 29. Unión de muros en L con parales separados.

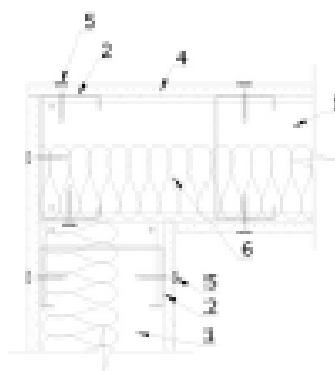


Ilustración 29: Unión de dos muros formando esquina en l con parales separados. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 30. Unión de muros esquina en Angulo.

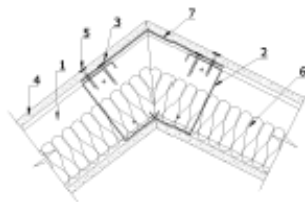


Ilustración 30: Unión de dos muros formando esquina en Angulo. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

[División en X](#)

Ilustración 31. Unión de muros en X con fijación de parales.

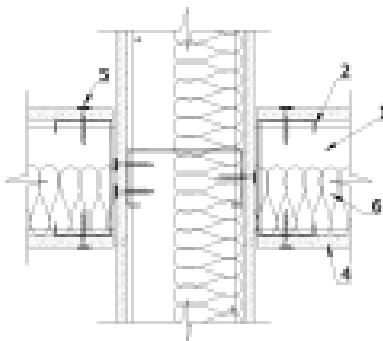


Ilustración 31: Unión de dos muros en X con fijación de parales. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 32. Unión de muros en X con parales separados.

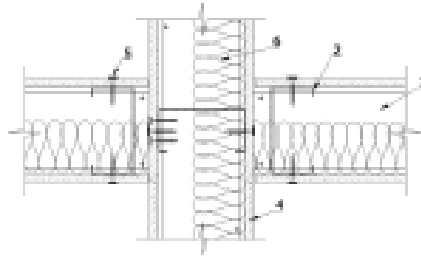


Ilustración 32: Unión de dos muros en X con parales separados. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 33. Unión de muros en X con agrupación de parales.

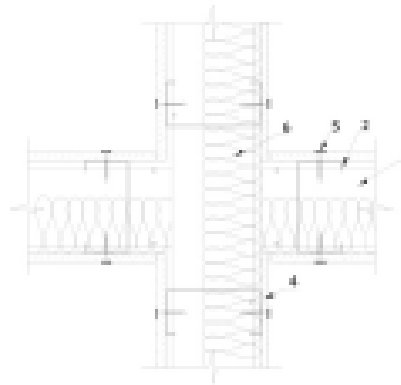


Ilustración 33: Unión de dos muros en X con agrupación de parales. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 34. Unión de muros en X con agrupación separada de parales.

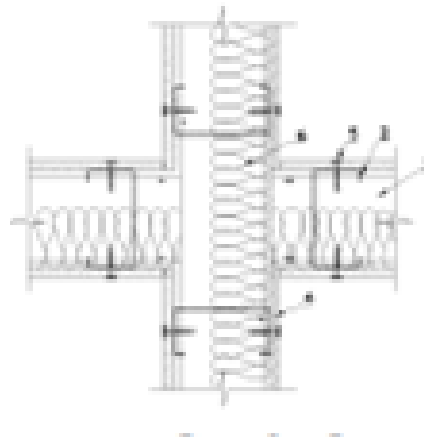


Ilustración 34: Unión de dos muros en X con agrupación separada de parales. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

[División en T](#)

En el momento de la instalación del sistema de paneles Fico-Panel, se tendrá en cuenta el esquema de divisiones en T de muros más comunes en la construcción liviana en seco, de la forma que está en la imagen siguiente.

Ilustración 35. Unión en T con placa pasante.

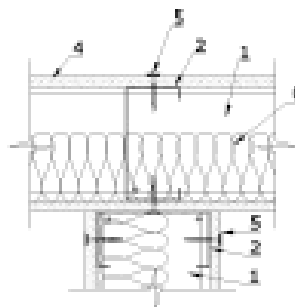


Ilustración 35: Unión en T con placa pasante. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 36. Unión en T con fijación de parales.

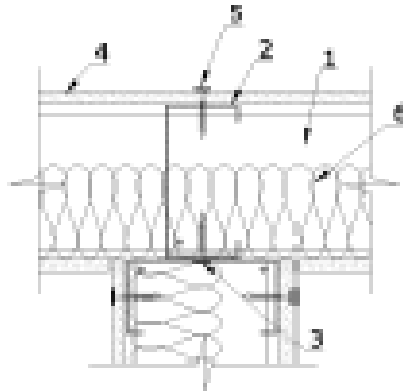


Ilustración 36: Unión en T con fijación de parales. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 37. Unión en T con agrupación de parales.

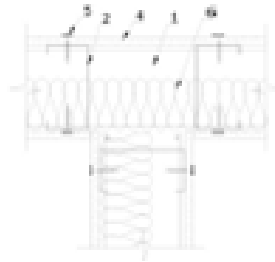


Ilustración 37: Unión en T con agrupación de parales. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ilustración 38. Unión en T con agrupación separada de parales.

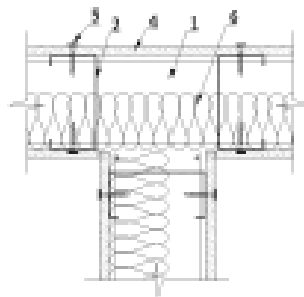


Ilustración 38: Unión en T con agrupación separada de parales. Fuente: Manual de la construcción liviana en seco (2012)

Ensayos de laboratorio

La realización de los ensayos se llevó a cabo en un sector rural en finca ubicada en el sector de mochuelo alto localidad de ciudad bolívar, suma paz.

Los ensayos de laboratorio se realizaron de la siguiente manera:

Para la elaboración de los ensayos acústicos, se buscó la manera de simular una cámara anecoica mediante un método artesanal, propio e inédito, ya que no se contaba con un laboratorio real para mediciones acústicas.

Se cavó un hueco en la tierra de 1 m³ aproximadamente con superficies dispuestas para la realización de las mediciones de aislamiento acústico fue necesario hacer de ese hueco una cámara anecoica y hermética con tierra del lugar con mínimo de reflexiones sonoras, una cámara muy absorbente al sonido y para poner sobre ella un marco en madera así como se muestra en la imagen el cual iba a soportar los paneles que iban a ser sometidos a pruebas de aislamiento acústico.

Ilustración 39. Hueco excavado.



Ilustración 39: Hueco excavado el cual tenía la función de hacer de cámara anecoica. Fuente: Elaboración propia (2016)

Se procedió a meter un bafle por el cual se transmitió el sonido rosa para la realización de las pruebas de aislamiento acústico

Ilustración 40. Bafle para ensayos de laboratorio.



Ilustración 40: Bafle para ensayos de laboratorio el cual transmitía una fuente de sonido rosa. Fuente: Elaboración propia (2016)

Los prototipos se ubican encima del bafle en el soporte de madera y con la tierra se cierra para que la cámara siga quedando lo mas hermético posible.

Ilustración 41. Panel al que se realizan las pruebas.



Ilustración 41: Panel al que se realizan las pruebas. Fuente: Elaboración propia (2016)

Luego se ensayan los tres prototipos se pone el sonómetro a una altura de 1.20 m en las cuatro esquinas del prototipo

Ilustración 42. Ensayo del prototipo.



Ilustración 42: Ensayo del prototipo con un sonómetro a una altura de 1.20m. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Se realiza el mismo procedimiento con los tres prototipos de panel.

Ilustración 43. Prototipo encima de la cámara anecoica.



Ilustración 43: Prototipo encima de la cámara anecoica listo para realizar las respectivas pruebas. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 44. Diseño de prototipo de panel 1.

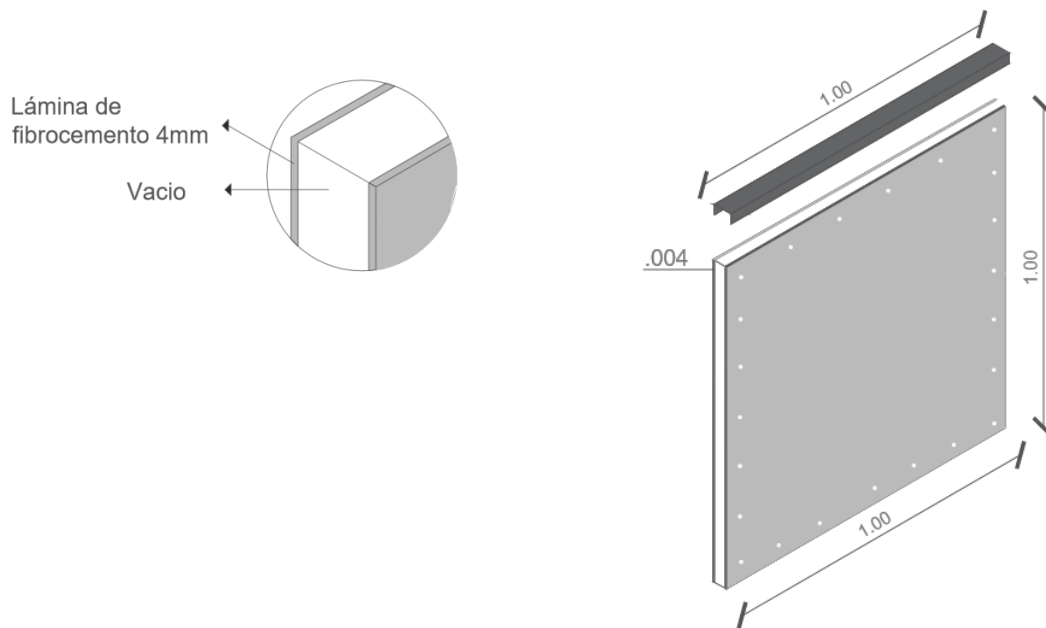


Ilustración 44: Diseño de prototipo de panel 1 el cual en su interior era vacío. Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 45. Diseño prototipo de panel 2.

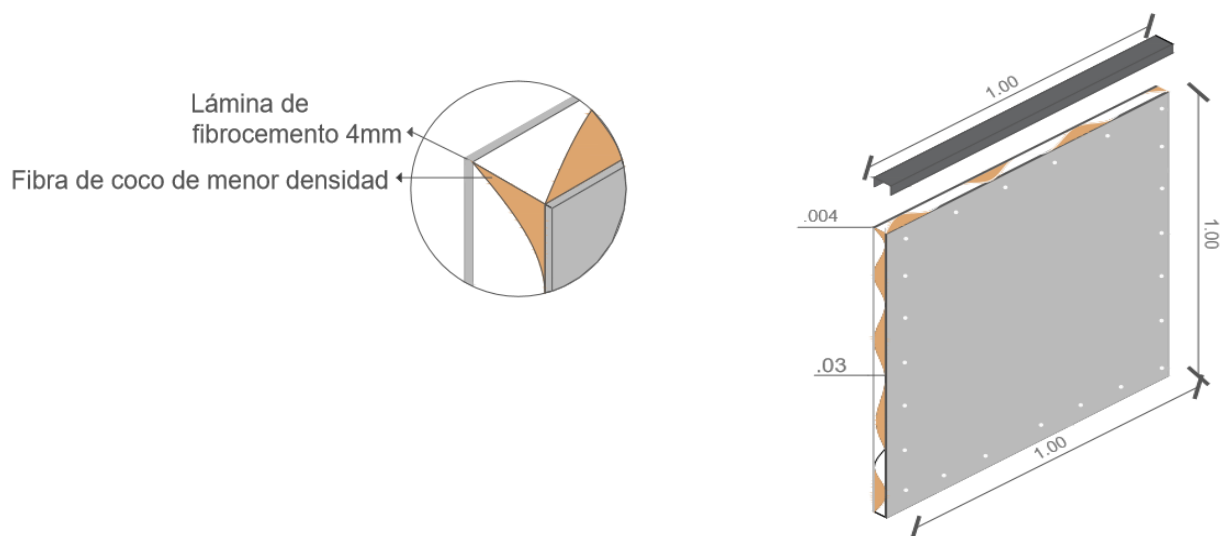


Ilustración 45: Diseño de prototipo de panel 2 el cual en su interior llevaba una lamina de fibra de coco de menor espesor 3cm. Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 46. Diseño de prototipo panel 3.

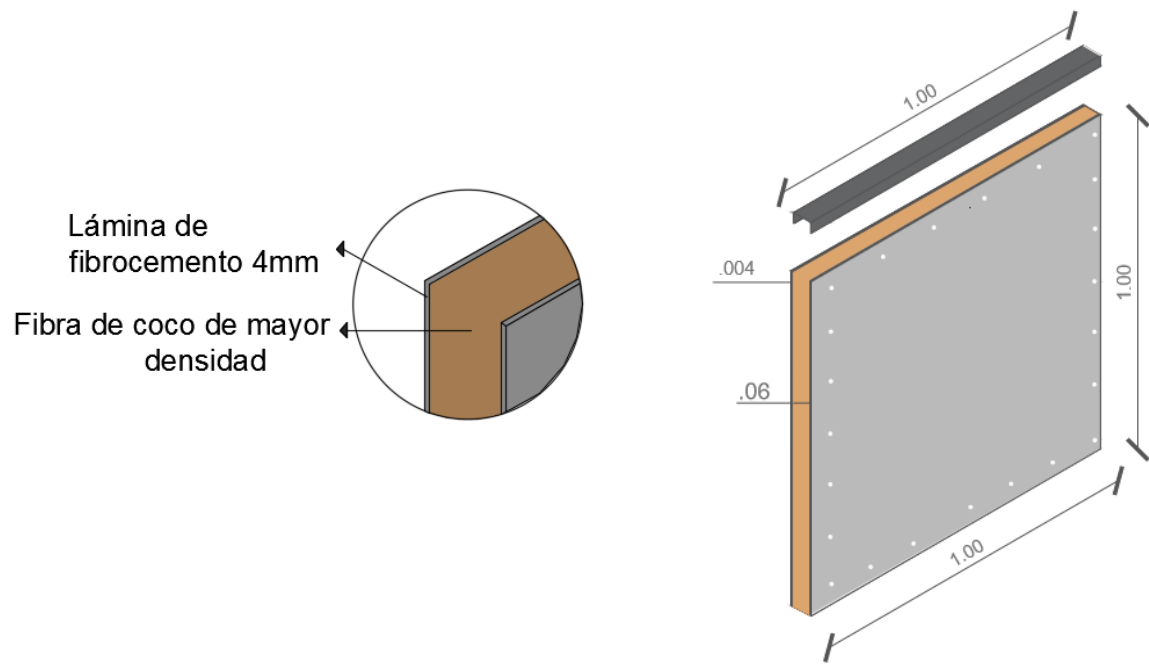


Ilustración 46: Diseño de prototipo panel 3 en el cual en su interior llevaba una lamina de fibra de coco de menor espesor 6 cm. Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47. Esquema Del Lugar.

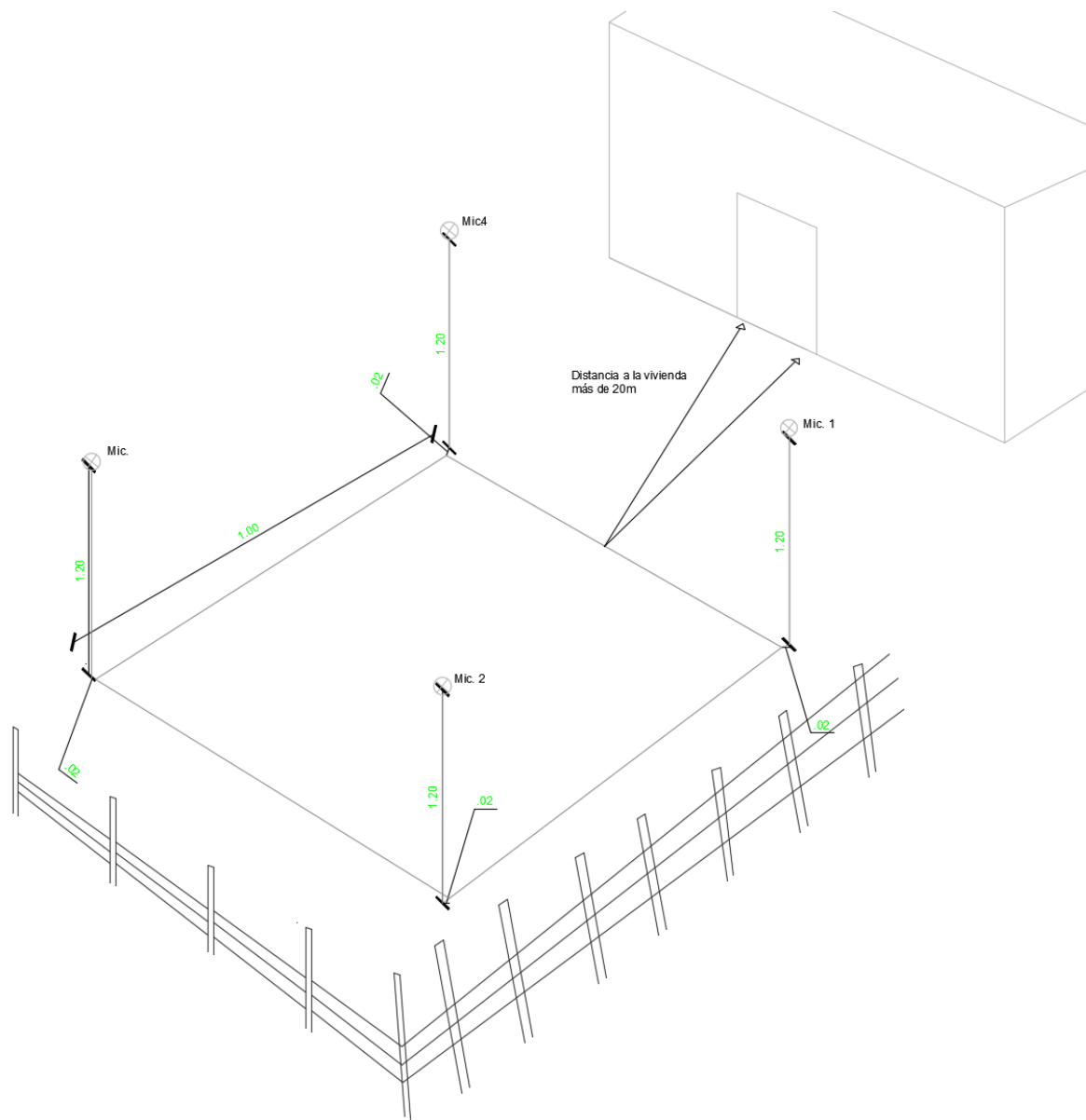


Ilustración 47: Esquema del lugar donde se realizaron los ensayos de laboratorio. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 48. Grafica 1

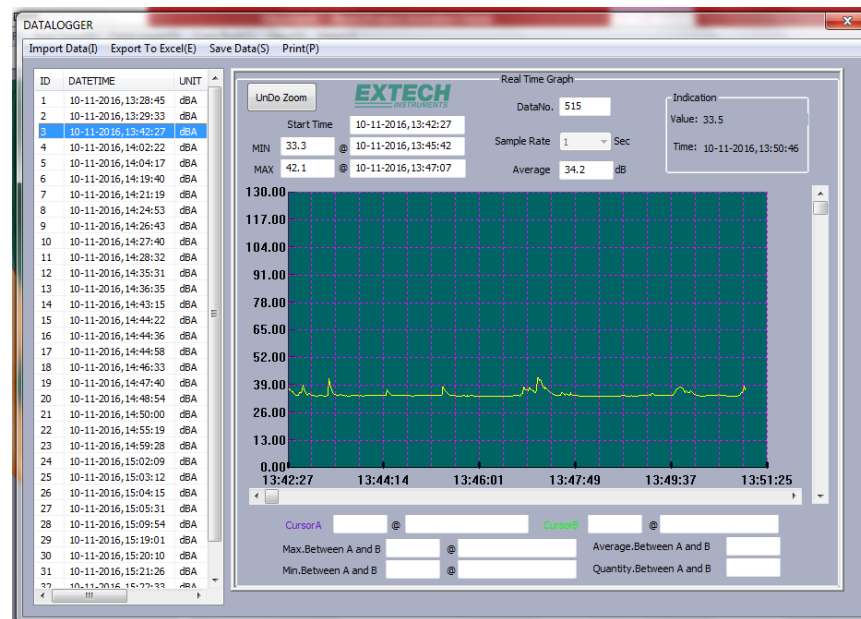


Ilustración 48: Grafica 1 Ruido de fondo. Fuente Elaboración Propia (2016)

Ilustración 49. Grafica 2

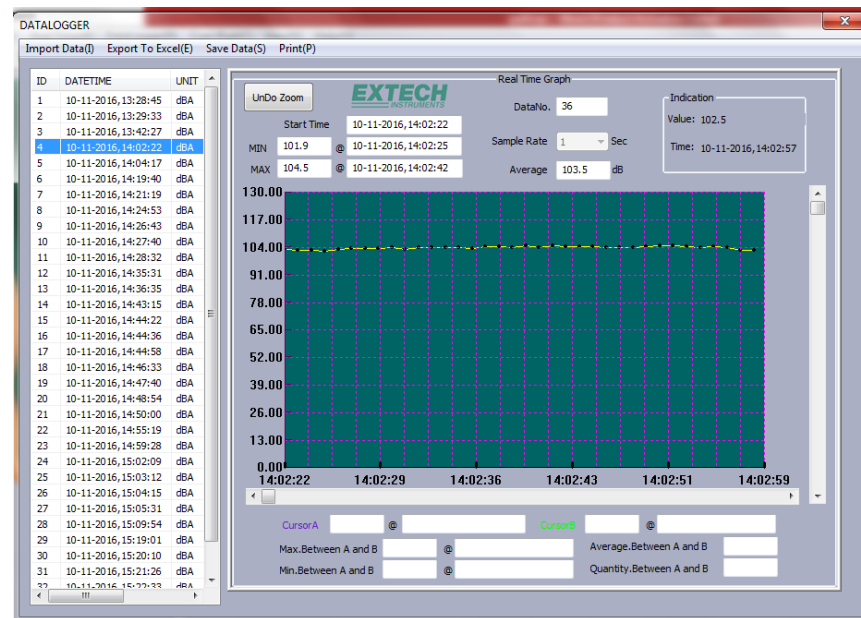


Ilustración 49: Grafica 2 fuente de ruido rosa. Elaboración propia (2016)

Ilustración 50. Grafica 3.

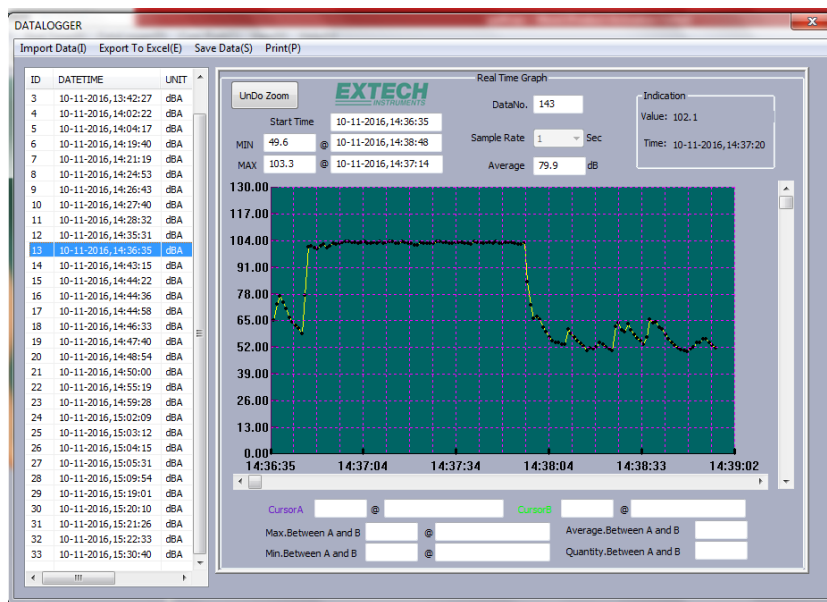


Ilustración 50: Grafica 3 ruido rosa al interior de la cámara de tierra cubierta del panel del prototipo 1. Fuente: Elaboración propia (2016).

Ilustración 51. Grafica 4.

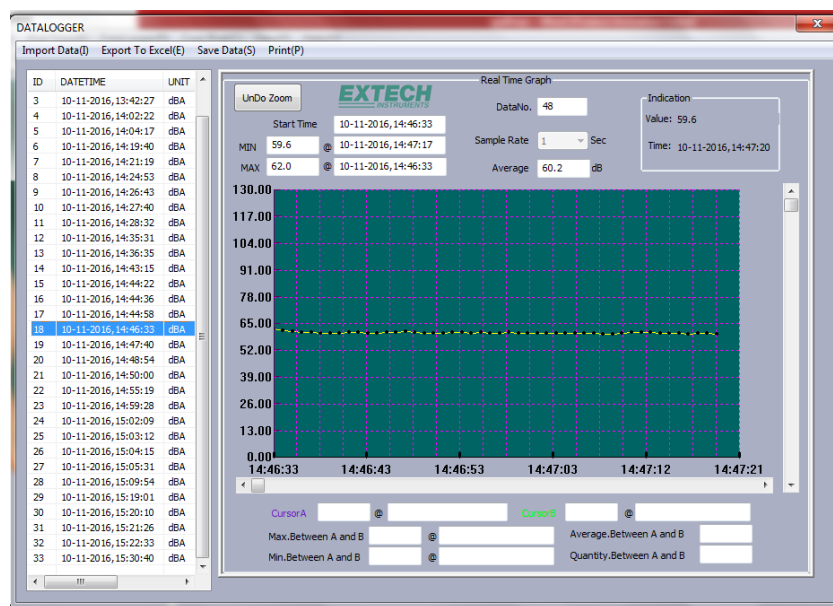


Ilustración 51: Grafica 4 medida punto 1 prototipo 1 sin material de relleno. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 52. Grafica 5

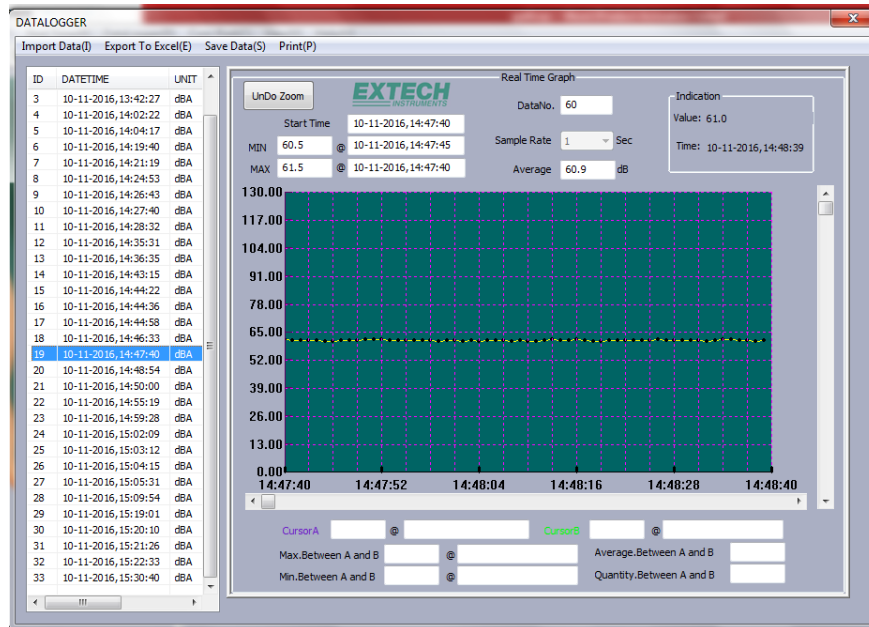


Ilustración 52: Grafica 5 medida punto 2 prototipo 1 sin material de relleno. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 53 Grafica 6

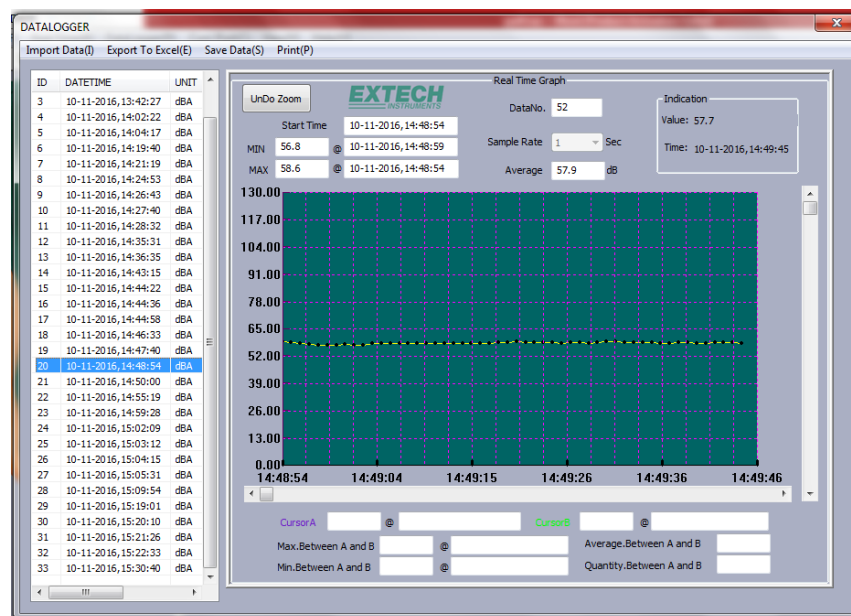


Ilustración 53: Grafica 6 medida punto 3 prototipo 1 sin material de relleno. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 54. Grafica 7

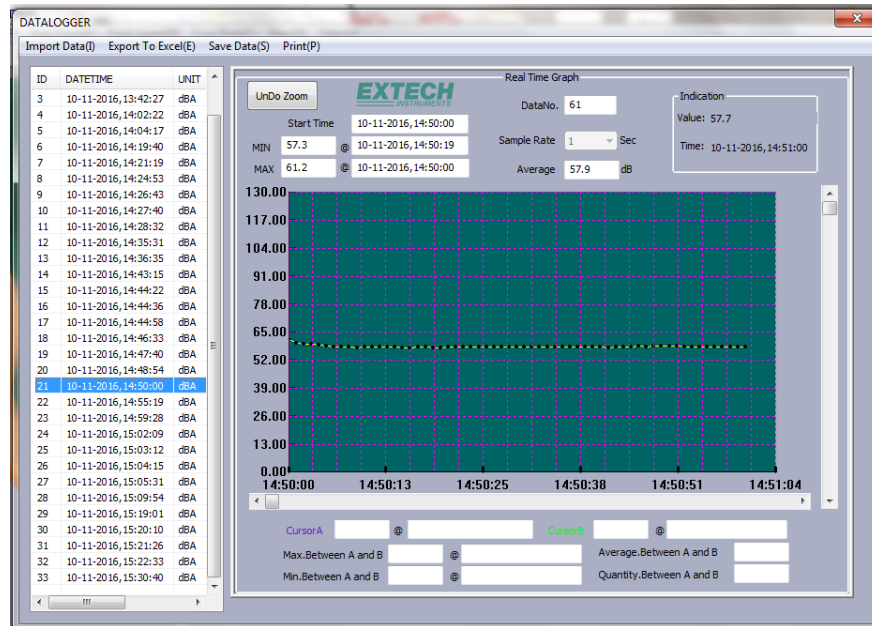


Ilustración 54: Grafica 7 medida punto 4 prototipo 1 sin material de relleno. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 55. Grafica 8

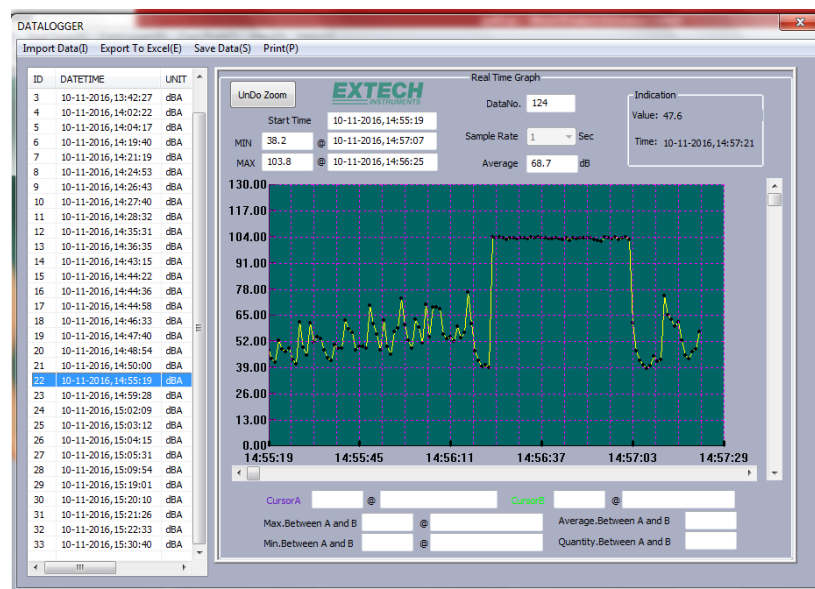


Ilustración 55: Grafica 8 Ruido rosa al interior de la cámara de tierra cubierta del panel del prototipo 2. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 56. Grafica 9

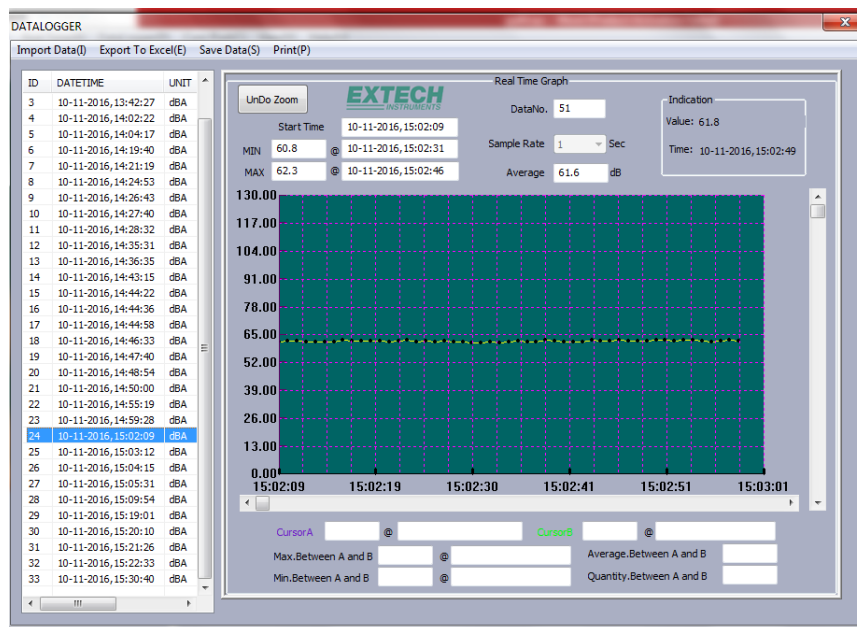


Ilustración 56: Grafica 9 medida punto 1 prototipo 2 con material de relleno espesor de 3 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 57. Grafica 10

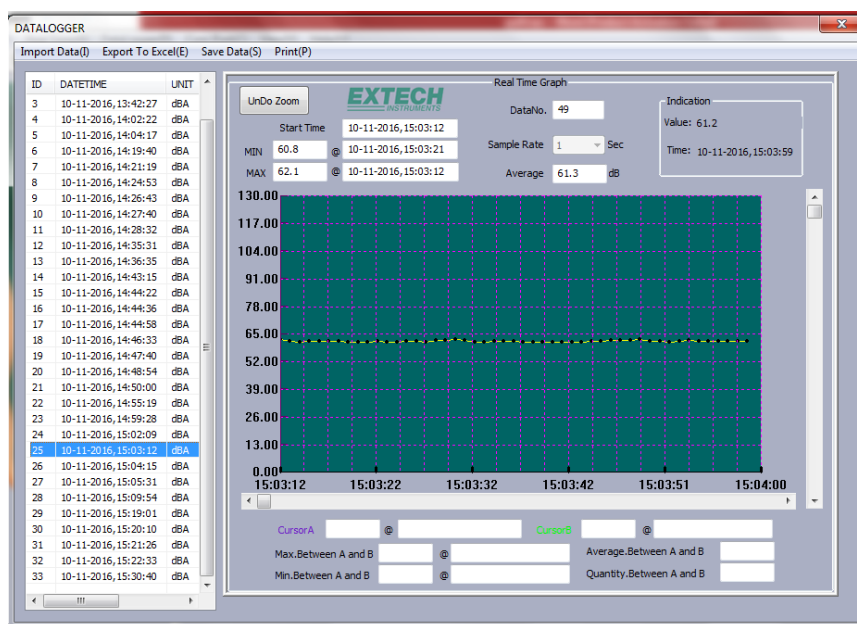


Ilustración 57: Grafica 10 medida punto 2 prototipo 2 con material de relleno espesor de 3 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 58. Grafica 11

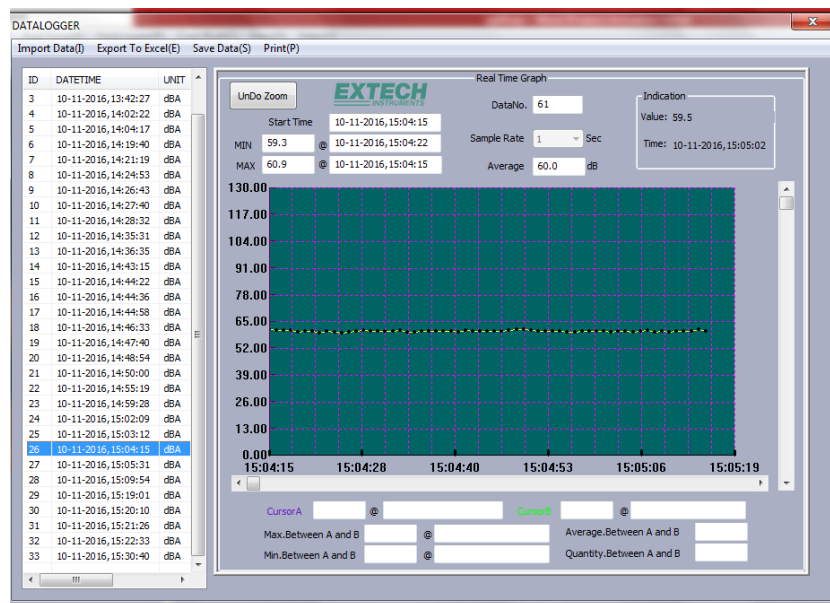


Ilustración 58: Grafica 11 medida punto 3 prototipo 2 con material de relleno espesor de 3 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 59. Grafica 12

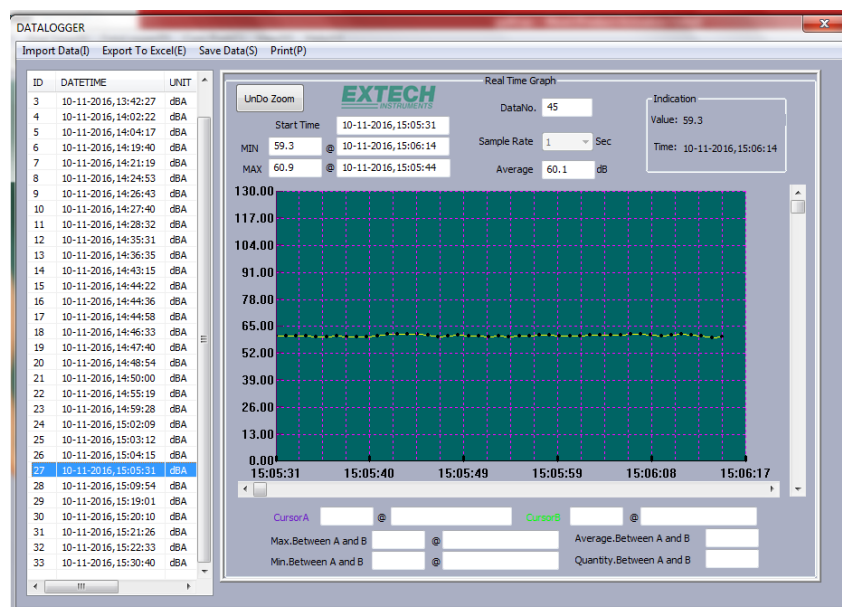


Ilustración 59: Grafica 12 medida punto 4 prototipo 2 con material de relleno espesor de 3 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 60. Grafica 13

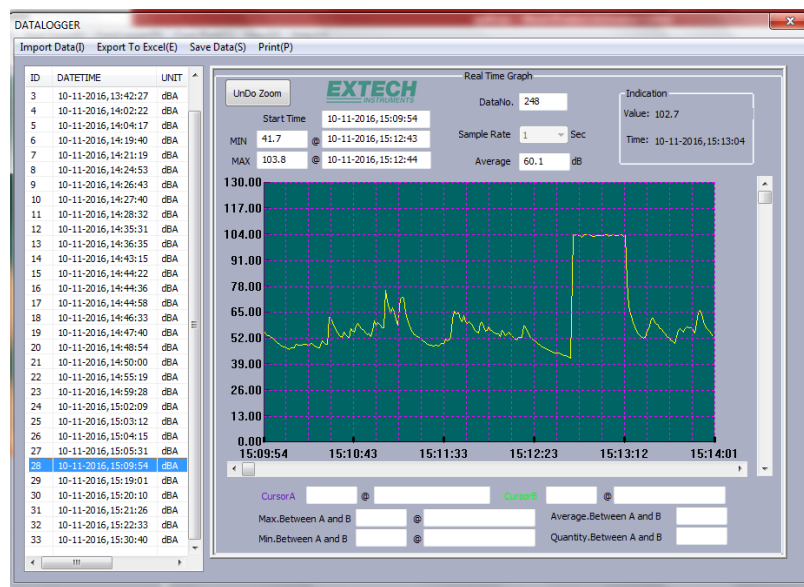


Ilustración 60: Grafica 13 ruido rosa al interior de la cámara de tierra cubierta del panel del prototipo 3.

Fuente: Elaboración propia (2016)

Ilustración 61. Grafica 14

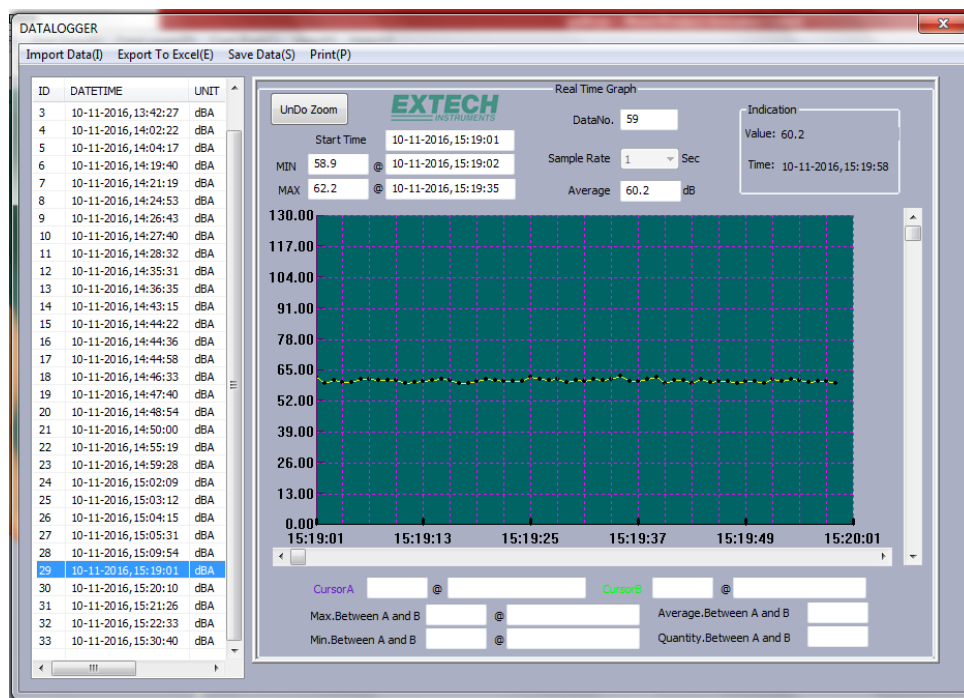


Ilustración 61: Grafica 14 medida punto 1 prototipo 3 con material de relleno espesor de 6 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 62. Grafica 15

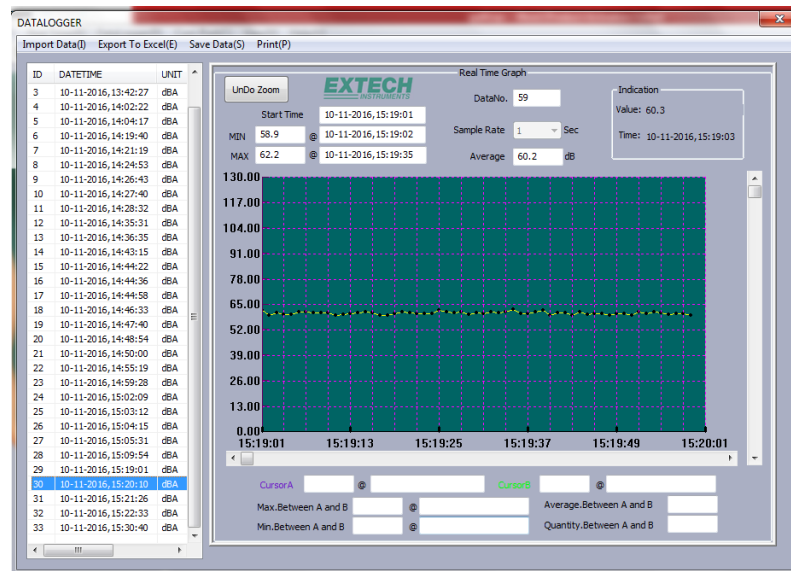


Ilustración 62: Grafica 15 medida punto 2 prototipo 3 con material de relleno espesor de 6 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 63. Grafica 16

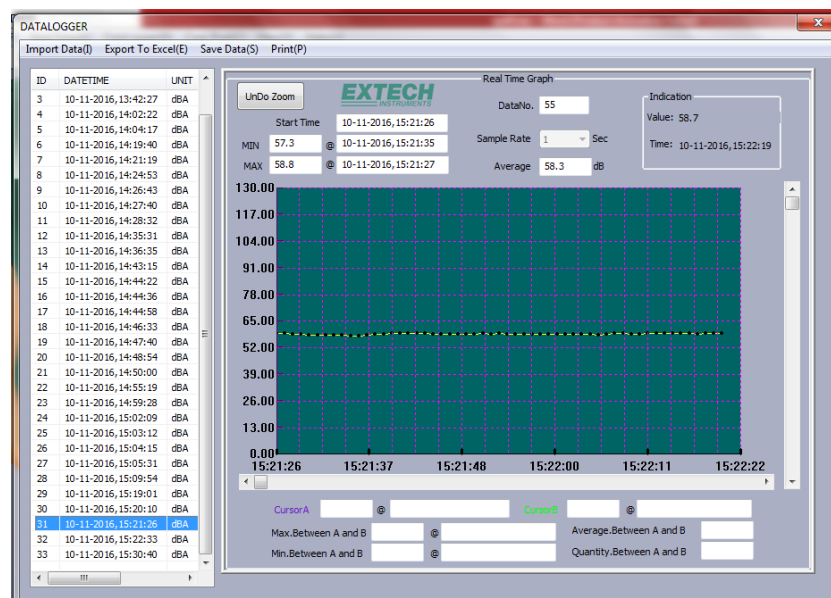


Ilustración 63: Grafica 16 medida punto 3 prototipo 3 con material de relleno espesor de 6 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 64. Grafica 17

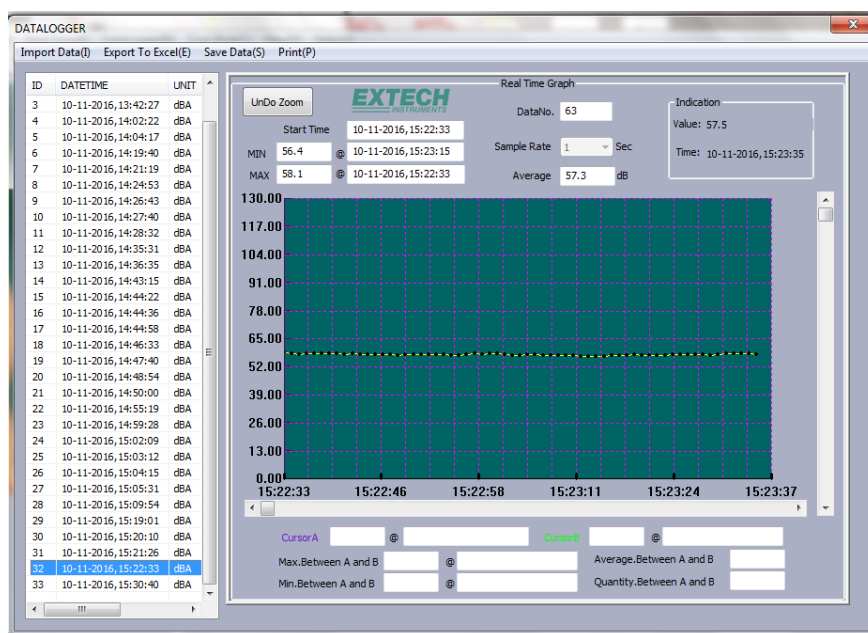


Ilustración 64: Grafica 17 medida punto 4 prototipo 3 con material de relleno espesor de 6 cm. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 65. Grafica 18

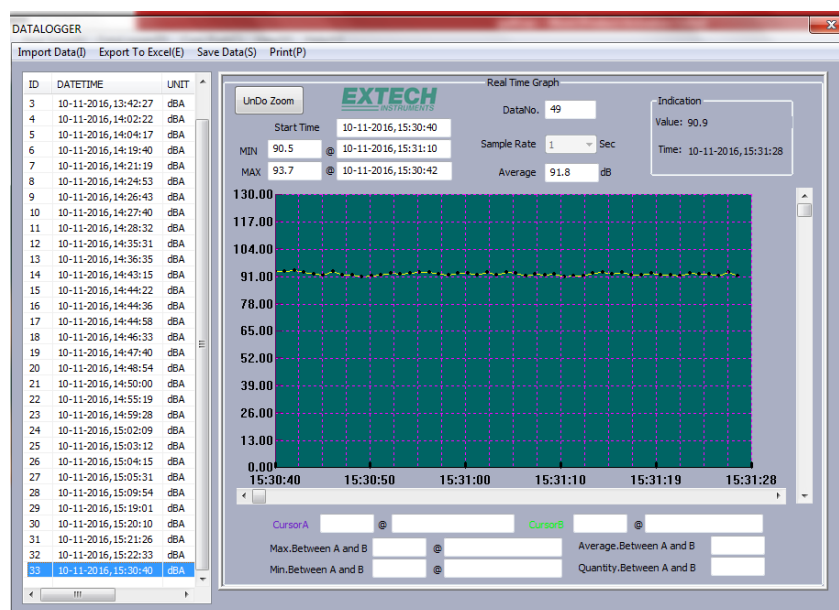


Ilustración 65: Grafica 18 ruido exterior medida final fuera de la cámara de tierra. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Ilustración 66. Panel después de ensayo.



Ilustración 66: Panel después de ensayo de aislamiento acústico. Fuente: Elaboración Propia (2016)

Las pruebas de ensayos de laboratorio nos dieron como resultado:

Medidas del prototipo 1:

Para mediciones de laboratorio utilizando la presión sonora, el índice de reducción acústica se calcula mediante:

$$R = L1 - L2 + 10 \lg \frac{S}{A}$$

S: 1 m²

A: 10 m²

L1: Nivel de presión sonora promedio de la energía en el recinto emisor en dB

L2: Nivel de presión sonora promedio de la energía en el recinto recepto en Db
teniendo en cuenta la integración del ruido de fondo leqTA.

Donde:

S: Es el área de la abertura de ensayo libre en la que se instala el elemento de ensayo en m^2

A: Es el área de absorción acústica equivalente en el recinto receptor, en m^2

L1: Es el Nivel de presión sonora promedio de la energía en el recinto emisor, en decibeles

L2: Es el Nivel de presión sonora promedio de la energía en el recinto receptor, en decibeles.

NOTA 1: La derivación de la ecuación (2) a partir de la ecuación (1) supone que los campos sonoros son difusos y que el único sonido radiado al recinto receptor procede del elemento de ensayo.

NOTA 2: La expresión "perdida de transmisión acústica" (TL) También se utiliza en países de habla inglesa. Es equivalente al "índice de reducción acústicas".

NOTA 3: Otras magnitudes relacionadas se pueden introducir en otros documentos y códigos de ensayo, a menudo añadiendo subíndices, es decir R1 para el índice de reducción acústica, medida según los métodos de intensidad, R2, para el índice de reducción acústica por unidad de longitud de las aberturas o ΔR para la mejora del índice de reducción acústica mediante revestimientos o techos suspendidos.

Fuente: ISO 10140-2:210 Medicion en laboratorio del aislamiento acustico de lso elementos de construccion parte 2: medicion del aislamiento acustico al ruido aereo. Indice de reduccion acustica **R**. Esta formula se aplica solo para pruebas de laboratorio.

* Medidas del prototipo 1 entramado de fibrocemento de 4 mm y perfiles de acero galvanizado sin material de relleno.

	L1	L2
Punto de medicion 1:	103,3	61
Punto de medicion 2:	103,3	61
Punto de medicion 3:	103,3	57,8
Punto de medicion 4:	103,3	59,7

Valores promediados de los que fueron reistrados en los archivos .

<https://www.cesva.com/>

Promedio L2: Se hace un promedio de los puntos de medicion. El promedio debe ser de la potencia acustica porque los dB.

61	-5,9	1,25893E-06	
61	-5,9	1,25893E-06	
57,8	-6,22	6,0256E-07	
59,7	-6,03	9,33254E-07	
		1,01342E-06	60,1

Tabla 9. Resultados 1.

L1-L2	10Log	S/A	R dBA
43,2	9,0	0,1	52,2

Tabla 9. Tabla de resultados del primer prototipo Sin material de relleno. Fuente: Elaboración propia, (2016)

*Medida de prototipo 2 entramado de fibrocmeto de 4 mm de acero galvanizado con una lamina de fibra de coco de menor densidad de 3cm.

	L1	L2
Punto de medicion 1:	103,3	61,6
Punto de medicion 2:	103,3	61,5
Punto de medicion 3:	103,3	60,2
Punto de medicion 4:	103,3	60,2

Promedio L2: Se hace un promedio de los puntos de medicion. El promedio debe ser de la potencia acustica porque los dB.

61,6	-5,84	1,44544E-06	
61,5	-5,85	1,41254 E-06	
60,2	-5,98	1,04713E-06	
60,2	-5,98	1,04713E-06	
		1,23806E -06	60,9

Tabla 10. Resultados 2.

L1-L2	10Log	S/A	R dBA
42,9	9,0	0,1	51,9

Tabla 10. Tabla de resultados del segundo prototipo con material de relleno espesor 3cm. Fuente: Elaboración propia, (2016)

	L1	L2
Punto de medicion 1:	103,8	60,9
Punto de medicion 2:	103,8	60,9
Punto de medicion 3:	103,8	58,1
Punto de medicion 4:	103,8	57,3

Promedio L2: Se hace un promedio de los puntos de medicion. El promedio debe ser de la potencia acustica porque los dB.

60,9	-5,91	1,23027 E-06
60,9	-5,91	1,23027 E-06
58,1	-6,19	6,45654E-07
57,3	-6,27	5,37032E-07
9,10806E-07		59,6

Tabla 11. Resultados 3.

L1-L2	10Log	S/A	R dBA
44,2	9,0	0,1	53,2

Tabla 11. Tabla de resultados del tercer prototipo con material de relleno espesor 6cm. Fuente: Elaboración propia, (2016)

Tabla 12. Tabla de grado de control de sonido.

Valor STC o RW	Audición de conversaciones	Grado de control de sonido
15-25	Voz normal, de fácil comprensión	Malo
25-35	Voz alta, de fácil comprensión	Regular
35-45	Voz normal, apenas audible e ininteligible	Bueno
45-55	Voz alta apenas audible e ininteligible	Muy bueno
55 o más	Voz alta generalmente inaudible	Excelente

Tabla 12. Tabla de grado de control de sonido. Fuente: Recuperado de <http://owenscorning.com.br/pdf/FundamentosdeacusticaES.pdf> (2016)

Tabla 13. Tabla de calificación y reducción de ruido.

TABLE 5-15 STC Ratings and Noise Reduction		
STC Rating	Speech Heard Through Wall or Floor	Noise Control Level
25	Normal speech understandable	Poor
30	Loud speech understandable	Marginal
40	Loud speech audible as murmur but unintelligible	Good
50	Loud speech barely audible	Very Good
55 and up	Loud speech not heard	Excellent

NOTE: Assumes background noise of 30dB on the listening side.

Tabla 13. Tabla de calificación y reducción de ruido. Fuente: Recuperado de http://inspectapedia.com/BestPractices/Sound_Transmission_Class_STC.php (2016)

Discusión y Recomendaciones

Con base en lo indagado en el trabajo de investigación se concluye que la fibra de coco al ser utilizada en los paneles puede funcionar como aislamiento acústico para esto tomamos como referencia los parámetros que se encuentran en la tabla 13 Calificaciones y reducción de ruido.

En la fabricación es importante recalcar que mayor densidad y mayor espesor de la lamina de fibra de coco como material absorbente va a ser muy importante ya que son mejores los resultados de aislamiento acústico, ya que el prototipo tres de entramado de fibrocemento y lamina de fibra de coco de mayor densidad y espesor de 6 cm fue la que mejor resultados dio acústicamente.

Por otra parte la implementación del sistema paneles de fibra de coco estructuralmente a el sistema liviano de construcción en seco trae ventajas ante otros sistemas porque reduce el tiempo de instalación del muro, el costo de la mano de obra, el costo directo del panel ya que de acuerdo a lo investigado el sistema de paneles de fibra de coco comparado con otros aislamientos acústicos reduce los costos hasta un 40%.

Finalizando cabe aclarar que los ensayos de laboratorio fueron pruebas no convencionales e innovadoras y que no se conto con un ensayo de aislamiento acústico tradicional se recomienda seguir indagando en aspectos de ensayos de laboratorio para llegar a obtener resultados lo mas acertados posibles.

Referencias

Alberto Domínguez Echeverri. (2007, Octubre 26). *Arquitectiando*. Obtenido de:

Arquitectiando: <http://www.arquitectiando.com/>

Colombit . (2011). *Manual tecnico Superboard*. Blanecolor.

(s.f)*Ecolfibra*. Obtenido de:

<http://ecolfibras.co/fibra-de-coco/>

Cyril M Harris, 1995, *Manual de medidas acústicas y control del ruido*, Tercera edición, volumen 1 y 2.

Koschade Rolf, 2006, *Construction with Factory Engineered Sandwich Panels*

(S.f),(s.n) Obtenido de:

<https://beyondsustainablearchitecture.files.wordpress.com/2013/08/cuadro-comparativo-de-aislamiento-termico-vegetales.jpg>

Fibra de coco (2010) Obtenido de:

<http://www.disaso.com/ing/fibra.html>

Soluciones agrícolas naturales (2015), *Ventajas de la fibra de coco y sus características físico-químicas*. Obtenido de:

<http://www.cocopeatfertilizer.com/fibra-de-coco>

El coco y sus aplicaciones en la industria (s.f) Obtenido de:

<http://www.renovablesverdes.com/el-coco-y-sus-aplicaciones-en-la-industria/>

Acústica arquitectónica (2012, Octubre). *Aislamiento acústico y acondicionamiento acústico*.

Obtenido de:

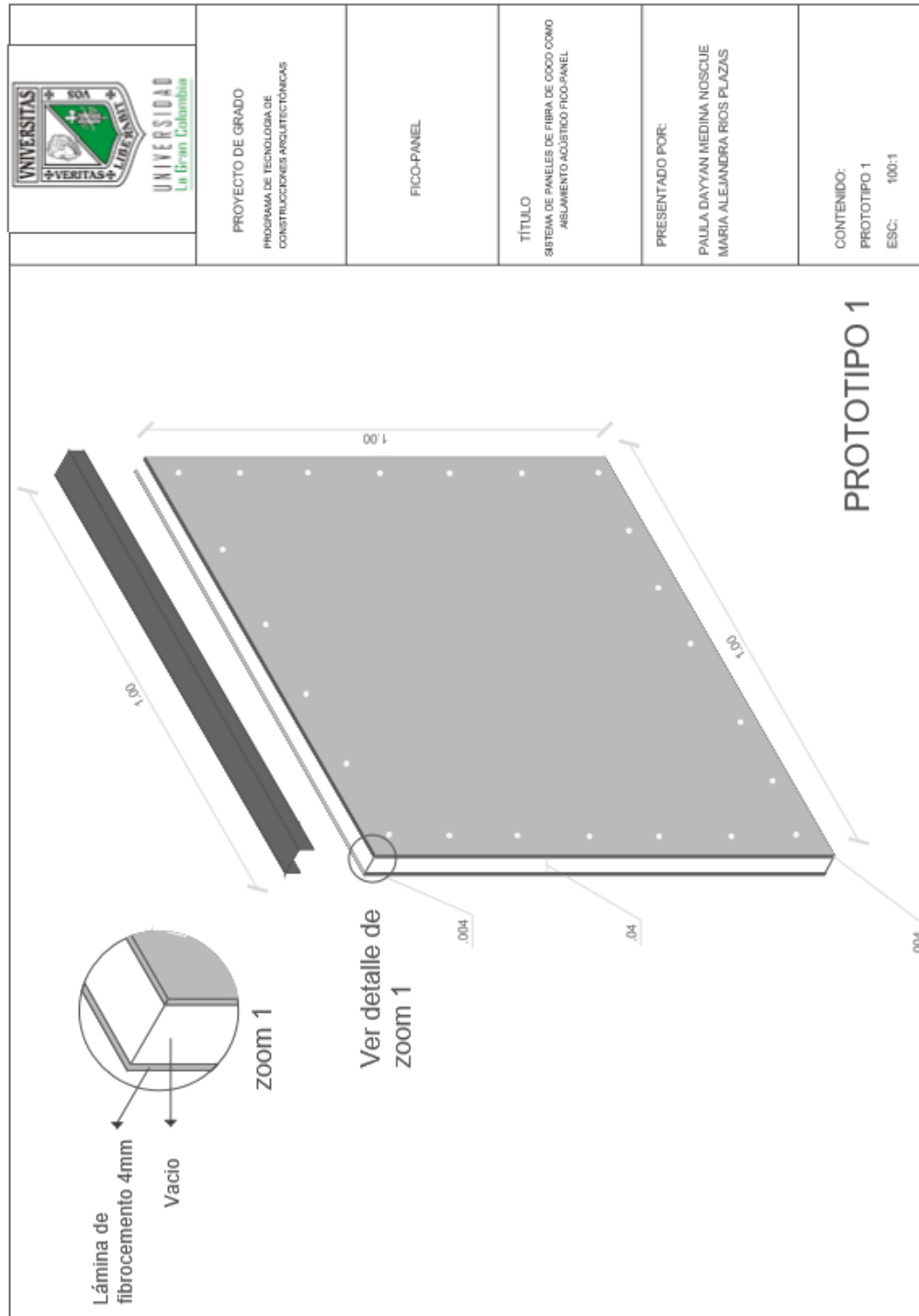
http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Arquidisenio/educacion_continua/documents/AcusticaArquitectonica.pdf

Ingeniería acústica,(s.f)Obtenido de:

<http://aislacustic.com/servicios/aislamiento-acustico/>

Agromática(2014,junio 10) *Fibra de coco, un sustrato con gran potencial*. Obtenido de:
<http://www.agromatic.es/sustrato-de-fibra-de-coco/>

Anexos





PROYECTO DE GRADO
PROGRAMA DE TECNOLOGIA DE
CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

FICO-PANEL

TÍTULO

SISTEMA DE PANELES DE FIBRA DE COCO COMO
AISLAMIENTO ACUSTICO FICO-PANEL

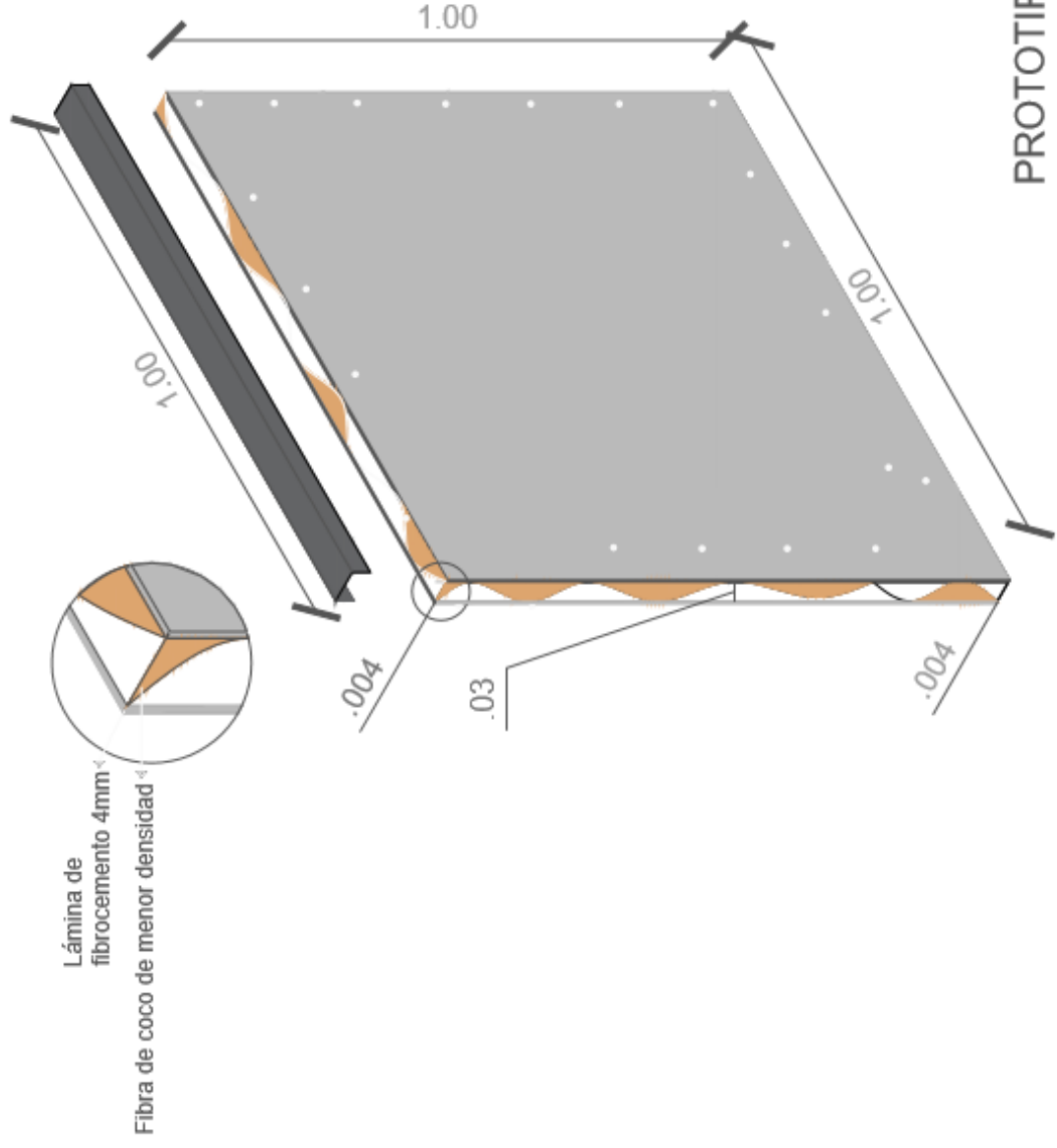
PRESENTADO POR:

PAULA DAYYAN MEDINA NOSCUE
MARIA ALEJANDRA RIOS PLAZAS

CONTENIDO:

PROTOTIPO 2

ESC: 100:1



PROTOTIPO 2



PROYECTO DE GRADO

PROGRAMA DE TECNOLOGIA DE
CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

FICO-PANEL

TÍTULO

SISTEMA DE PANELES DE FIBRA DE COCO COMO
AISLAMIENTO ACÚSTICO FICO-PANEL

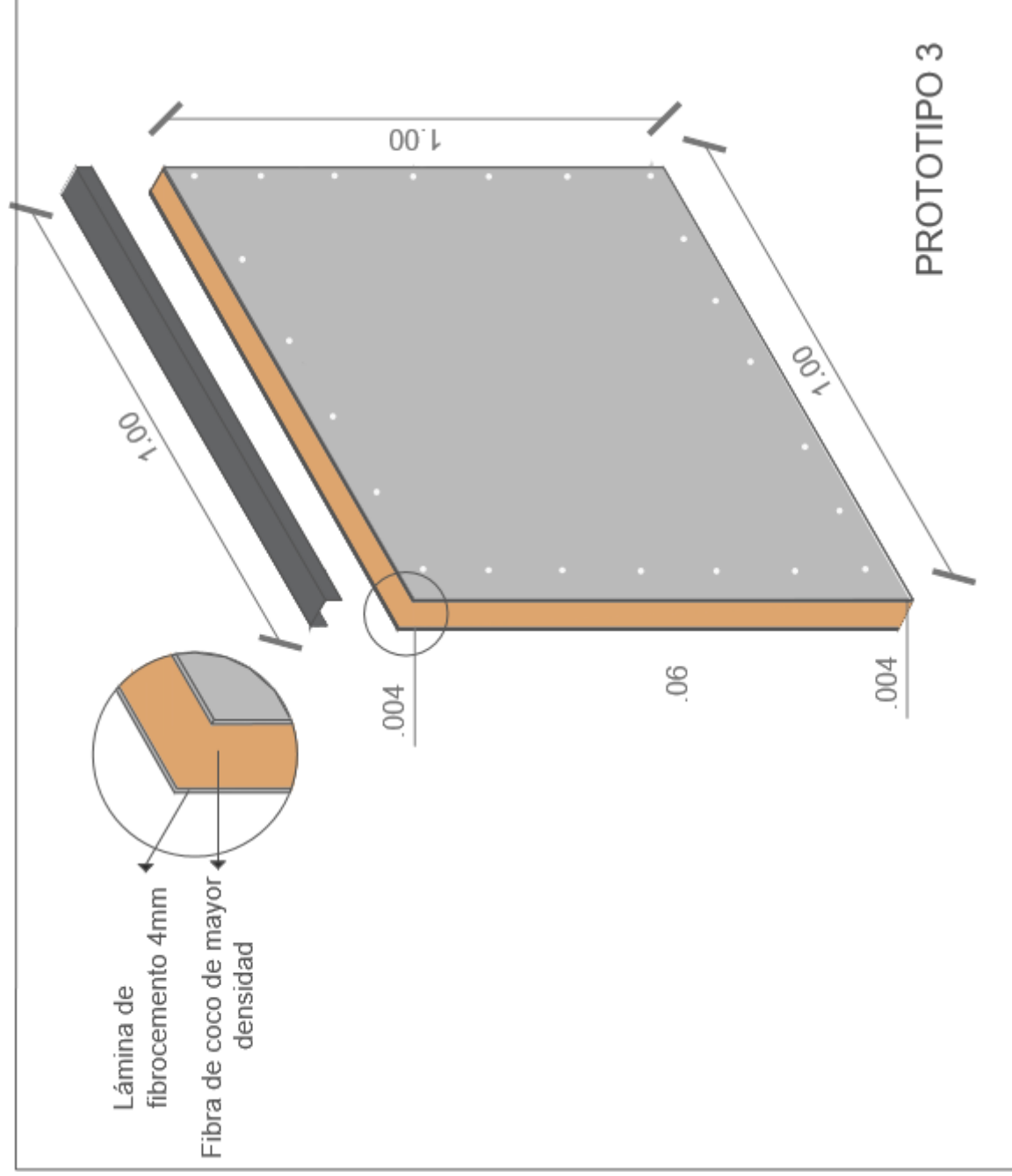
PRESENTADO POR:

PAULA DAYYAN MEDINA NOSCUE
MARIA ALEJANDRA RIOS PLAZAS

CONTENIDO:

PROTOTIPO 3

ESC: 100:1





UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

PROYECTO DE GRADO

PROGRAMA DE TECNOLOGÍA DE
CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

FIDO-PANEL

TÍTULO

SISTEMA DE PANELES DE FIBRA DE COCO COMO
AISLAMIENTO ACÚSTICO FIDO-PANEL

PRESENTADO POR:

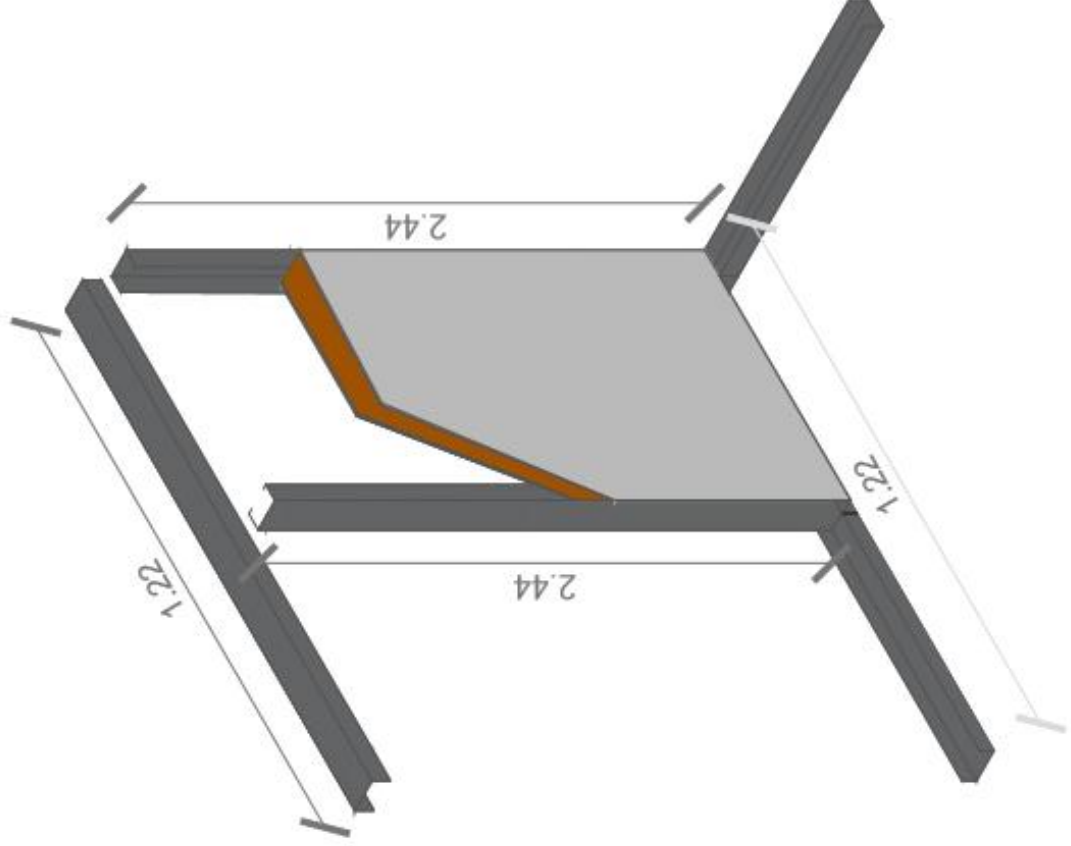
PAULA DAYYAN MEDINA NOSQUE

MARIA ALEJANDRA RÍOS PLAZAS

CONTENIDO:

UNIÓN EN "T"

ESC: 100:1





PROYECTO DE GRADO
PROGRAMA DE TECNOLOGIA DE
CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS

FICO-PANEL

TÍTULO

SISTEMA DE PANELES DE FIBRA DE COCO COMO
AISLAMIENTO ACUSTICO FICO-PANEL

PRESENTADO POR:

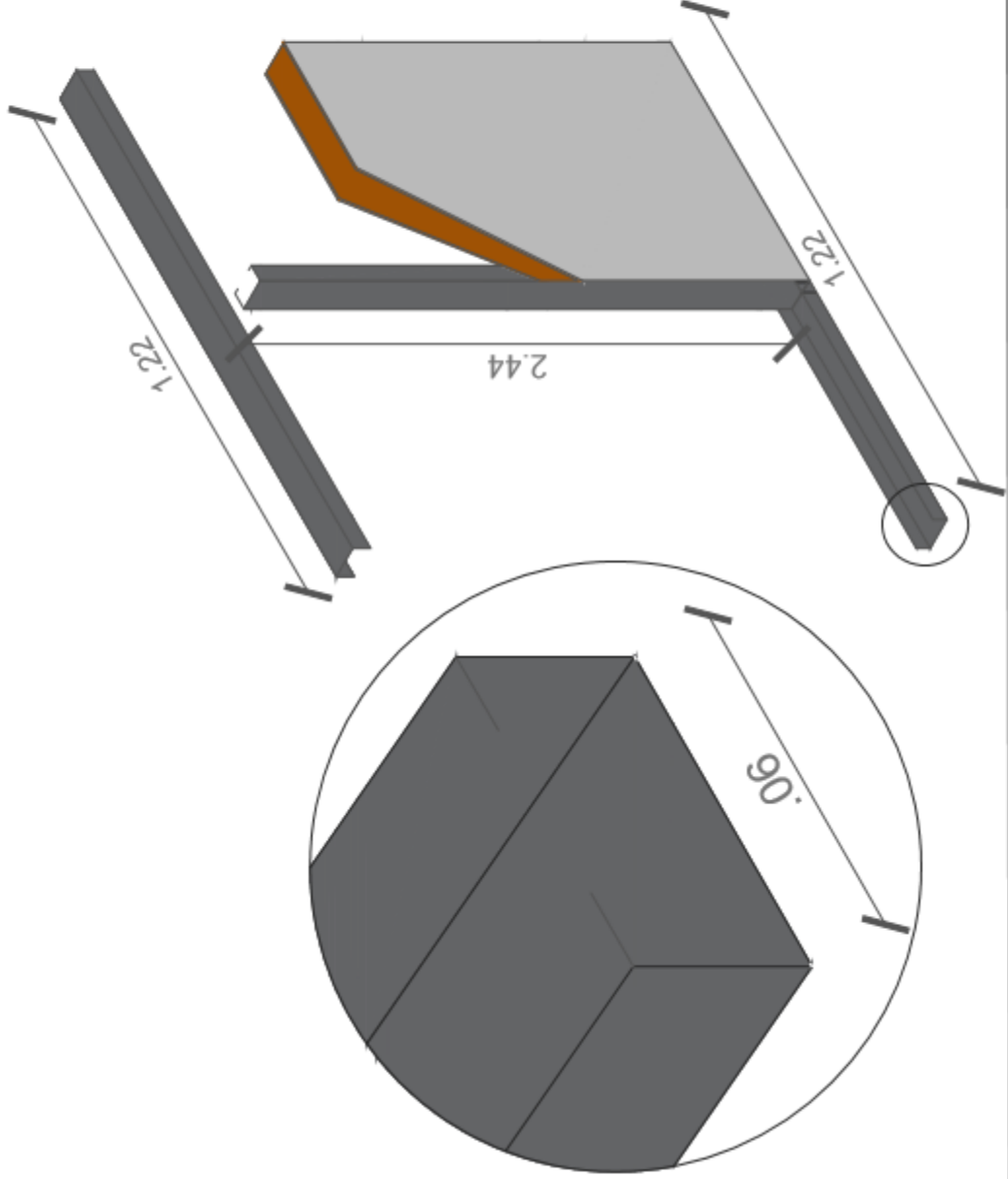
PAULA DAYYAN MEDINA NOSCUE

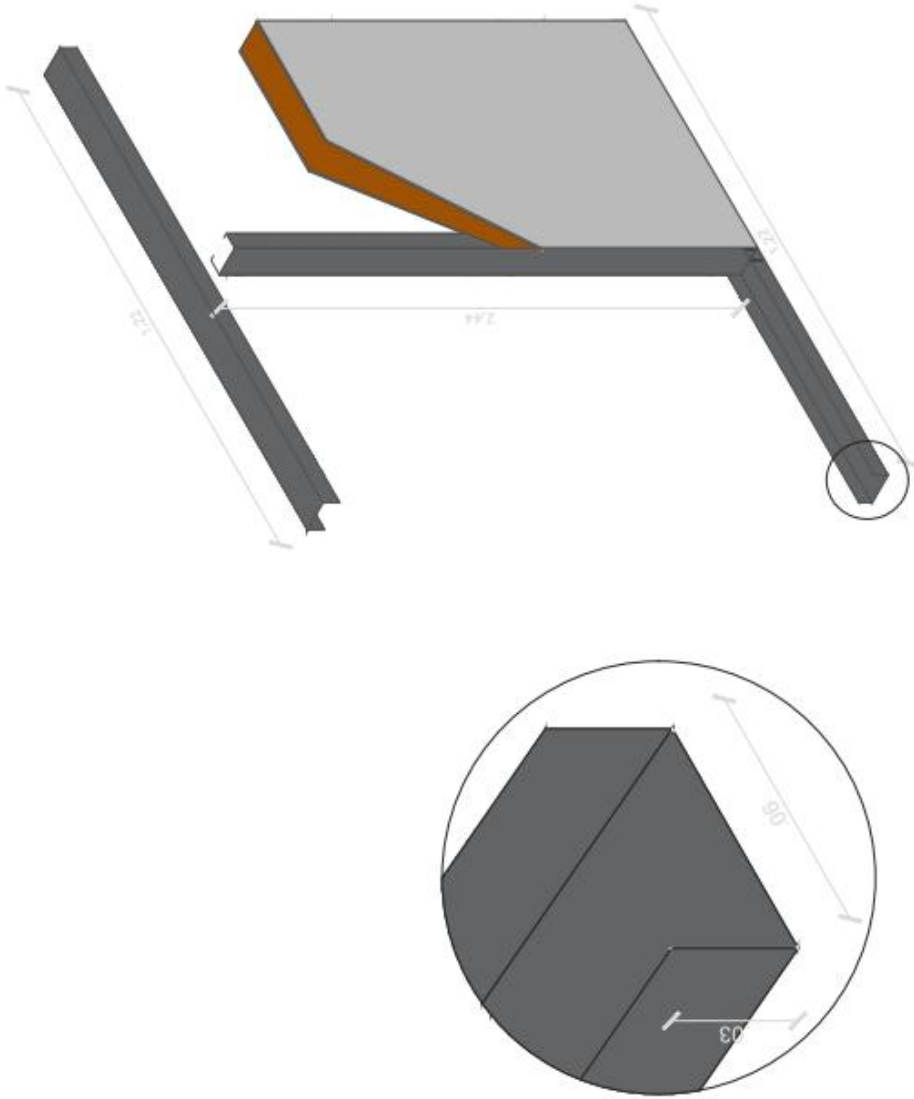
MARIA ALEJANDRA RIOS PLAZAS

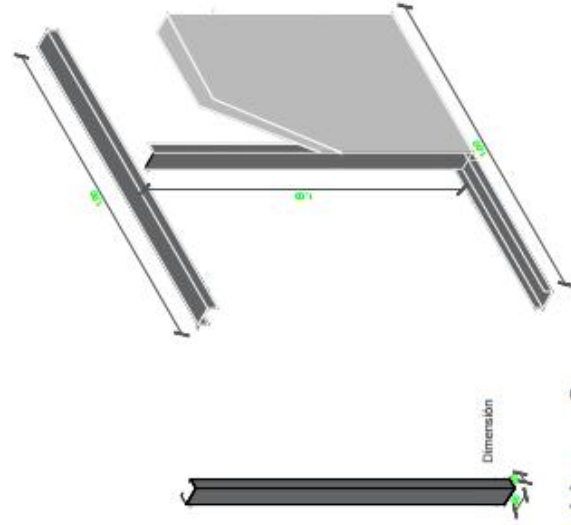
CONTENIDO:

DETALLE DE UNIÓN CON PERFIL
PARAL

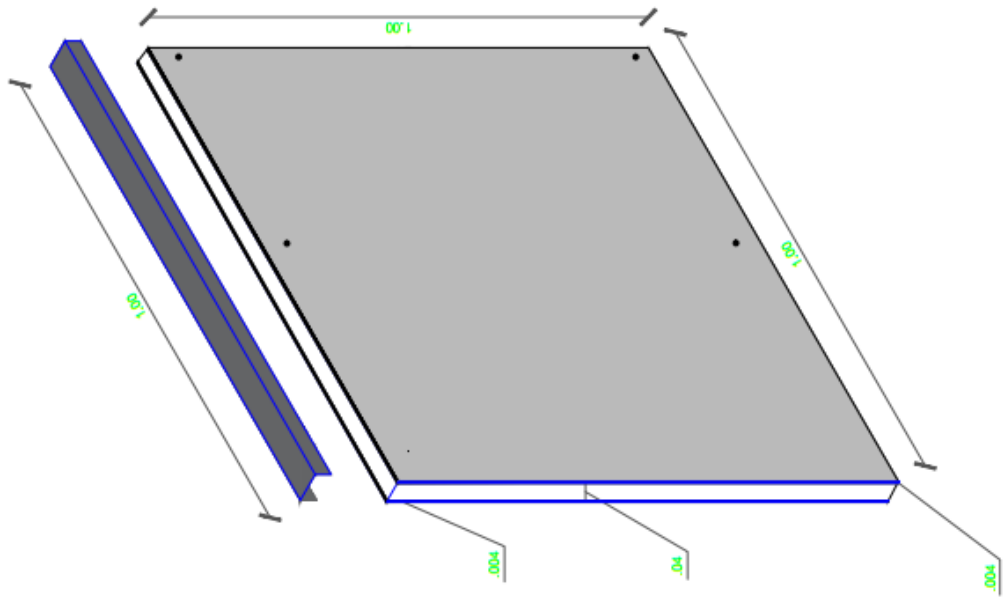
ESC: 100:1



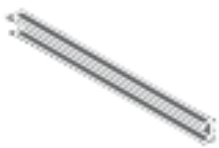
 UNIVERSIDAD La Gran Colombia	PROYECTO DE GRADO PROGRAMA DE TERCEROS AÑOS DE CONSTRUCCIONES ARQUITECTONICAS	FICOPANEL	TITULO SISTEMA DE PANELES FICOPANEL	PRESENTADO POR: PAULA DANYAN MEDINA TOROQUE MARIA ALEJANDRA RIVERA PALAZO	PRESENTADO POR: MARIN ENY BMC 1083
					



Canal base 6
Paral, de 1 metro de longitud, ubicado en el centro del
panel para proporcionar rigidez a el panel.



PROTOTIPO 1

PERFIL	IMAGEN	DIMENSIONES	ESPECIFICACIONES
PERFIL CANAL METÁLICO			Elemento de lámina de acero galvanizado de diversos calibres que varían en función de la aplicación, normalmente fijado a pisos y techos. Se provee en longitud estándar de 2.44m
PERFIL PARAL METÁLICO			Perfil de lámina de acero galvanizado de diversos calibres que varían en función de la aplicación, se dispone verticalmente, perpendicular a los canales. se provee en longitud estándar de 2.44m
PERFIL OMEGA METÁLICO			Perfil de lsección trapezoidal fabricado en lámina de acero galvanizado. Se provee en longitud estándar de 2.44m. Se utiliza como estructura en cielos rasos y para revestimientos de muros y fachadas.
PERFIL TIPO C ESTRUCTURAL			Perfil metálico, de espesor y geometría variable, que permite mediante el debido calculo estructural, contruir entrepisos,fachadas,muros de gran altura,bases para techos .
ESTRUCTURA DE MADERA			Los elementos estructurales de madera tienen la ventaja de su facilidad de manipulación y versatilidad en cuanto a consecución y gama de diseños.

