

TABIQUE DE CONTENCIÓN DE BOTELLAS PET  
PROTOTIPO INVERNADERO PARA PROYECTO FOSIS BALCÓN  
TRABÚN MAPU  
MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE MATERIALES  
REUTILIZADOS

Tuare Nicole Vega Calquin  
Diseño Industrial  
Profesor Guía Sr. Ricardo Lang

e[ad]  
Escuela de Arquitectura y Diseño  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

2012

# ÍNDICE

TABIQUE DE CONTENCIÓN DE BOTELLAS PET PROTOTIPO INVERNADERO PARA PROYECTO FOSIS BALCÓN TRABÚN MAPU MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE MATERIALES REUTILIZADOS	3	TABIQUE COMPLETO	26
ÍNDICE	4	IV. APORTE ECOLÓGICO	28
PRÓLOGO	9	V. MATERIALES Y COSTOS	28
TABIQUE DE CONTENCIÓN DE BOTELLAS PET	11	VI. TIEMPOS	29
I. ACERCA DE LA PROPUESTA	12	PROTITPO INVERNADERO PARA PROYECTO FOSIS BALCÓN TRABÚN MAPU	31
1. INCORPORACIÓN DE LA BOTELLA	12	I. ACERCA DEL PROYECTO	32
2. CONFORMACIÓN DEL LADRILLO	12	1. BALCÓN PRODUCTIVO TRABUN MAPU: UNIDOS POR LA TIERRA	32
II. PROYECCIÓN DEL TABIQUE	14	2. EXPERIENCIA EN CIUDAD ABIERTA	32
III. PROCESO CONSTRUCTIVO	16	II. EVOLUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVERNADERO	33
BOTELLAS	16	CONDICIONES DEL CASO	33
1. PREPARACIÓN DEL ESPACIO DE TRABAJO	16	PROPUESTA 1: MADERA	33
2. PRODUCCIÓN DE LOS LADRILLOS	17	PROPUESTA 2: PVC	34
SUELO	19	PROPUESTA 3: PVC curvo	35
1. PREPARACIÓN DEL TERRENO: TRAZADO Y NIVELACIÓN	19	III. PROYECCIÓN PROTOTIPO INVERNADERO 1:1	36
2. POSTURA DE PASTELONES Y LADRILLOS	19	IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROTITPO EN CIUDAD ABIERTA	37
TABIQUE BOTELLAS PET	20	1. TRAZADO Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	37
1. LIENZA	20	2. POSTURA DE PILARES	38
2. MEZCLA 3 : 1	20	3. MADERAS LATERALES Y ARCOS ACCESO	39
3. BOTELLAS	20	4. TUBOS TRANSVERSAL CENTRAL Y DIAGONALES ACCESO	40
4. TERMINACIÓN MUROS	22	5. TUBOS TRANSVERSALES LATERALES Y UNIÓN ENTRE SÍ	41
ACCESOS	23	6. POLIETILENO	42
1. NIVELAR TERRENO	23	MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE MATERIALES REUTILIZADOS	45
2. PRIMER ESCALÓN	23	I. ACERCA DEL PROYECTO	46
3. RELLENAR, NIVELAR Y COMENZAR DE NUEVO	23	FUNDAMENTO	46
4. TERMINACIÓN ESCALONES	23	ORIGEN	46
3. TERMINACIÓN	25	MOMENTO ANTERIOR DEL PROYECTO: el "panel"	47

<b>II. PROTOTIPO 1, PROYECCIÓN DE UN ESPACIO</b>	<b>48</b>		
PAREDES 1 Y 2	48		
PARED 3	48		
PARED 4	49		
CONCLUSIONES	49		
<b>III. EVOLUCIÓN DEL PANEL</b>	<b>50</b>		
1. PROPUESTAS DE SELLADO	50		
2. PROPUESTAS DE MEMBRANA	52		
<b>IV. PROTOTIPO 2, PROYECCIÓN DE UN ESPACIO PARA LA COMUNIDAD</b>	<b>54</b>		
<b>V. PROCESO CONSTRUCTIVO BOTELLAS</b>	<b>56</b>		
1. RECOLECCIÓN DE BOTELLAS	56		
2. LAVADO DE BOTELLAS	56		
3. CORTE DE BOTELLAS	56		
4. ENSAMBLE COLUMNA DE BOTELLAS	57		
<b>PANELES</b>	<b>58</b>		
5. DIMENSIONADO DE MADERAS	58		
6. PERFORACIONES DE ACUERDO A LA BOTELLA	60		
7. DIVISIÓN DE LISTONES, ELABORACIÓN DE LOS JUNQUILLOS	60		
8. PERFORACIÓN PARA UNIÓN DEL MARCO	60		
9. PERFORACIONES DE LOS JUNQUILLOS	60		
10. REBAJES Y PERFORACIONES PARA EL ALAMBRE	61		
11. ARMADO DE MARCOS	61		
12. INSTALACIÓN DE ALAMBRE POR UN LADO DEL PANEL	61		
13. MONTAJE TELA POR UN LADO DEL MARCO	61		
14. MONTAJE JUNQUILLOS POR UN LADO DEL MARCO	62		
15. PERFORACIÓN DE PANELES PARA UNIÓN ENTRE SI	62		
<b>SUELO</b>	<b>63</b>		
16. CONSTRUCCIÓN DEL SUELO	63		
<b>CONFORMACIÓN DEL ESPACIO</b>	<b>66</b>		
17. CONFORMACIÓN DE LAS PAREDES	66		
18. LEVANTAMIENTO DE PAREDES	68		
		19. POSICIONAMIENTO DE LAS BOTELLAS	70
		20. ENCADENADO SUPERIOR	70
		<b>TECHO</b>	<b>71</b>
		21. CONSTRUCCIÓN DE CERCHAS	72
		22. LEVANTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL TECHO	72
		23. CONSTRUCCIÓN PANELES TECHO	74
		24. MONTAJE TECHO	76
		<b>HORIZONTES TRASLÚCIDOS</b>	<b>78</b>
		25. CONSTRUCCIÓN HORIZONTES DE LUZ	78
		26. CONSTRUCCIÓN VENTANAS	79
		27. MONTAJE HORIZONTES Y VENTANAS	80
		<b>CONFORMACIÓN TOTAL DEL ESPACIO</b>	<b>82</b>
		<b>VI. TIPOS DE PANELES</b>	<b>84</b>
		1. PANEL MURO	84
		2. PANEL DIVISOR INTERIOR	84
		3. PANEL HORIZONTE DE LUZ	84
		4. PANEL MEMBRANA LUMINOSA	85
		5. PANEL TECHO	85
		<b>VII. APORTE ECOLÓGICO</b>	<b>86</b>
		<b>VIII. MATERIALES, TIEMPOS Y COSTOS</b>	<b>88</b>
		<b>IX. PROPIEDADES DE LAS BOTELLAS PET</b>	<b>90</b>
		<b>X. PROPIEDADES DE LAS BOTELLAS UTILIZADAS</b>	<b>91</b>
		<b>ANEXO PLANOS</b>	<b>95</b>
		I. TABIQUE DE CONTENCIÓN DE BOTELLAS PET	96
		II. PROTOTIPO INVERNADERO PROYECTO FOSIS BALCÓN TRABÚN MAPU	100
		III. MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE MATERIALES REUTILIZADOS	106
		<b>COLOFÓN</b>	<b>112</b>

## PRÓLOGO

Esta carpeta de título corresponde a la alumna Tuare Vega y recoge dos experiencias colectivas y una individual desarrolladas durante su período de titulación.

Quisiera centrarme en esta carpeta en la experiencia de diseño y construcción realizada por ella en respuesta a la invitación que el Ministerio de Desarrollo Social hace a la ead. Se trata de una cooperación académica para implementar técnicas de cultivo biointensivo en el condominio social "30 Casas Mínimas", ubicado en el 5° sector del Cerro de Playa Ancha, en el marco del proyecto "Balcón Productivo" y que contempla la implementación de invernaderos para producción de hortalizas y plantas medicinales para autoconsumo.

Tuare junto con Alejandra Montenegro y Diego Cortes (ver carpeta de título) realizaron una experiencia previa de diseño y construcción de un invernadero con las dimensiones que corresponden a un grupo familiar (18mts cuadrados app.) pero en los terrenos de Ciudad Abierta de Ritoque.

Esta elección tiene dos aspectos, explorar y experimentar en la construcción del propio invernadero encargado y entrelazar el proceso de reutilización de desechos domésticos que ya están siendo usados para el desarrollo de compost en Ciudad Abierta en vistas a la nutrición y regeneración de sus suelos.

Una de las particularidades de este invernadero es que el "horticultor" se introduce en una zanja -bajando a nivel de subsuelo- para trabajar los cultivos a la altura de mesa, lo que permite abordar las faenas de la tierra en forma distendida y holgada. La otra, es la baja altura de su cubierta o manto que reduce considerablemente los costos implicados en la construcción. En esta propuesta se consideró el tipo de suelo, las variables climáticas del lugar (vientos, lluvias, otros) y los grupos etarios que estarán a cargo del cultivo.

A este invernadero se puede ingresar por ambos extremos; por una parte esto regula la ventilación de los cultivos y, por otro, genera una libertad de tránsito transformando esto en un paseo.

El tercer período de estudio de Tuare lo realiza en solitario y culmina el proceso constructivo del invernadero. Esto consiste en levantar dos muros de contención a ambos lados de la zanja y su pasillo con las respectivas gradas de acceso. La particularidad de este diseño de muro es llevado a cabo a partir de la persistente reutilización de los envases de botella PET. Estas son destapadas en su parte posterior para ser rellanadas de arena y taponeadas con una mezcla de hormigón; "adoquines" que se utilizaran en la contención de estas arenas y de igual modo son construidas las gradas de acceso. Además, este muro está alineado y dispuesto de manera tal que a intervalos permite anclar un listón (pie derecho); esto es posible porque estos "adoquines" tienen una mezcla más enriquecida que permite el anclaje de los pernos fijadores. En estos pie derecho se ubican las barandas de madera contenedoras de la tierra vegetal.

Lo significativo de esta experiencia vivencial en solitaria de Tuare es que su trabajo cobra real magnitud ya que permite la transmisión de su aprendizaje constructivo a la comunidad de las "30 casas mínimas".

Ricardo Lang.

TABIQUE DE CONTENCIÓN DE BOTELLAS PET

# I. ACERCA DE LA PROPUESTA

## HABILITACIÓN INTERIOR INVERNADERO PROTOTIPO



[1]



[2]



[3]



[4]



### 1. INCORPORACIÓN DE LA BOTELLA

A modo de relacionar este proyecto con el anterior se propone trabajar con las botellas que han quedado disponibles y que han sido despojadas de su base como materia prima, las botellas serán rellenas y utilizadas a modo de ladrillos para contener el volumen de arena del prototipo de invernadero.

### 2. CONFORMACIÓN DEL LADRILLO

#### a. Ladrillo tipo

- [1] El ladrillo se compone de una parte de arena y otra de mezcla de cemento, es importante mencionar que el tapón de cemento puede ser tan pequeño como se desee siempre y cuando la geometría de la botella sea capaz de atrapar el tapón.

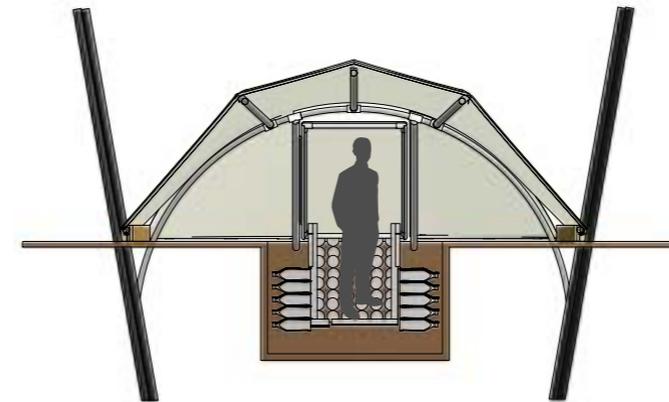
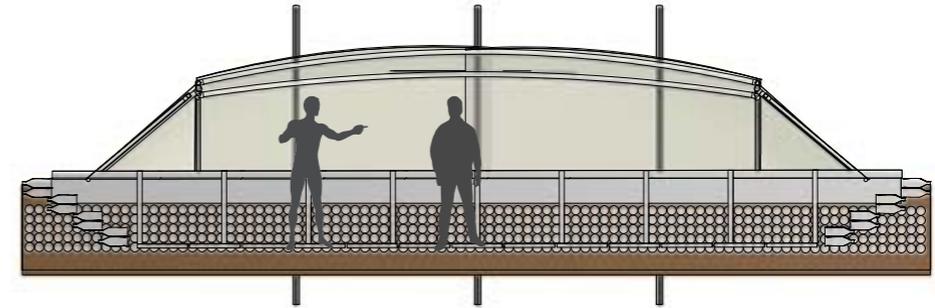
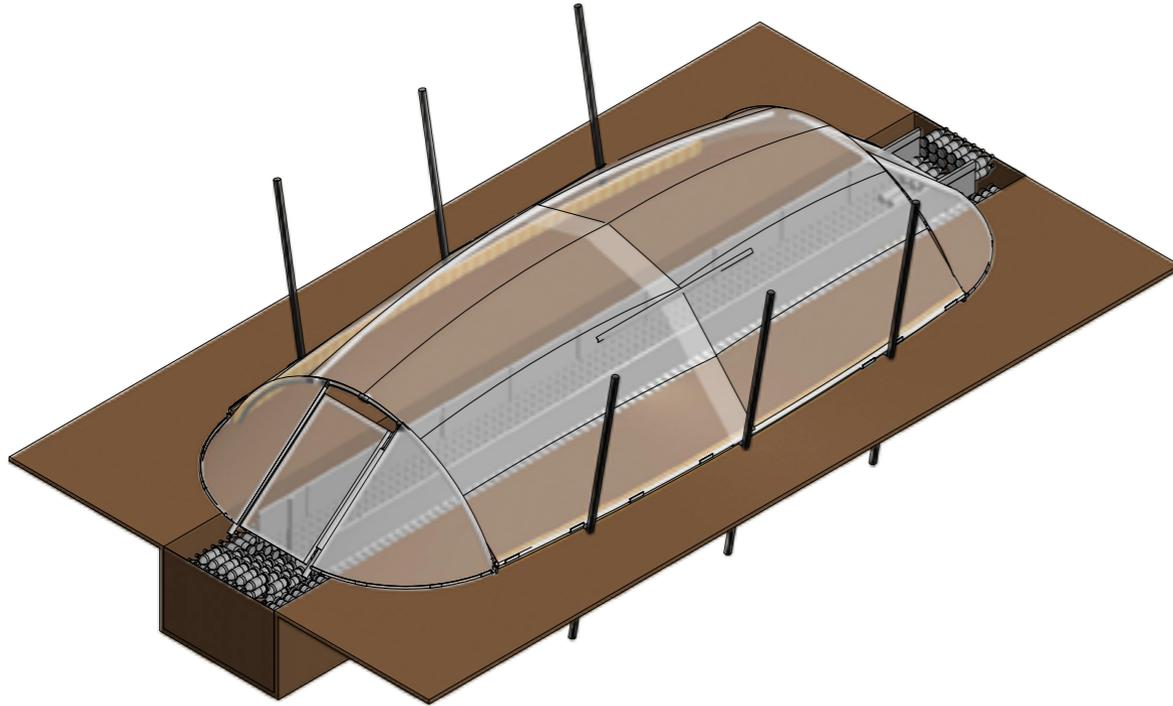
#### b. ladrillo con hilo

- [2] Se compone de mezcla de cemento 3:1, y una pieza que contiene un hilo de 1/4", este ladrillo se diseña para fijar al tabique unas verticales que sostendrán los soportes para la tierra de cultivo.
- [3]

#### c. costo

- [4] Ladrillo tipo: \$27 c/u  
Ladrillo fiscal: \$130 c/u

## II. PROYECCIÓN DEL TABIQUE



Pasillo de 770 cms de largo compuesto de pastelones y ladrillos, acceso mediante 4 escalones en cada extremo hechas de botellas, muro de contención de 40 cms de alto de botellas PET a ambos lados del pasillo, sobre la que se posa barrera de madera de 29 cms de alto sostenida por 18 listones verticales de 72 cms de 2x2" aperrnados al muro de botellas mediante una variación de la botella ladrillo con un hilo de  $\frac{1}{4}$ ".

### III. PROCESO CONSTRUCTIVO BOTELLAS



[1]



[2]



[3]

- Para la faena de llenado de botellas es necesario:
- [1] - Botellas sin su base con tapa, Camas de fraguado (foto)
  - [3] - Relleno botella: arena de duna/playa, arena y gravilla apta para mezcla, agua

#### 1. PREPARACIÓN DEL ESPACIO DE TRABAJO

- a. Poner las botellas con tapa en las camas de fraguado
- b. Para las botellas ladrillo, rellenar las botellas con arena de duna, dejando libre espacio suficiente para el tapón de mezcla, la arena debe estar mojada al momento de verter la mezcla. Para las botellas con hilo, dejarlas vacías y tener disponibles las piezas con el hilo.



[4]



[5]



[6]



[7]



[8]



[9]

#### 2. PRODUCCIÓN DE LOS LADRILLOS

##### a. Mezcla 5:1

- [2] Contar las partes de arena y cemento, 5 de arena y 1 de cemento. Se deposita la arena en el suelo formando una especie de volcán donde se agrega el cemento en el centro. Mezclar muy bien con pala hasta quedar un tono uniforme. Luego llenar una carretilla con la mezcla formando un volcán y agregar agua en medio, mezclar con una plana.

##### b. Llenado de botellas

##### 1.b. Mitad arena, mitad mezcla

- [4] Botellas previamente llenadas con arena, cuidando de dejar libre espacio suficiente para poder rellenar con un tapón de mezcla y que esta quede cazada en la forma de la botella. Mojar la
- [5] arena para que no chupe el agua de la mezcla. Al agregar la mezcla introducir varias veces la
- [6] plana para que la mezcla se apriete y libere las burbujas de aire. Terminar la superficie con la
- [7] plana.
- [8]
- [9]



#### 2.b. Botella con hilo

Verter la mezcla en las botellas con la plana e introducir varias veces para que la mezcla se apriete. Insertar la pieza con el hilo, ubicar al centro y terminar la superficie con la plana.

#### c. Fraguado

Teóricamente el hormigón se demora de 7 a 28 días en fraguar y tomar su punto de máxima dureza, pero esto depende de la temperatura y la humedad ambiental o de los objetos que estén en contacto con la mezcla.

## SUELO



#### 1. PREPARACIÓN DEL TERRENO: TRAZADO Y NIVELACIÓN

Se instala una lienza con la altura correspondiente de los pastelones, se empareja el terreno.

#### 2. POSTURA DE PASTELONES Y LADRILLOS

Se ubican los pastelones en el suelo agregando o quitando arena para dejarlos nivelados, de acuerdo a la pita. A un costado de los pastelones, se ubican los ladrillos, cuidar de dejarlos nivelados. Revisar con un nivel.

## TABIQUE BOTELLAS PET



1 . LIENZA

2 . MEZCLA 3 : 1

3 . BOTELLAS

a. Primera fila

[1] A los costados del pasillo de pastelones y ladrillos se ubican los muros de botellas. Para la primera fila se saca alrededor de 4 cms de arena, que se rellena con la mezcla de 1:3 de arena y gravilla y cemento y se ubica la botella sobre la cama de mezcla, del centro hacia afuera. Revisar con un nivel.

b. Segunda fila, botellas con hilo

[2] Para hacer la segunda fila se distribuyen las botellas con hilo que sostendrán los listones de 2x2", ubicando la primera al centro del invernadero y 4 más a cada lado. De esta fila hacia

arriba se utiliza la mezcla como sellante para evitar que la arena se salga entre las botellas, por lo que se usa una menor cantidad, poner una capa delgada, ubicar las botellas y rellenar entre las botellas con mezcla, quedando una figura parecida a un panal.

c. Tercera y cuarta fila

[2] Repetir operación anterior con botellas mitad arena, mitad mezcla.

d. Quinta fila, botellas con hilo

Ubicar las botellas con hilo utilizando un plomo cuidando que queden niveladas.



#### 4. TERMINACIÓN MUROS

Se ubican tablas sobre los hilos de la quinta botella, se introducen a presión trozos de listones de 1x1" que mantendrán las tablas en su lugar. Construir una L de madera y ubicar sobre las botellas dejando un espacio libre de 10 cms, poner un alambre grueso en este espacio para darle firmeza a la terminación. Llenar con mezcla 4:1. Dejar fraguar mínimo 3 días.

## ACCESOS



[1]



[2]



[3]

[1] 1. NIVELAR TERRENO

2. PRIMER ESCALÓN

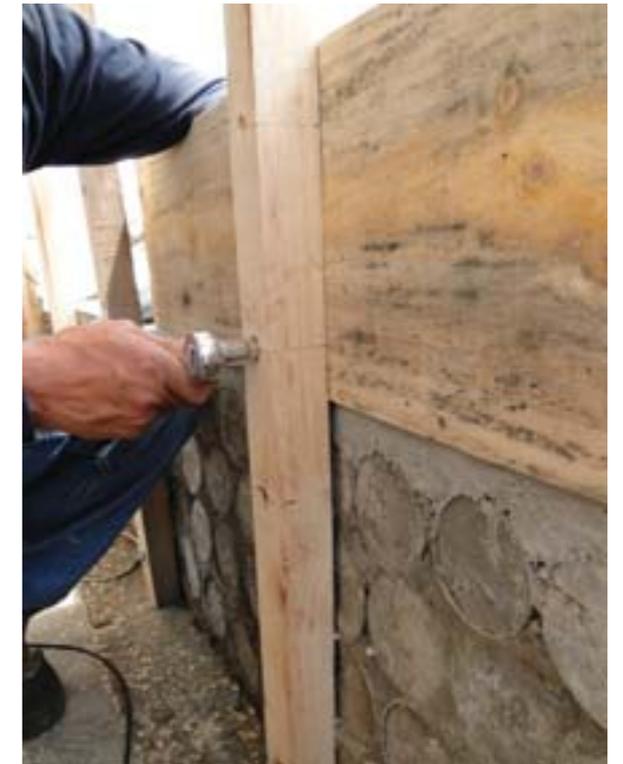
[2] hacer una cama de cemento de 4 cms aprox donde posar la botella, poner 6. Cuidar que queden niveladas. Poner dos corridas (12 botellas).

[3]

3. RELLENAR, NIVELAR Y COMENZAR DE NUEVO.

4. TERMINACIÓN ESCALONES

Se necesita una lozeta de cemento completa y una de 15 cms, afirmar la pequeña con un poco de mezcla



### 3. TERMINACIÓN

Se utilizan 5 listones de 2x2" cepillado, ubicar al igual que las tablas y marcar los espacios de los listones verticales, rebajar de la misma forma que las tablas, fijar con tornillos. Apretar muy bien las tuercas con una llave de torque o chicharra.

TABIQUE COMPLETO



## IV. APORTE ECOLÓGICO

### CANTIDAD DE BOTELLAS

Muros 730  
 escaleras 84  
 total: 814

### TIPO DE BOTELLAS

407 coca cola/ Sprite 1.5 lts  
 407 watts 1,5 lts

### VOLUMEN BOTELLAS

Watts 1,5 LTS 2108 cm3 por botella, total: 858209 cm3  
 Coca cola/ Sprite 1,5 lts 2206 cm3, todas 898076 cm3  
 TOTAL: 1756285 cm3 . 1,7 m3

### VOLUMEN ARENA

0,9 m3

### COMPARACIÓN COSTO

Costo por botella \$27  
 Costo ladrillo fiscal \$ 130

## V. MATERIALES Y COSTOS

CANTIDAD	MATERIALES	VALOR	TOTAL
6	sacos de cemento	\$3.690	\$22.140
4	hilos de 100 cms de ¼"	\$1.190	\$4.760
5	tablas de 10x1" en bruto	\$3.290	\$16.450
5	listones cepillado de 2x2"	\$1.290	\$ 6.450
5	listones de 2x2" en bruto	\$990	\$4.950
63	pernos hexagonales ¼" x 3"	\$80	\$5.040
63	tuercas ¼"	\$50	\$3.150
63	golillas ¼"	\$10	\$630

Total: \$63.570

## VI. TIEMPOS

FAENA	PERSONAS	TIEMPO
Preparación de ladrillos	1	4 semanas
Postura del suelo	2	1 día
Montaje de tabique	1	12 días
Montaje escaleras	2	2 días
Montaje verticales	2	3 días
Montaje tablas	2	2 días
Terminaciones	2	2 días

TOTAL: 70 días 1 persona  
 40 días 2 personas

PROTITOPO INVERNADERO PARA PROYECTO  
FOSIS BALCÓN TRABÚN MAPU

## I. ACERCA DEL PROYECTO

### 1. BALCÓN PRODUCTIVO TRABUN MAPU: UNIDOS POR LA TIERRA.

Proyecto financiado por FOSIS, en alianza estratégica con la Universidad Autónoma de Querétaro, México, SAGARPA y ONGCIASPE para la puesta en marcha del Método Biointensivo en Chile e intercambio de experiencias en el uso y reuso de agua y metodología del Programa Autoconsumo. Este proyecto se propone para las familias del comité de vivienda Los Pinos y Estrellita Naciente que habitan el condominio social "30 Viviendas Mínimas" de Playa Ancha, que tiene como objetivo aprovechar un espacio comunitario que permita a las familias abastecerse de alimentos autogenerados y todos los aspectos implicados en este proceso. El proyecto considera una alianza con la Escuela de Arquitectura y Diseño PUCV que estará encargada de desarrollar un sistema de invernadero de acuerdo a las características del lugar; además participa la Escuela de Agronomía de la PUCV que apoyará con talleres de producción de hortalizas y su respectivo manejo.

### 2. EXPERIENCIA EN CIUDAD ABIERTA

A modo de estudio se decide construir un prototipo 1:1 en Ciudad Abierta, tomando en cuenta los requerimientos especiales del caso, una estructura leve para dar poca sombra a las plantas, sostenida y tensada por pilares externos, además tendrá la característica de ser un invernadero semi enterrado, lo cual disminuirá la altura exterior de la estructura, todo esto para otorgar una buena resistencia al viento, lo cual es una característica del lugar donde se construirá finalmente, en una quebrada de playa ancha.

## II. EVOLUCIÓN DE LA PROPUESTA DE INVERNADERO



### CONDICIONES DEL CASO

Cabe mencionar que este invernadero se ubicará en una quebrada de Playa Ancha por lo que estará expuesto a vientos muy fuertes, para combatir esto se diseña un invernadero semi enterrado o vietnamita (disminución de la altura total) con pilares externos que tensan una estructura leve, que a la vez provoca poca sombra para las plantas.

### PROPUESTA 1: MADERA

Teniendo en cuenta las consideraciones se proyecta un primer invernadero que consta de una estructura interna de madera que sostiene el polietileno y de pilares externos que ayudan a sostener esta estructura.

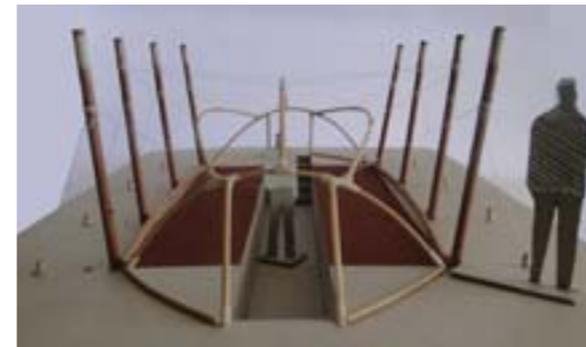
Si se trabaja con madera, esta debe acondicionarse para recibir el polietileno sin dañarlo, ya que es necesario que la cubierta de polietileno no presente deterioros para poder realizar el efecto invernadero.



#### PROPUESTA 2: PVC

Propuesta compuesta de tubos de PVC y polietileno, estructura recta tipo carpa incapaz de sostenerse por si misma si no está tensada. Para fijar el polietileno al tubo se utiliza un sándwich con secciones transversales del tubo de PVC.

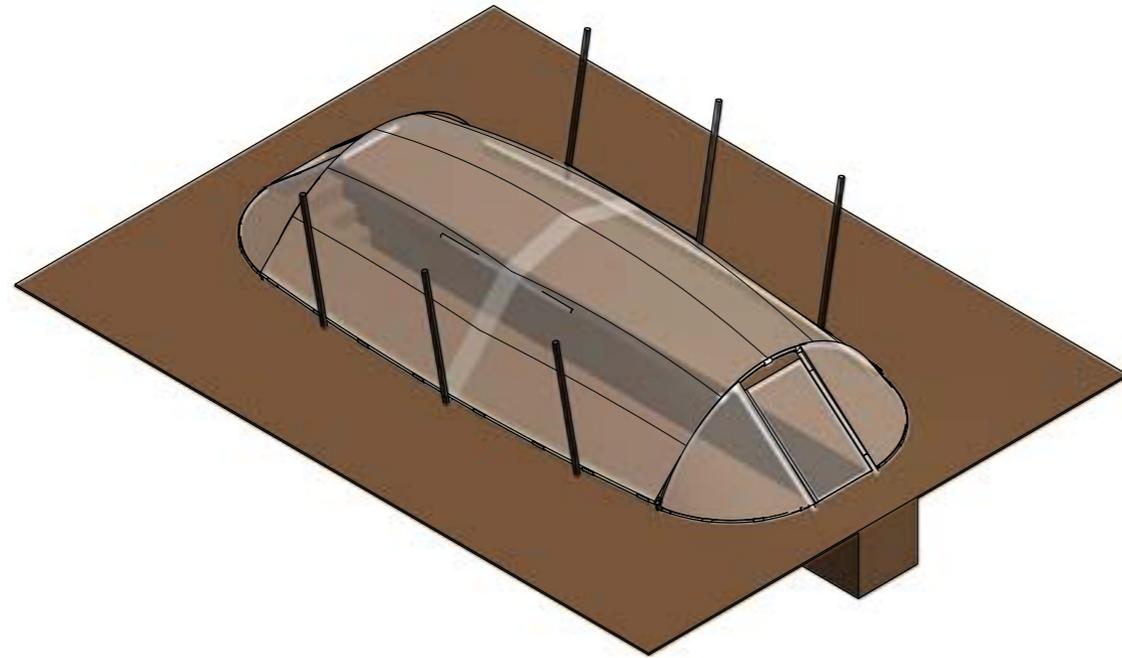
Si bien el sistema funciona es complicado de replicar ya que para que funcione en un 100% debe estar muy precisamente construido. Además en secciones más grandes el tubo de PVC tendrá tendencia a la curva, deformando el espacio.



#### PROPUESTA 3: PVC CURVO

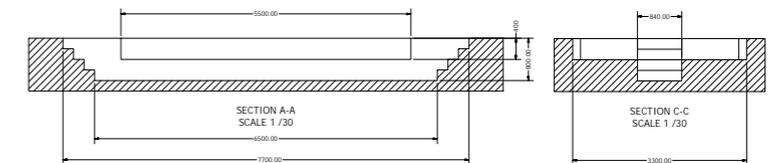
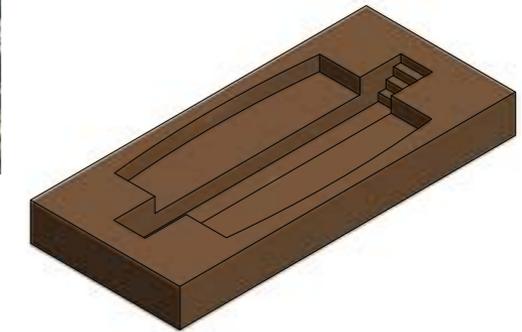
Maqueta de propuesta con PVC a base de curvas, considerando la posibilidad de invernadero semi enterrado, lo que disminuye la envergadura total del invernadero poniendo menor resistencia al viento.

### III. PROYECCIÓN PROTOTIPO INVERNADERO 1:1



Invernadero de 770 cms de largo, compuesto de tubos de PVC para otorgar menor sombra, cubierta de polietileno y pilares con un ángulo de 10° para dar mejor resistencia al viento, semienterrado 80 cms para reducir la envergadura exterior de la estructura y oponer aún menor resistencia al viento, además de ser menos vulnerable a los cambios de temperatura exterior.

### IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROTOTIPO EN CIUDAD ABIERTA



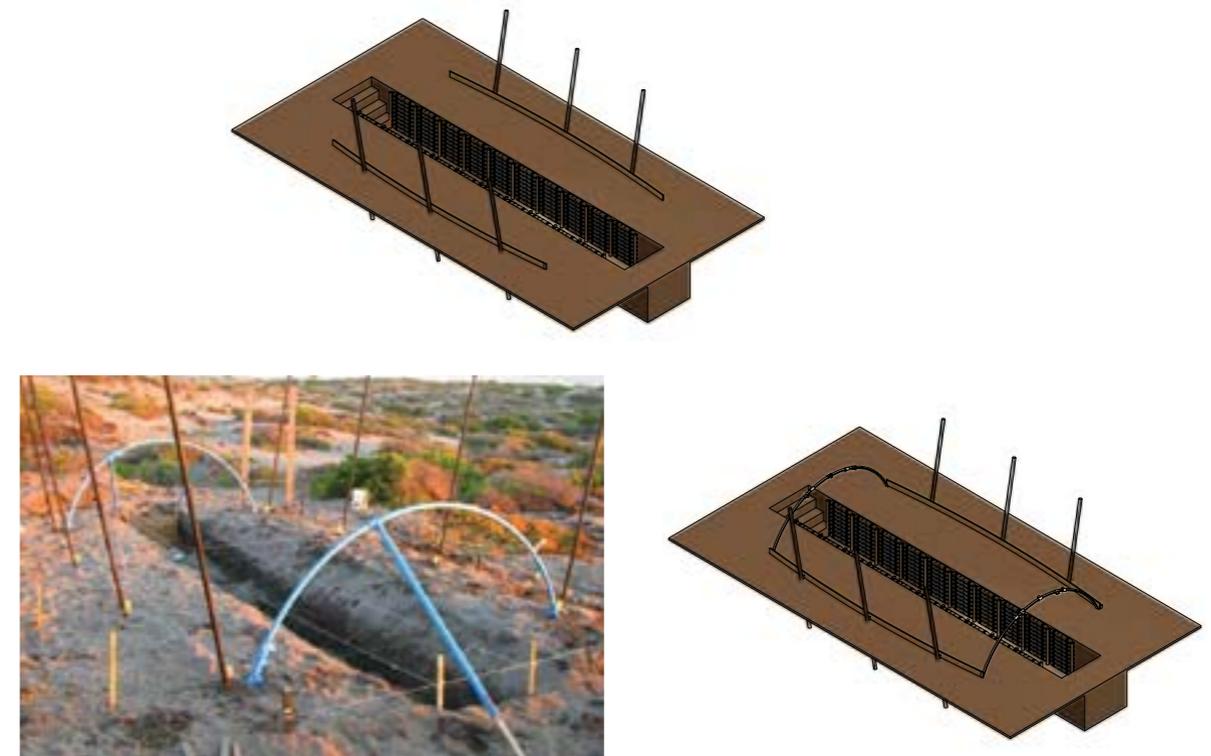
#### 1. TRAZADO DE TERRENO Y ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Trazar en el terreno la siguiente figura que será la guía para construir el invernadero, en la parte central cavar una zanja de 80 cms de alto y 120 cms de ancho, para transitar dentro del invernadero.



## 2. POSTURA DE PILARES

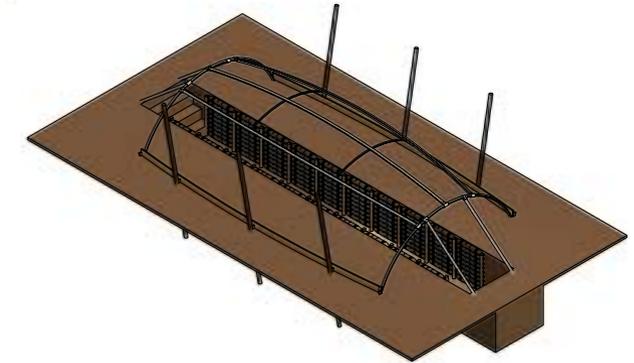
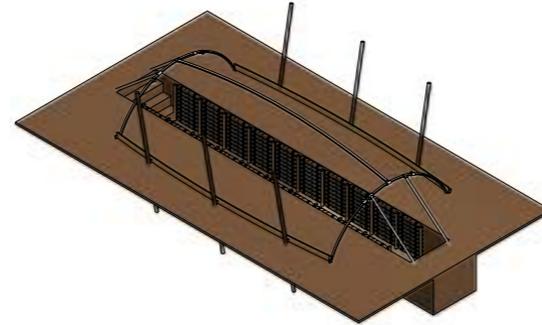
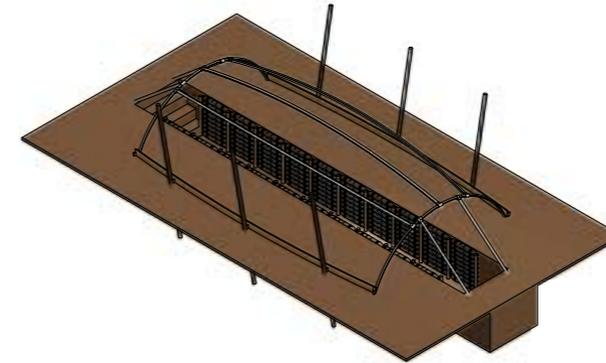
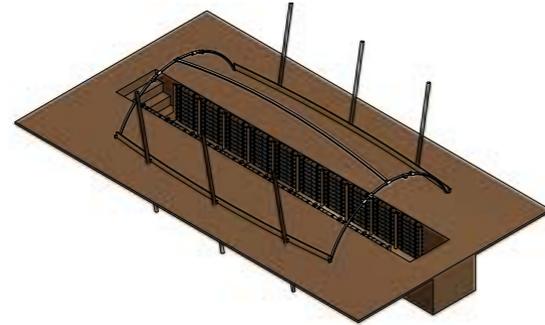
Para ubicar los 6 pilares se cavan hoyos de 60 cms de profundidad donde se introduce el pilar y se fija con 30 cms de piedras cuidando de dejarlos en un ángulo de 10°, rellenar lo restante con arena y agua para apretar el suelo, apisonar.



## 3. MADERAS LATERALES Y ARCOS ACCESO

Fijar tacos de madera (dibujo 80° y 90°) a los pilares donde se atornillarán las maderas laterales. Instalar maderas.

Antes de ubicar los arcos enhebrar las 5 tees de pvc que unirán los tubos, insertar los arcos de pvc en la arena de la misma forma que los pilares, cuidando el ángulo que llega al piso para una fácil fijación a la madera, insertar las diagonales de acceso. Unir con otro taco de madera el tubo de pvc con la madera.

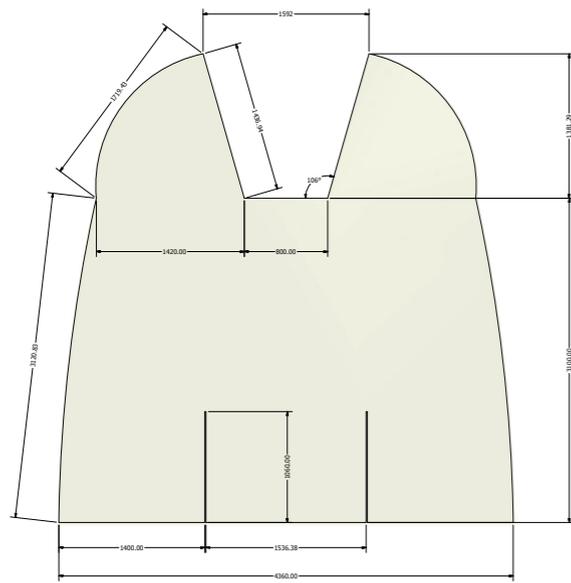


#### 4. TUBOS TRANSVERSAL CENTRAL Y DIAGONALES ACCESO

Insertar los tubos transversales en las tees, perforar los tubos para los tensores, tensar inmediatamente a los pilares.

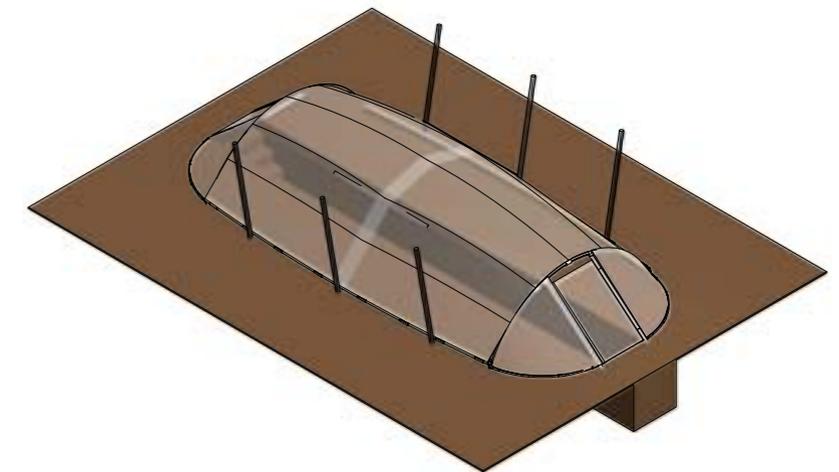
#### 5. TUBOS TRANSVERSALES LATERALES Y UNIÓN ENTRE SÍ

Instalar laterales de la misma forma que con tubo central, tensar inmediatamente, instalar un tubo de menor diámetro que una los tres tubos transversales, asegurar.



## 6. POLIETILENO

Cortar el polietileno como indica la plantilla, fijar a los tubos mediante secciones de tubo, tensar y atornillar.



MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE  
MATERIALES REUTILIZADOS

## I. ACERCA DEL PROYECTO



[1]



[2]



[3]



[4]

### FUNDAMENTO

El proyecto toma como elemento principal la botella, siendo la base del desarrollo de un método constructivo donde las botellas conforman una unidad modular, a la cual llamamos panel.

El objetivo es perfeccionar diferentes tipos de paneles donde cada uno, debido a sus características de aislamiento y traslucidez, puedan cumplir distintas funciones dentro de la construcción de un espacio, como muro, ventanas, etc. Además, ahondar en el desarrollo del acoplamiento de estos, constituyéndose el panel en si mismo como una unidad constructiva modular. El objeto de elaborar lo modular del panel abre el universo constructivo pudiendo ocupar los módulos para construir lo que se quiera. También mencionar que las dimensiones del panel no quedarán totalmente definidas para no limitar las posibilidades constructivas, solo sugeridas en cuanto a nuestra investigación respecto a la estructura y resistencia de un muro, por lo que se centra principalmente en el desarrollo de las técnicas de cada tipo de panel en cuanto a su uso.

Este proyecto está enfocado a toda persona interesada en utilizar este método constructivo.

### ORIGEN

A nivel mundial hay pocos países que tienen un sistema de reciclaje óptimo de sus residuos. Principalmente países desarrollados como Estados Unidos o los pertenecientes a la Unión Europea presentan los niveles más altos de reutilización de residuos sólidos urbanos, acompañado también de una cultura y responsabilidad ciudadana con el medio ambiente. En países como Austria y Bélgica, gracias a sus políticas ambientales, reciclan más del 60% y 90% de los residuos municipales respectivamente. En el caso de Holanda sólo el 3% de la basura va a los vertederos y el resto es reciclado. Estos países ven la basura como un recurso al que le

explotan un potencial económico y energético.

En Latinoamérica, Chile es uno de los países donde más se recicla donde solamente el 13% de las seis millones de toneladas anuales de basura que se generan son recicladas, sólo en la Región Metropolitana se generan seis mil toneladas de basura al día, es decir, cada uno de nosotros bota un kilo de desperdicios diariamente, de ella, sólo un 7% se recicla.

En el país, el 8 % de los residuos domiciliarios son plásticos, pero de estos también se recicla muy poco.

Al ver esta constante de decide enfocar el proyecto a la reutilización de desechos optando por su potencial constructivo y durabilidad eligiendo un tipo de desecho en particular gracias a sus características propias (térmica, aislante, impermeable y traslúcida) como a su masiva presencia dentro de la basura, la botella PET. Esta tarda de 100 a 1000 años en degradarse ya que los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlas. Al aire libre pierden su tonicidad, se fragmentan y se dispersan, bajo tierra duran más.

### MOMENTO ANTERIOR DEL PROYECTO: EL "PANEL"

En el momento anterior de este proyecto se constituyó un elemento constructivo llamado "panel" de dos dimensiones distintas, uno de 100 x 110 cms, y un segundo de 100 x 55 cms, ambos constan de un marco de madera donde, mediante orificios en su marco, se fijan columnas de botellas. El más grande es para la construcción de paredes y el más pequeño para la construcción de las ventanas del espacio.

[1] [2] "panel" de dos dimensiones distintas, uno de 100 x 110 cms, y un segundo de 100 x 55

[3] [4] cms, ambos constan de un marco de madera donde, mediante orificios en su marco, se fijan columnas de botellas. El más grande es para la construcción de paredes y el más pequeño para la construcción de las ventanas del espacio.

## II. PROTOTIPO 1

### PROYECCIÓN DE UN ESPACIO



[1]



[2]

Para llevar a cabo una experiencia constructiva más realista se construye un primer prototipo con los paneles desarrollados en el momento anterior del proyecto y las nuevas propuestas. El objeto es enfrentarse a las medidas reales de un espacio para convivir con los aspectos estructurales, uniones entre paneles e interacción con el medio ambiente. El espacio mide 2 x 3 mts y 2.20 mts de alto, conformado solamente por los muros, sin techo o suelo.

#### PAREDES 1 Y 2

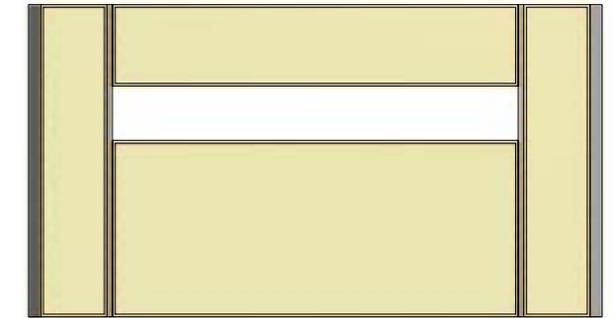
- [1] En primera instancia se construyen dos paredes, una de 2 mts (4 paneles) y otra de 3 mts (6 paneles) con los paneles del momento anterior. Para unir los paneles entre sí se usa un listón de 3 x 2 pulgadas. Si bien los marcos de los paneles pueden estar un poco deformes por características propias de la madera al unirse con los listones estructurales se enderezan, nivelan y estructuran de mejor forma.

#### PARED 3

- [2] Al tener esta primera esquina se nota que los paneles de 100 x 110 cms no son muy resistentes estructuralmente, por lo que se construyen unos paneles angostos de 50 cms de ancho y 220 cms de alto que sirven de esquineros y se cubren con las pruebas de membranas. Para dar el largo de la pared se construyen 3 paneles más, el primero de 110 cms de alto y 200 cms de largo con una membrana opaca y otros dos de 55 cms de alto y 200 cms de largo, uno con una membrana opaca y otra translúcida.



[3]



[4]

#### PARED 4

- [3] Esta pared consta en dos paneles esquineros de 70 cms de ancho por 220 cms de alto y un espacio para la puerta. Ambos paneles esquineros están cubiertos con membranas impermeables, uno con tela engomada y el otro con raquelado. Ambos paneles estaban unidos por un listón en el lado superior el cual cruzando todo el muro a modo de encadenado. En las esquinas de cada muro, se usan listones de 3 x 3 pulgadas, los que se atornillaban a los paneles permitiendo la unión de los 4 muros.

#### CONCLUSIONES

- [4] Esta experiencia brinda las bases para el próximo paso del proyecto, el diseño y la posterior construcción de un espacio real. Gracias a las distintas modulaciones probadas se concluye que la construida con los paneles esquineros y paneles largos es mucho más firme estructuralmente que la modulación anterior de 100 x 110 cms, por lo que se utilizará esta en el segundo prototipo.

En el aspecto de montaje de los paneles, es complicado unirlos entre sí con las botellas y membrana puestas por lo que se decide montar las columnas ya unidos los paneles.

Respecto a las pruebas de membranas utilizadas, las telas con barniz, si bien quedan impermeables, la interacción con el medio ambiente hace que pierdan la tensión, por lo que se decide utilizar tela de pendones de PVC reutilizados ya que tiene una buena resistencia a agentes climáticos y además es un material reciclado.

### III. EVOLUCIÓN DEL PANEL

#### 1. PROPUESTAS DE SELLADO



**A. SELLADO CON JUNQUILLOS Y TELA**  
[1] Consta de una membrana impermeable tensada en el marco. Para su óptima fijación, en primera instancia, la tela se engrapa al marco, luego se desbasta cada listón por ambos lados donde se obtienen junquillos de 15 mm, estas piezas se utilizan para prensar la tela al marco y obtener una mejor fijación.

**B. SELLADO CON PIEZAS DE TETRA PAK Y ESPONJA**  
[2] Para sellar los espacios irregulares entre las botellas se utilizan dos capas, una capa interna de esponja y una externa de Tetra Pak. La esponja sirve para detener las corrientes de aire entre estos espacios ya que es capaz de adaptarse a la forma de los intersticios gracias a su característica deformable. El Tetra Pak se utiliza como capa externa por su impermeabilidad, y se dispone como una pieza entre las columnas. La razón por la que se usan estos dos elementos conjugados es por la poca flexibilidad del Tetra Pak para ajustarse a estas zonas irregulares, ya que si bien es un aislante contra el viento no cumple a cabalidad la función.

**C. SELLADO CON LATAS DE BEBIDA**  
[3] Para darle continuidad al proyecto en el ámbito de la reutilización de desechos, se construye una prueba de sellado utilizando latas de bebidas. El modo de construir consiste en despojar la lata de su parte superior e inferior y luego cortando a lo largo el cilindro sacando tres partes iguales. Estas partes mantienen su forma curva la cual se adapta a la circunferencia de la botella. Se unen las piezas cortadas a lo largo formando columnas para luego pegarse por



sus centros en direcciones opuestas, es decir dejando los lados convexos de las columnas al interior y los cóncavos hacia el exterior para acoger la botella. Estas piezas se ubican entre las columnas de las botellas, cubriendo los intersticios que quedan entre ellas.

**D. SELLADO CON POLIETILENO ENTRELAZADO**  
[4] Se cortan franjas de polietileno y se entrelazan entre las botellas con el fin de estructurar mejor las columnas, restringiendo el movimiento de las botellas y sellando el panel.

**E. SELLADO CON PIEZAS METÁLICAS Y POLIETILENO**  
[5] Similar a la propuesta anterior se entrelaza el polietileno, como lo indica el dibujo, y con un latón de 5x20 cms se construye una pieza a modo de pinzas, que se inserta entre las columnas ejerciendo presión y sujetando el polietileno. Para los bordes se construye la mitad de la pieza y se inserta de la misma forma.

#### CONCLUSIONES

De las propuestas estudiadas se rescatan el sellado con junquillos y el sellado con Tetra Pak y esponja.

Se estudian tipos de membranas para la optimización de la primera propuesta y se ahonda en la confección de una pieza que cubra los intersticios y selle el panel conservando la propiedad traslúcida de la botella.

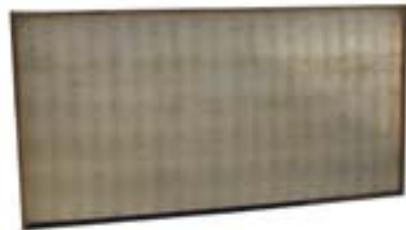
## 2. PROPUESTAS DE MEMBRANA



[1]



[2]



[3]



[4]

### A. POLIETILENO

- [1] Si bien el nylon sella e impermeabiliza el panel, es un material que hace que la botella pierda protagonismo debido a que funciona por sí solo como una barrera aislante. Independiente de esto el panel sigue siendo más resistente estructuralmente al tener en su interior las botellas.
- [2] Además el polietileno es una solución a corto plazo, ya que al estar expuesto a los rayos UV se quema y se quiebra en un periodo de 1 a 2 años aproximadamente.

### B. TELAS Y AGENTES IMPERMEABILIZANTES

Se utiliza Crea, la cual es una tela firme y de bajo costo, con una trama densa pero que no conforma una barrera óptima para la humedad y el viento. Por lo tanto es necesario algún agente que le otorgue esta característica.

Barniz Marino: al ser una resina natural es un buen sellador de la trama de la tela y le da un grado de rigidez. La tela queda opaca, por lo que la botella desaparece a la vista y sólo aparece a contraluz. Si bien esta membrana funcionaba impide el paso del agua y viento pudimos observar que al estar sometida a la intemperie cede y pierde la tensión con el tiempo.

Pintura "Super Caucho": Esta pintura es usada para pintar piscinas, por lo que sella los poros de la tela impidiendo el paso del agua y viento. La desventaja de esta pintura es que está hecha para superficies sólidas, por lo que al doblarse la tela la capa de pintura se quiebra formando grietas por las que podría pasar el agua.

### C. TELAS IMPERMEABLES

Zargalina: Es una tela sintética que se usa para forrar chaquetas. Es muy barata (\$392 x metro) pero no garantiza una aislación total de los paneles.

Engomado: tela sintética usada comúnmente para forrar bolsos y mochilas. Su nombre se debe a la capa de goma que tiene en uno de sus lados que sellando la trama de la tela. . Además tiene un bajo precio comparada con otras telas impermeables.

Raquelado: Es una tela sintética totalmente impermeable, la cual presenta una textura densa y muy rígida que no permite manipularla bien para tensarla sobre el marco.

### D. PENDONES DE PVC REUTILIZADOS

- [3] Los pendones publicitarios se hacen con tela de PVC o papel sintético, siendo el primero el más común. La tela de PVC es una tela plástica que se encuentra reforzada con una malla de Poliéster y está hecha para ser usada en el exterior. La estructura molecular de este material es casi la misma que la del polietileno, siendo su mayor diferencia que un átomo de la cadena del polietileno es sustituido por un átomo de cloro en la molécula de PVC. Este átomo aumenta la atracción en la molécula dando como resultado un material más rígido y duro.
- [4]

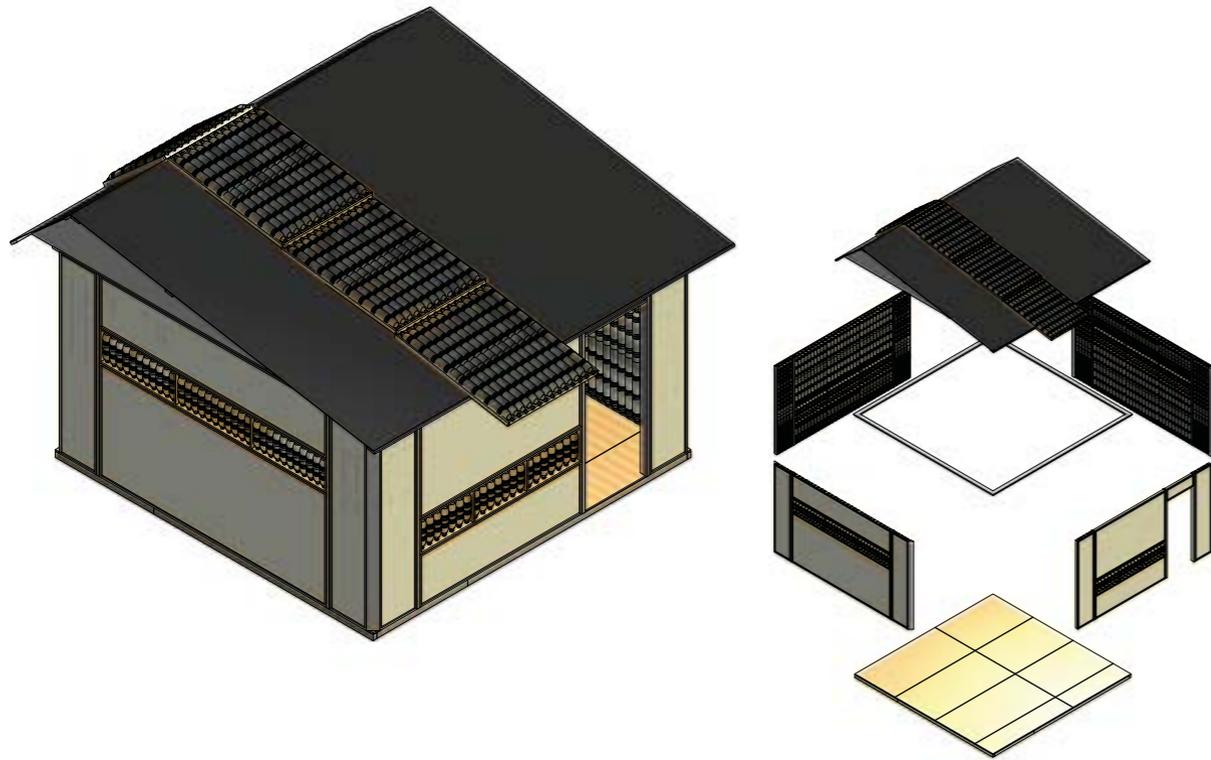
Las principales características de este material son: Alta capacidad de aislamiento eléctrico. Aislante de humedad. Resistencia a la tensión. Barrera de rayos UV. Resistencia ambiental. Liviano. Fortaleza ante la abrasión y al impacto. Resistencia al calor. Flexible y Reciclable

### CONCLUSIONES

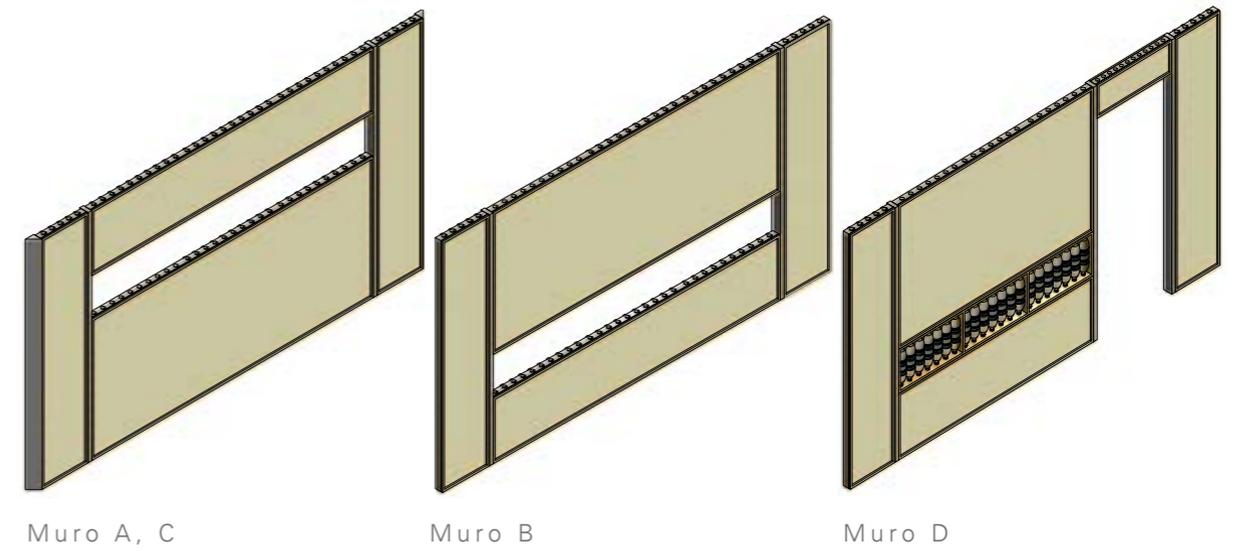
Se decide trabajar con los pendones de PVC reutilizados, ya que adhieren con el fundamento del proyecto y además son muy resistentes a los agentes climáticos.

## IV. PROTOTIPO 2

### PROYECCIÓN DE UN ESPACIO PARA LA COMUNIDAD



Para interactuar con la realidad y probar el sistema, surge la idea de construir un nuevo prototipo que se destina como espacio comunitario, de 4x4 mts y 2.30 mts de alto. Su forma cuadrada alude al encuentro en el centro del prototipo.



#### MODULACIÓN PAREDES

Modulación tipo que consta de 3 paneles base con los cuales se construyen las cuatro paredes de este espacio. Estas modulaciones se desarrollaron gracias al prototipo anterior, el panel angosto sirve para estructurar la esquina, mientras los largos le dan la dimension al lugar y puede intercambiarse, dejando un horizonte de luz alto o bajo.

## V. PROCESO CONSTRUCTIVO

### BOTELLAS



[1]



[2]



[3] [4]



[5]

#### 1. RECOLECCIÓN DE BOTELLAS

[1] Gracias al Departamento de Aseo, Ornato y Medio Ambiente de la Municipalidad de Viña del Mar, se consiguen las botellas necesarias para construir el espacio (alrededor de 4000 botellas).

#### 2. LAVADO DE BOTELLAS

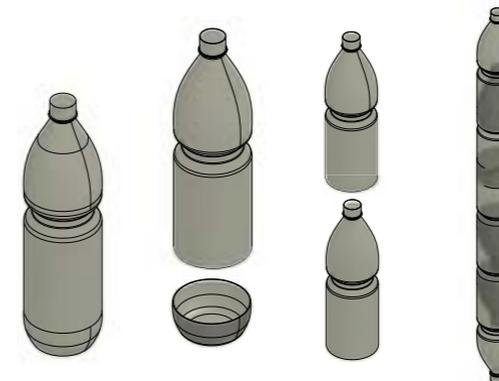
[2] Primero, limpieza exterior de la botella, sacando las tapas y quitando las etiquetas. Segundo, lavado de botellas.

#### 3. CORTE DE BOTELLAS

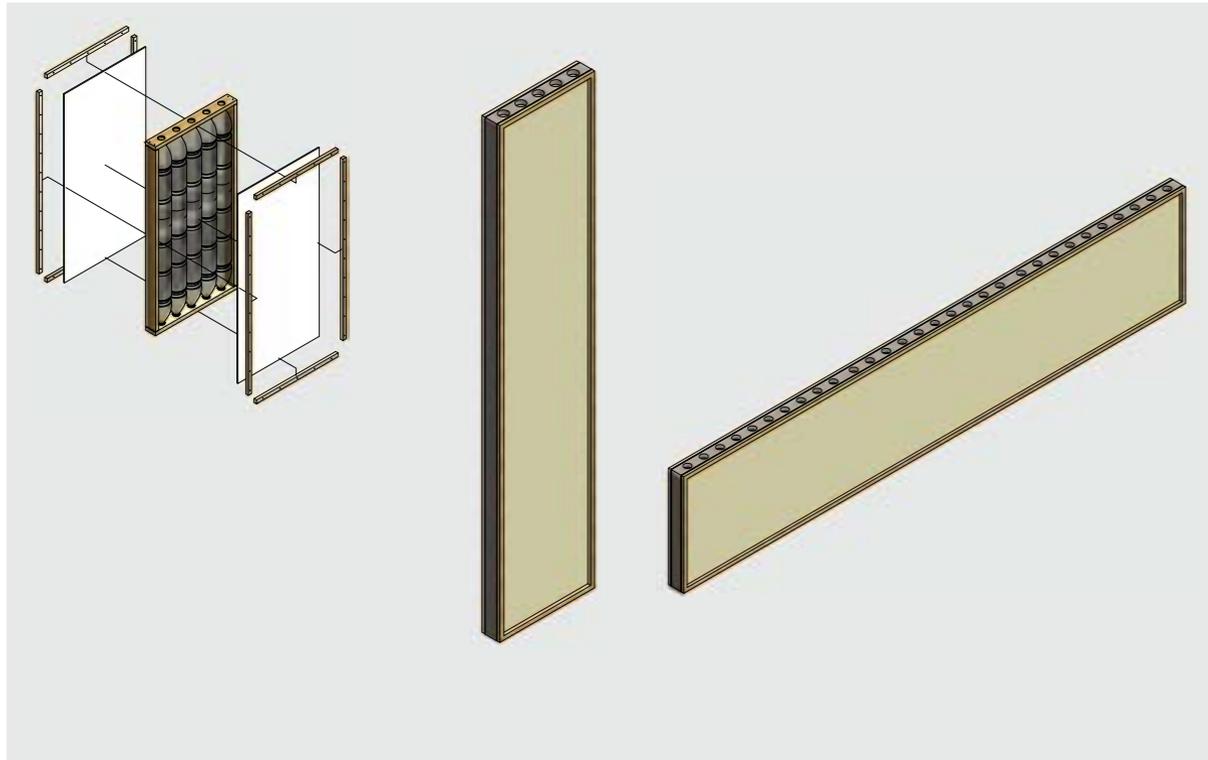
[3] Se cortan las botellas quitando su base, este proceso se realiza con una sierra huincha.

#### 4. ENSAMBLE COLUMNA DE BOTELLAS

[4]  
[5]



## PANELES



[1]

[2]

[3]

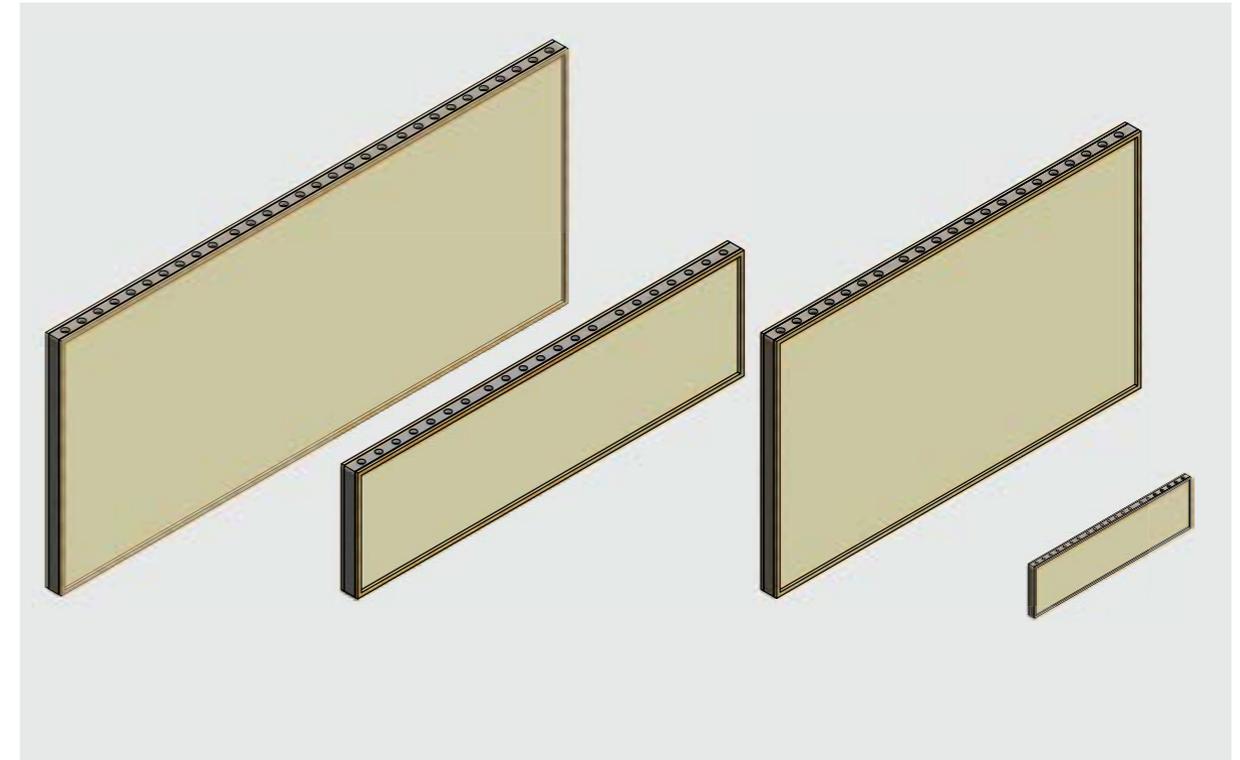
- [1] Los paneles constan de 4 listones, los superiores e inferiores, llevan los orificios que sujetan los golletes de las botellas, y los de los costados que le dan el alto al panel

### 5. DIMENSIONADO DE MADERAS

Dimensionado de maderas de 1 x 4" de acuerdo a cada panel.

Las dimensiones y cantidades son:

- [2] Paneles Esquina 49 x 230 cm (x 8)  
 - 16 listones de 2,30 mts  
 - 16 listones de 45 cms



[4]

[5]

[6]

[7]

- [3] Paneles largos  
 Chicos 300 x 60 cm (x 3)  
 - 6 listones de 2,96 mts  
 - 6 listones de 60 cms  
 - 6 listones de 56 cms (para soporte interior)
- [4] Grandes 300 x 130 cms (x 3)  
 - 6 listones de 2,96 mts  
 - 6 listones de 1,30 mts  
 - 6 listones de 1,26 mts (para soporte interior)
- [5] Paneles largos variación  
 Chico 218 x 60 cms (x 1)  
 - 2 listones de 60 cms  
 - 2 listones de 2,14 mts.  
 - 1 listón de 56 cms (para soporte interior)
- [6] Grande 218 x 130 cms (x1)  
 - 2 listones 1,30 mts  
 - 2 listones de 2,14 mts  
 - 1 listón de 1,26 mts (para soporte interior)
- [7] Panel chico puerta 78 x 30 cms (x 1)  
 -2 listones de 30 cms  
 -2 listones de 74 cms



[1]



[2]



[3]



[4]



[5]



[6]

#### 6. PERFORACIONES DE ACUERDO A LA BOTELLA

[1] De acuerdo a la variedad de botellas existen dos tamaños de golletes, el común (32 mm), que se encuentra en la mayoría de las botellas, y el boca ancha (44 mm) que corresponde a la botella Watt's.

Se ocupan dos brocas de copa y/o paleta, de los diámetros anteriormente especificados, se calcula la distancia entre orificios de acuerdo al diámetro mayor de la botella y se perfora a lo largo del listón. Por los distintos diámetros, la distribución de las perforaciones tienen medidas distintas para cada botella.

#### 7. DIVISIÓN DE LISTONES, ELABORACIÓN DE LOS JUNQUILLOS

[2] A los listones de 1 x 4" dimensionados anteriormente, incluyendo los que fueron perforados,

[3] se pasan por la sierra de banco donde a cada lado se saca un junquillo de 1,5 cms, que más tarde serán usados para fijar la tela al marco.

#### 8. PERFORACIÓN PARA UNIÓN DEL MARCO

Se perfora con una broca avellanadora dos orificios en los extremos de los listones de los costados (los que no tienen las perforaciones para los golletes).

#### 9. PERFORACIONES DE LOS JUNQUILLOS

Se perforan los junquillos con una broca avellanadora para posteriormente fijarlos a los marcos, cuidando de que estos no interfieran con las perforaciones para los golletes de las botellas.

#### 10. REBAJES Y PERFORACIONES PARA EL ALAMBRE

[4] Para evitar el pandeo de las columnas de botellas, se ubican dos alambres horizontales dividiendo cada listón en 3 partes. Se perforan cuatro orificios por panel en los listones de los costados para enhebrar y embarrilar el alambre, luego se hace un pequeño rebaje en el costado, para que este no sobresalga del listón e interfiera con los junquillos.

[5]

#### 11. ARMADO DE MARCOS

[6] Para el armado de los marcos se construye una matriz en un plano, esta matriz lleva las dimensiones interiores de los respectivos marcos para que en el paso siguiente no se deformen por la fuerza de la tensión del alambre.

#### 12. INSTALACIÓN DE ALAMBRE POR UN LADO DEL PANEL

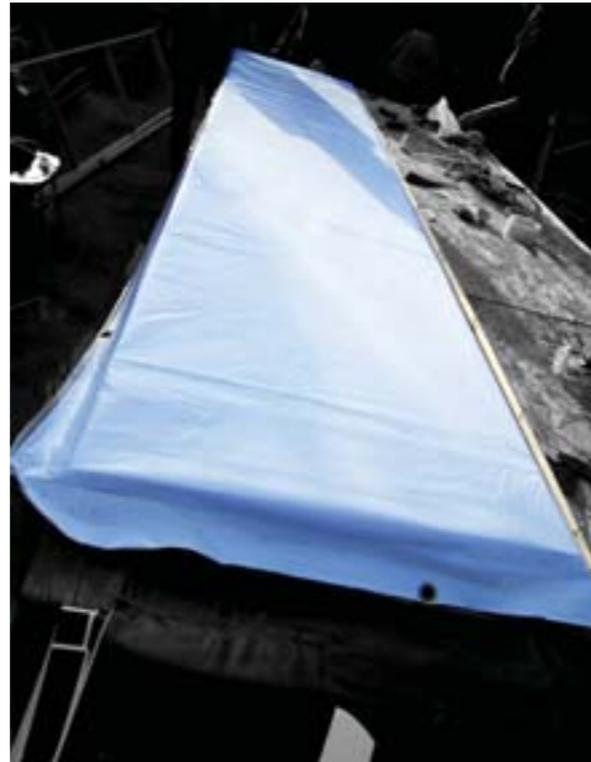
Aún en la matriz, se enhebra el alambre por los costados del panel y se embarrila para que queden fijos.

#### 13. MONTAJE TELA POR UN LADO DEL MARCO

También en la matriz, en el mismo lado que se fijó el alambre, se asegura la tela de PVC con algunas grapas en el canto del listón, tensándola desde el centro hacia afuera para que no queden arrugas. Cuidar que las grapas no interfieran con los tornillos que sujetan los junquillos.



[1]

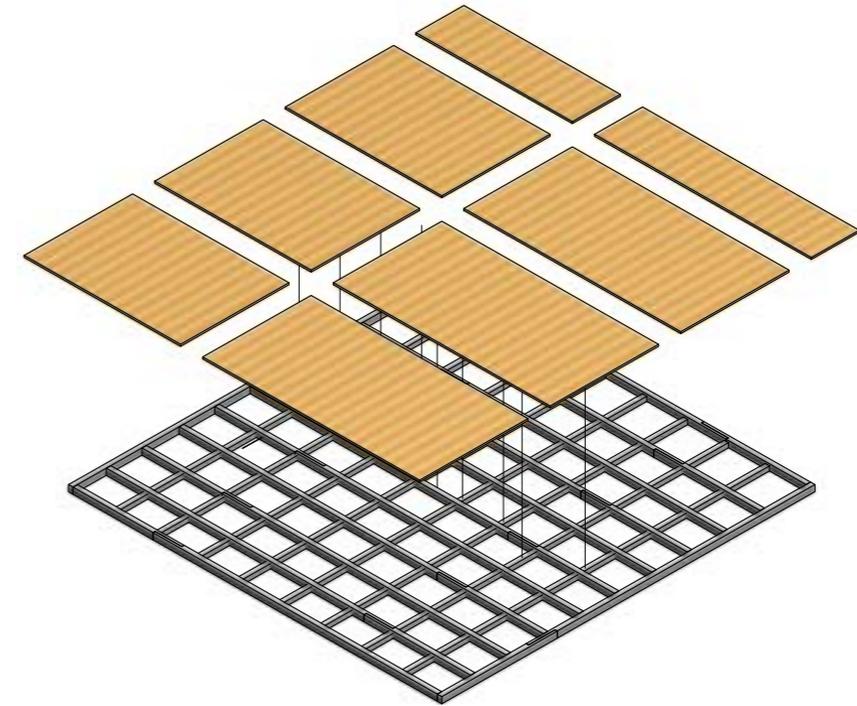


14. MONTAJE JUNQUILLOS POR UN LADO DEL MARCO
- [1] Cuando la tela ya está engrapada, se ponen los junquillos que terminan de sujetar la tela, cuidar de estirar la tela cuando se fijan, ya que los tornillos y el marco también son importantes para mantener la tensión de la tela.

15. PERFORACIÓN DE PANELES PARA UNIÓN ENTRE SI

En este paso se perforan los paneles por dentro usando una broca avellanadora para luego unirlos con el listón estructural, los orificios deben hacer un zigzag para un mejor agarre de los paneles.

## SUELO



16. CONSTRUCCIÓN DEL SUELO
- Para la construcción del suelo se usan 25 listones de 2 x 2" y 7 planchas de terciado de 12 mm.
- Dimensionado de
- Listones:
- 2 listones de 4,20 mt
  - 11 listones de 4,10 mt
  - 64 piezas de 36,5 cm
- Terciado:
- 3 planchas completas (244 x 144 cms)
  - 3 secciones de 176 x 144 cms
  - 1 sección de 244 x 53,3 cms
  - 1 sección de 176 x 53,3 cms



[1]



[2]



[3]



[4]



[5]

A. Trazar en el piso un cuadrado de 4,20 mt. dibujando las diagonales para evitar la deformación del cuadrado.

[1] B. Conformar el perímetro del espacio con las dos vigas de 4,20 mts y dos de 4,10 mts.

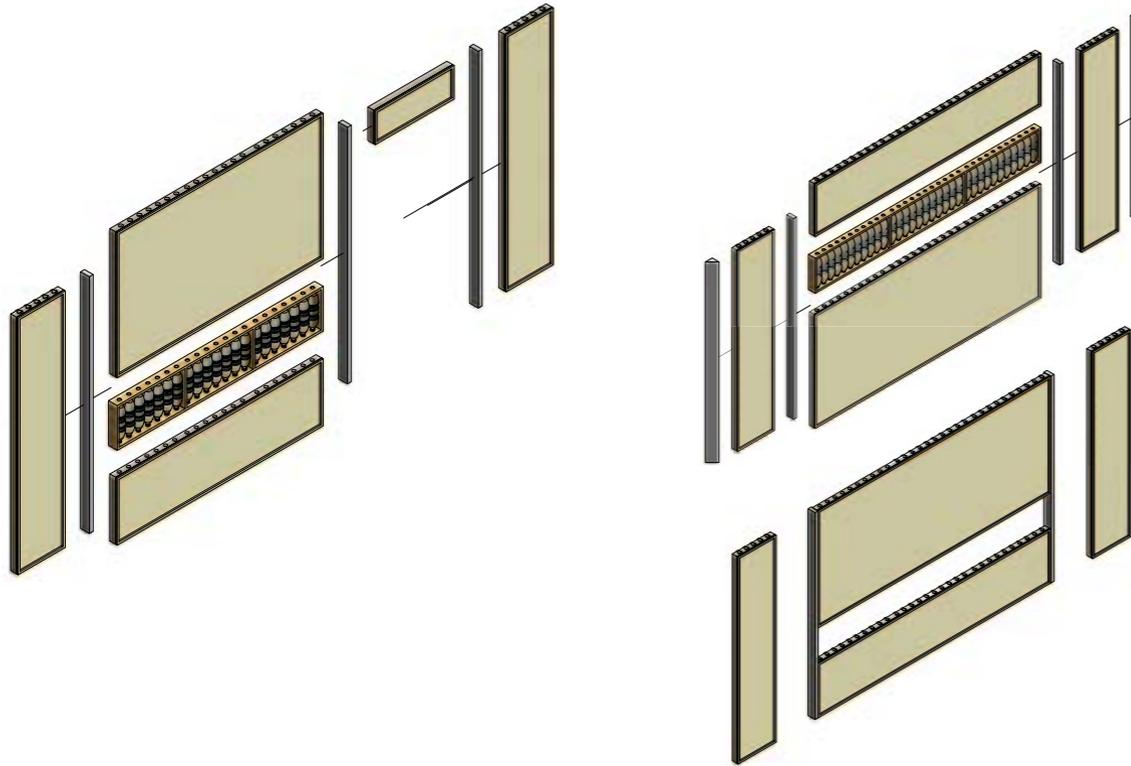
[2] C. Se instalan las 9 vigas restantes en el área interior, con una separación regular entre ellas.

[3] D. Se sitúan las piezas de 36,5 cm entre las vigas para formar el entramado del piso.

[4] E. Se cubre la trama del piso con las planchas de terciado.

[5]

## CONFORMACIÓN DEL ESPACIO

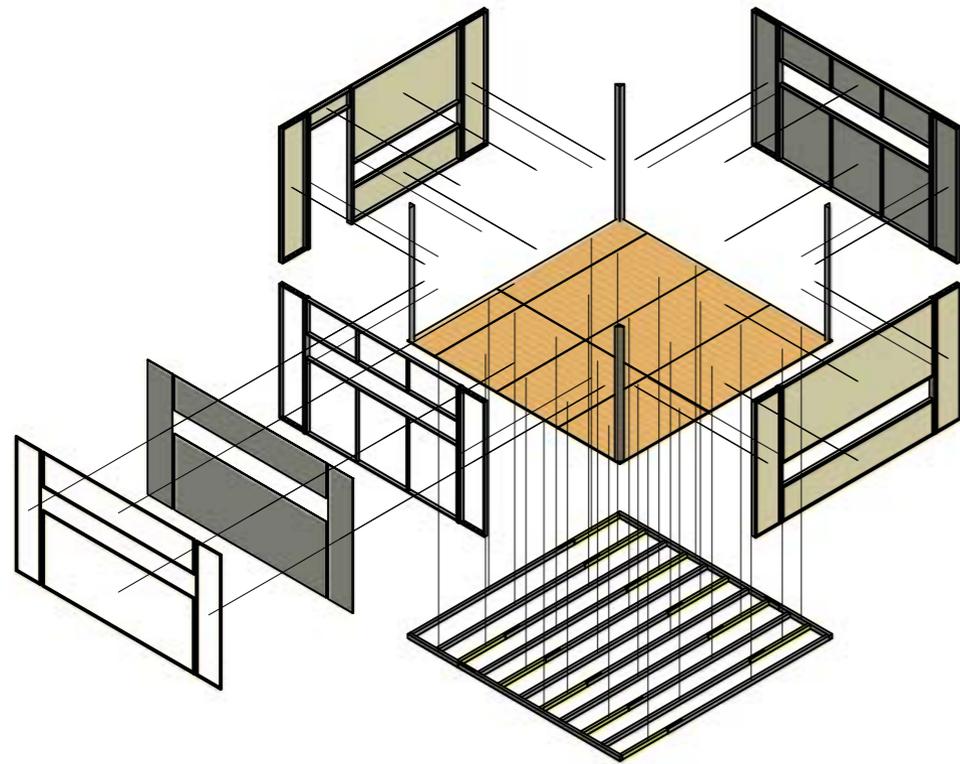


### 17. CONFORMACIÓN DE LAS PAREDES

Los paneles, que se perforaron anteriormente, se unen entre sí mediante un listón de 2 x 4" para formar las paredes (tomar en cuenta la ubicación de los paneles de acuerdo a sus nombres)

Para una pared se utilizan:

- 2 Panel esquina de 49 x 230 cms
- 1 Panel medio inferior de 300 x 130 cms
- 1 Panel medio superior de 300 x 60 cms
- 2 Listones estructurales de 2x4" de 230 cms de alto.



#### 18. LEVANTAMIENTO DE PAREDES

El levantamiento de las paredes es similar al método utilizado en la construcción de mediaguas, en este caso se va levantando y fijando uno a uno cada muro a un cuartón de 4 x 4" estructural que hará de esquinero, siguiendo un orden correlativo.

Se levanta la primera pared, y se fija al piso desfasando hacia afuera 2 cms, esto es para proteger el suelo de las aguas lluvias, evitando que ingrese por la unión pared-piso. Cuando está fija la pared, se levantan diagonales para prevenir que caigan. Para poner la segunda pared se saca la diagonal de un lado y se monta el muro cuidando los 2 cms de desfase, se fija igual que la anterior y se asegura con una diagonal. En la unión entre estas dos paredes se pone el cuartón estructural, se nivela y se fija. Para la segunda y tercera pared se repite el proceso.



[1]



[2]



[3]

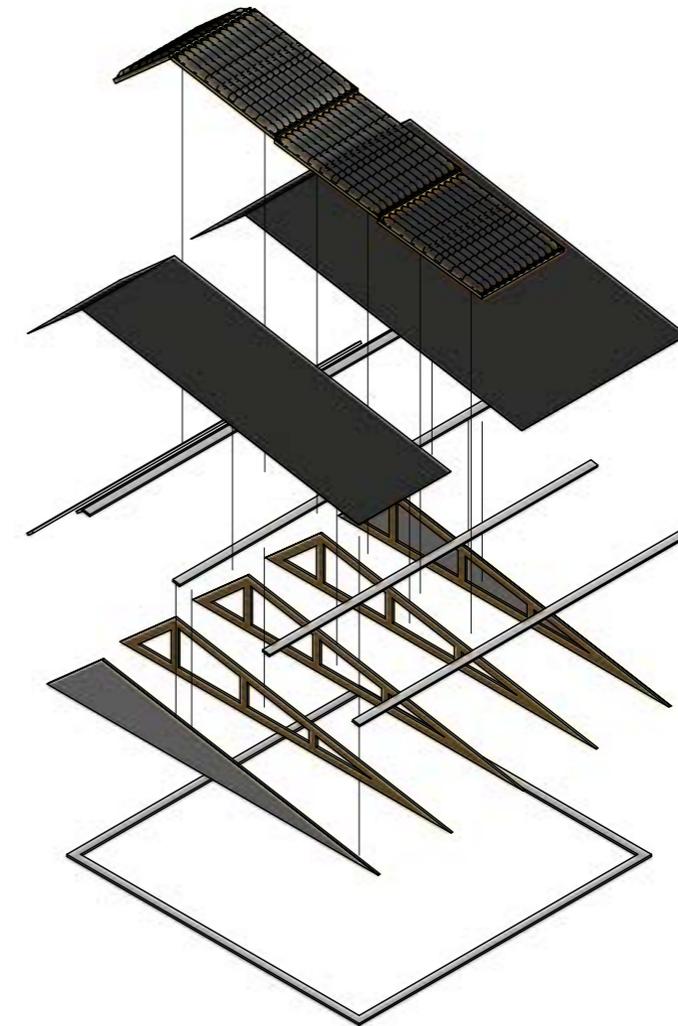
#### 19. POSICIONAMIENTO DE LAS BOTELLAS

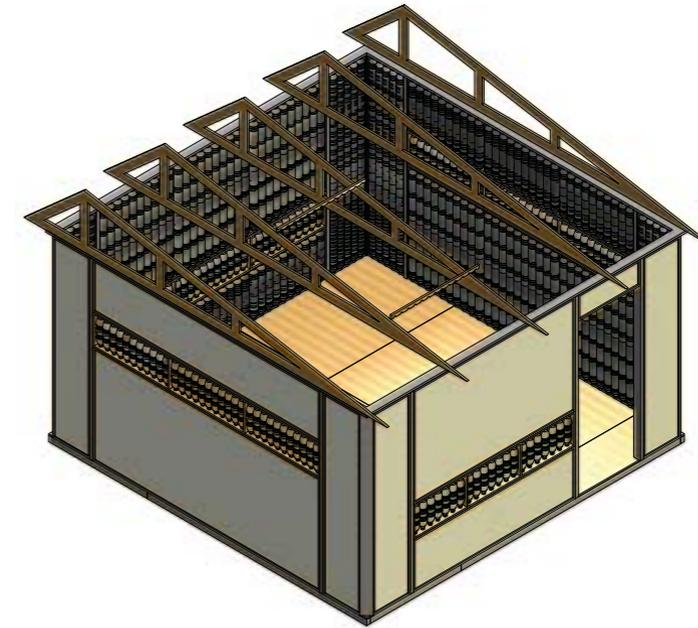
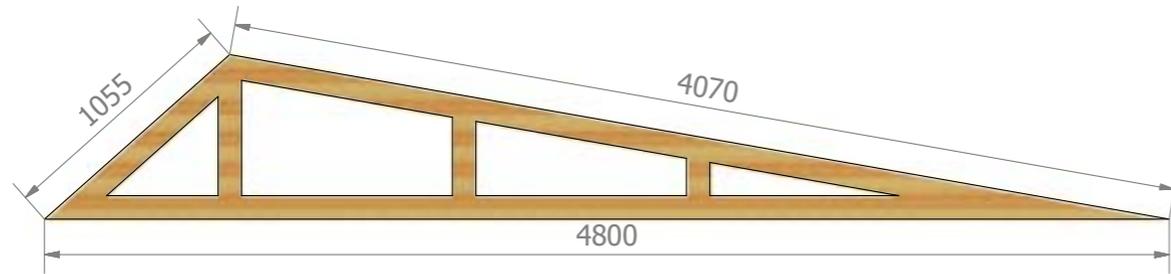
- [1] Se forman las columnas y se calzan en los paneles. Se confinan las botellas con el alambre que se fija horizontalmente al panel mediante un cáncamo.

#### 20. ENCADENADO SUPERIOR

- [2] Se construye con listones verdes de 1 x 4" que se ubican en la parte superior del perímetro de las paredes, uniendo todo este contorno y asegurando los muros del espacio.
- [3]

## TECHO

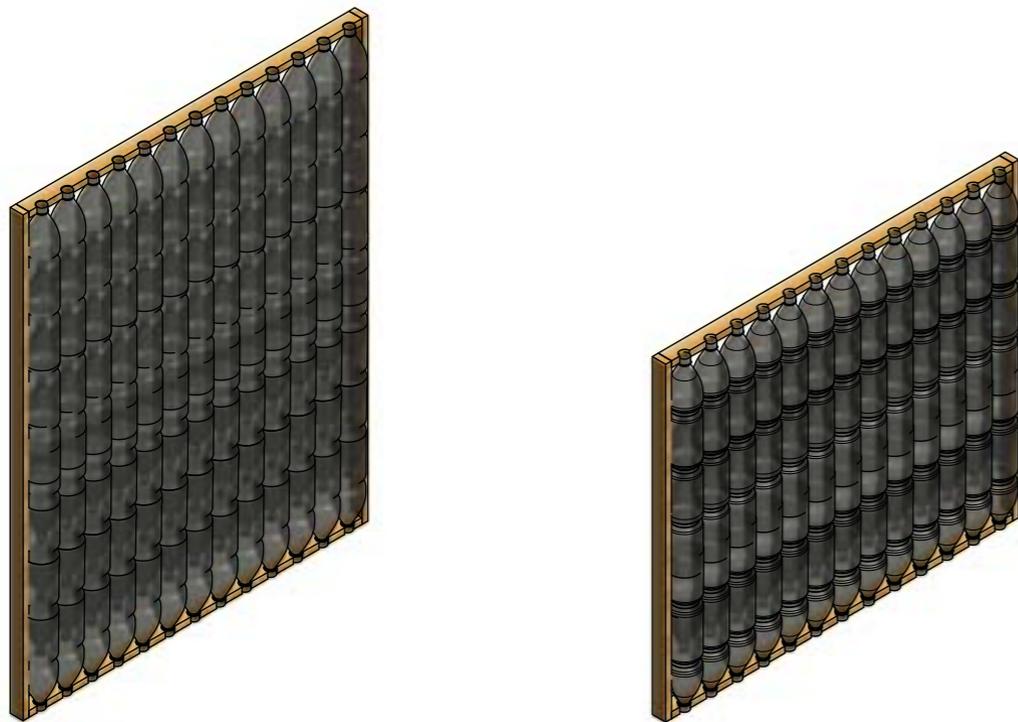




## 21. CONSTRUCCIÓN DE CERCHAS

### 22. LEVANTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL TECHO

Se ubican las cerchas a una distancia de 1,05 mts, dejando un alero de 30 cm. en ambos extremos de la cercha. Luego se unen las cerchas entre sí con las costaneras, que son de 1 x 4" y 4,80 mt. de largo, dejando un alero de 30 cm. en los cuatro lados del techo.

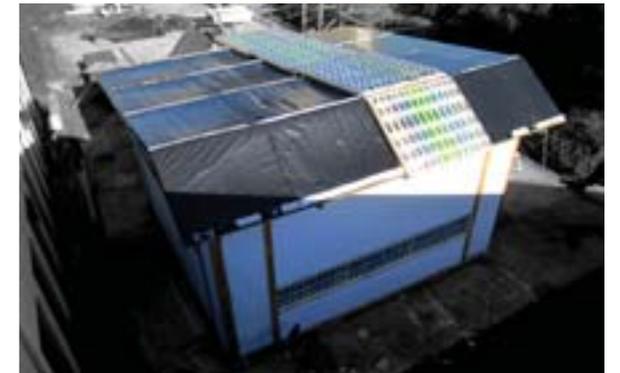
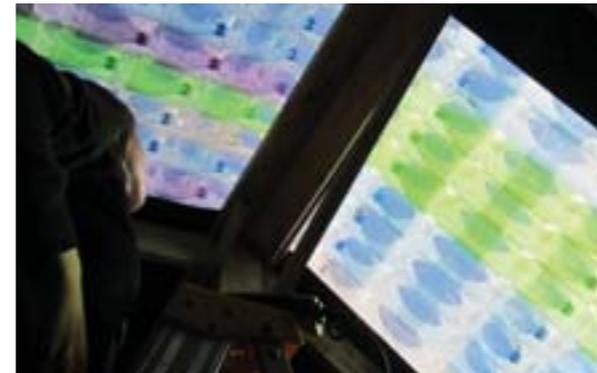
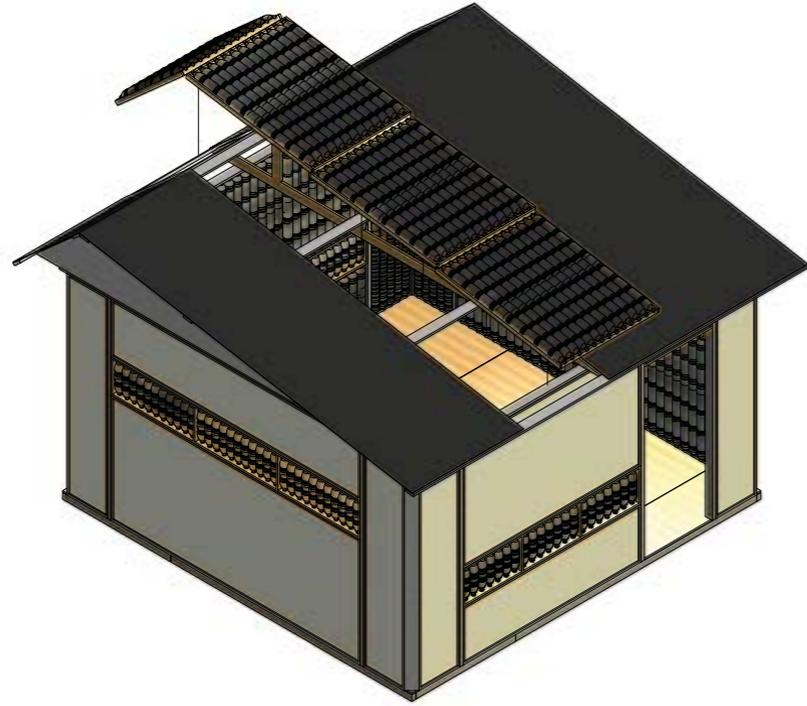


### 23. CONSTRUCCIÓN PANELES TECHO

Para el techo son 16 paneles, 4 pequeños para el agua norte y 12 grandes para el agua sur. El panel pequeño es de 106 x 120 y los demás de 135 x 120.

Se dimensionan los listones, se hacen las perforaciones para los golletes y se cortan por la mitad a lo largo, incluso los que llevan las perforaciones para los golletes, logrando un marco de la mitad del grosor que la de los paneles de las paredes.

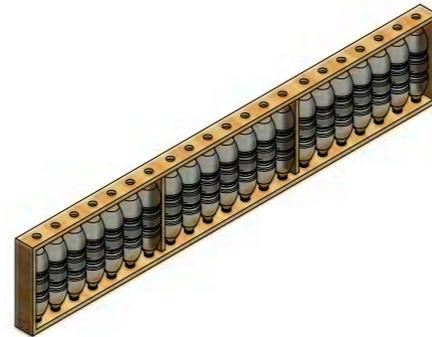
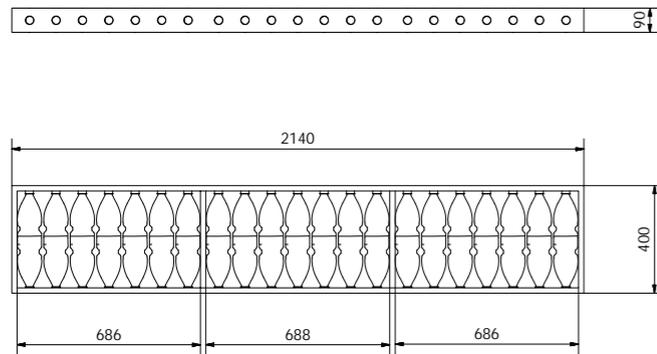
Se arman los marcos, se montan las columnas de botellas y se disponen las piezas de tela con la resina que además de sellar el panel, estructurará las botellas. Para dos marcos del agua sur se monta una pieza unificadora que luego aunará los paneles de este lado.



#### 24. MONTAJE TECHO

Para el agua norte el panel del techo se monta sobre las costaneras y se fija por dentro. Para el agua sur se unen los paneles a lo largo en grupos de 3 con las piezas unificadoras, luego se montan sobre las costaneras y se fijan por dentro.

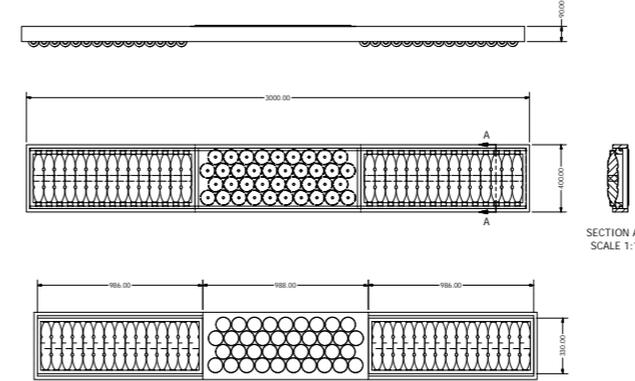
## HORIZONTES TRASLÚCIDOS



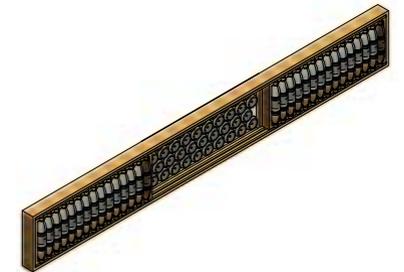
### 25. CONSTRUCCIÓN HORIZONTES DE LUZ

Se toma la medida del espacio del horizonte luminoso y se dimensionan los listones para construir el marco, en los listones largos se perforan los orificios para los golletes de las botellas. Se arma este marco y se ubican las botellas.

Se diseña una pieza de tela que cubre la geometría de los intersticios y otra que cubre el espacio entre el marco y las columnas que luego se fijan con resina, impermeabilizando el panel.



SECTION A-A  
SCALE 1:10

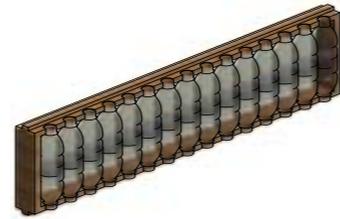
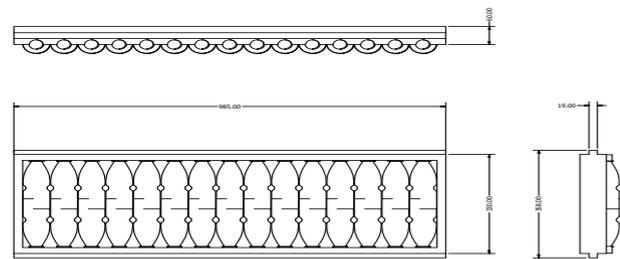


### 26. CONSTRUCCIÓN VENTANAS

Se toma la medida del espacio de las ventanas y se construye un marco, se divide en tres, donde la parte central es una membrana luminosa fija y las dos de los extremos son ventanas de corredera.

#### a. Membrana luminosa

Consta de una pieza de tela que mediante cortes en su superficie y la aplicación de resina es capaz de sostener las bases de las botellas que se retiran para hacer las columnas, esta se fija en la parte central del marco.



## 2. Ventana de corredera

Con el fin de que la membrana y las ventanas alcancen en el listón de 4", los marcos de las ventanas se cortan por la mitad (como los paneles techo), se ponen las botellas y se sella con piezas de tela similar a los horizontes de luz. Se ponen junquillos centrados arriba y abajo de estos marcos en las horizontales que harán de riel, luego en el marco de la ventana se ponen dos junquillos dejando el espacio en medio para el de la ventana.

## 27. MONTAJE HORIZONTES Y VENTANAS

Para montar, se introducen los marcos en los espacios de las paredes donde luego se fijan con tornillos.

CONFORMACIÓN TOTAL DEL ESPACIO



## VI. TIPOS DE PANELES



[1]

[2]

Todos los paneles constan de la misma base, marco de madera con columnas de botellas (exceptuando la membrana luminosa), las distintas aplicaciones que tienen, en cuanto a técnica de sellado marcan cuál es la función de cada panel.

### 1. PANEL MURO

[1] Este panel es el que tiene contacto con el exterior a modo de muro por lo que en ambos lados, tanto interior como exterior, tiene una capa de tela de PVC que impide el paso del aire por los espacios que quedan entre las columnas de botellas, tanto dentro del espacio hacia afuera como viceversa.

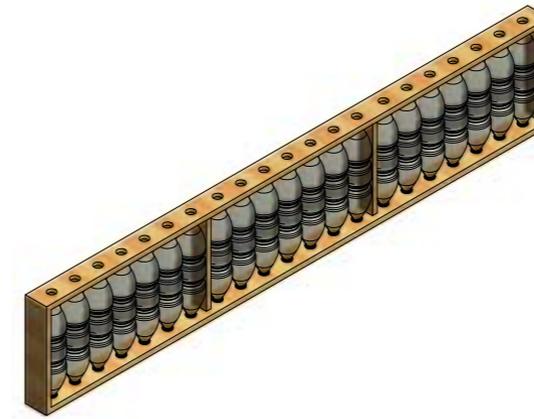
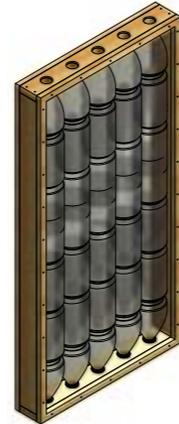
Este panel es el que tiene mayor aislación térmica debido a la cantidad de capas, considerando que el PVC es una tela de un grosor considerable y es resistente a los agentes climáticos, como el sol, la lluvia y el viento, además de la acción térmica que cumplen las botellas.

### 2. PANEL DIVISOR INTERIOR

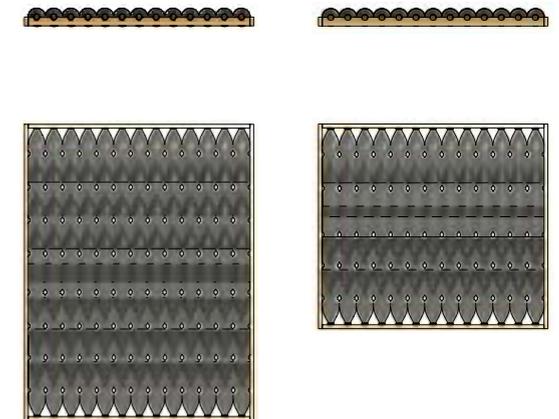
[2] Este panel consta sólo de las columnas de botellas, sin recubrimiento alguno, está pensado como separador de ambiente que dependiendo de cuán juntas estén las columnas otorga distintos niveles de aislación acústica.

### 3. PANEL HORIZONTE DE LUZ

[3] Para la aislación de este panel se utiliza una pieza de tela que cubre los espacios entre las columnas, esta pieza se preocupa sólo de estos espacios dejando la característica traslúcida de la botella a la vista.



[3]



[4]

El sellado está hecho con resina de poliéster que impermeabiliza y fija la tela a la botella dejando el panel totalmente resistente al viento y agua. Para el óptimo sellado del panel la tela debe ser absorbente y lo menos elástica posible (en este caso se usó tela crea blanca) para que pueda impregnarse de la resina y no quebrarse por algún movimiento elástico propio de la tela.

### 4. PANEL MEMBRANA LUMINOSA

Este panel, a diferencia de los otros, es una membrana construida con una tela que mediante cortes en su superficie y la aplicación de la resina puede sostener las bases de las botellas que son cortadas para construir las columnas, manteniendo también la característica traslúcida de las bases. A diferencia de los paneles no tiene mayores características aislantes por si sola, como un vidrio.

### 5. PANEL TECHO

[5] Este panel tiene características similares al horizonte de luz, ya que utiliza la misma técnica de sellado, la diferencia está en el marco, que está cortado a la mitad permitiendo el deslizamiento de las aguas. Además a un lado del marco, donde se descansa la tapa de las columnas, se repite la misma pieza pero en sentido contrario que se monta sobre el panel siguiente completando esa parte del marco y encerrando las botellas de ese panel. La postura de la tela ayuda a crear una forma similar a la de los techos de tejas, por lo que el comportamiento del agua en cuanto a drenaje es muy similar. También, la capa de resina y tela funciona estructuralmente sosteniendo las botellas, otorgando firmeza y haciendo innecesarios los elementos que afirman las columnas como el alambre.

## VII. APORTE ECOLÓGICO

MURO		BOTELLAS POR PANEL	TOTAL	
PARED A	2	Panel esquina	55 Watt's	110
	1	Panel muro grande	270 Coca-cola 1.500 cc	270
	1	Panel muro pequeño	180 Cachantun 500 cc	180
PARED B	2	Panel ventana	30 Cachantun 500 cc	60
	2	Panel esquina	55 Watt's	110
	1	Panel muro grande	60 Vital 1.500 cc	60
			70 Coca-cola y Sprite 1.500 cc	70
			77 Nestle 1.500cc	77
	1	Panel muro pequeño	180 Cachantun 500 cc	180
	1	Panel horizonte de luz	99 Cachantun 1.600 cc	99
PARED C	2	Panel esquina	55 Watt's	110
	1	Panel muro grande	140 Coca-cola 1.500 cc	140
			77 Cachantun 1.600 cc	77
	1	Panel muro pequeño	90 Vital 600 cc	90
	2	Panel ventana	60 Cachantun 500 cc	60
		30 Cachantun 500 cc	60	
PARED D	2	Panel esquina	55 Watt's	110
	1	Panel muro grande	132 Watt's	132
	1	Panel muro pequeño	36 Cachantun 500 cc	36
			33 Benedictino 1.500 cc	33
	1	Panel horizonte de luz	72 Cachantun 1.600 cc	72
	1	Panel unión puerta	22 Cachantun 500 cc	22
TECHO	3	Panel techo grande	117 Cachantun 1.600 cc	351
	1	Panel techo pequeño	65 Cachantun 1.600 cc	65

TOTAL: 2.514 botellas

## VOLUMEN DE BOTELLAS REUTILIZADAS

BOTELLA	CANTIDAD	VOLUMEN POR BOTELLA	VOLUMEN TOTAL
Cachantun 1.600 cc	664	2149,173 cm3	1426936 cm3
Cachantun 500 cc	478	725,949 cm3	347003 cm3
Watt's 1.500 cc	572	2108,623 cm3	1206132 cm3
Coca-cola 1.500 cc	140	2206,576 cm3	308920 cm3
Sprite 1.500 cc	70	2206,57 cm3	154460 cm3
Benedictino 1.500 cc	33	2172,628 cm3	71795 cm3
Vital 1.500 cc	137	2267,08 cm3	310589 cm3
Vital 600 cc	90	893,235 cm3	80391 cm3

TOTAL : 3906226 cm3 = 3,9 m3  
Equivale a 1 camión 1/2 de basura

## VIII. MATERIALES, TIEMPOS Y COSTOS

FAENA		TIEMPO	PERSONAS
Construcción paneles paredes	Recolección de botellas	2 horas	5
	Lavado botellas	4 horas	2
	Corte botellas	2 horas	2
	Dimensionado madera	4 horas	2
	Perforaciones de acuerdo a la botella	15 horas	1
	Elaboración de junquillos	3 horas	2
	Perforaciones a junquillos y marcos	2 horas	2
	Rebajes y perforaciones para el alambre	1 hora	1
	Armado de marcos	8 horas	2
	Montaje tela PVC en el marco	10 horas	3
	Unión paneles	4 horas	4
	Comformación de columnas	8 horas	2
	Levantamiento paredes	5 horas	5
	Construcción ventanas	Dimensionado tela	5 horas
Construcción marco		7 horas	2
Conformación de columnas de botellas		2 hora	1
Conformación manto de bases de botellas		4 horas	1
Aplicación de resina		8 horas	2
Montaje		30 minutos	3
Construcción horizonte de luz	Dimensionado tela	5 horas	1
	Construcción marco	3 horas	2
	Conformación de columnas de botellas	1 hora	1
	Aplicación de resina	5 horas	1
	Montaje	30 minutos	3
Construcción suelo	Construcción de vigas	10 horas	1
	Entramado	6 horas	2
	Cubrimiento con planchas	2 horas	2
Construcción paneles techo	Dimensionado tela	6 horas	1
	Construcción marco	3 horas	2
	Conformación de columnas de botellas	1 hora	2
	Aplicación de resina	12 horas	2
	Montaje	1 hora	4

Construcción techo		6 horas	3
Construcción de cerchas		5 horas	3
Levantamiento estructura		2 horas	2
Encadenado superior		4 horas	1
Recubrimiento		TOTAL: 167 horas	
		5 personas trabajando 8 horas diarias demoran 21 días en construir, es decir 1 mes en total de trabajo	
MATERIAL	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
Pino seco cepillado 1x4 "	\$ 1.155	57	\$ 65.835
Pino seco cepillado 2x4"	\$ 2.650	9	\$ 23.850
Pino seco cepillado 1x2"	\$ 670	5	\$ 3.350
Pino cuartón 4x4"	\$ 8.701	2	\$ 17.400
Madera tipo tapas 1x4"	\$ 645	41	\$ 26.445
Pino dimensionado 1x4"	\$ 920	6	\$ 5.520
Pino dimensionado 2x3"	\$ 980	20	\$ 19.600
Pino dimensionado verde 2x2"	\$ 880	7	\$ 6.160
Terciado estructural 12 mm	\$ 10.290	7	\$ 72.030
Bloque liso gris	\$ 619	10	\$ 6.190
Tornillos #6 x 2"	\$ 2.494	3	7.482
Tornillos #6 x 1 1/4 "	\$ 1.964	5	\$ 9.820
Clavos 4"	\$ 990	4	\$ 3.960
Clavos 3"	\$ 990	1	\$ 990
Clavos 2"	\$ 1.100	4	\$ 4.400
Alambre #20			\$ 3.950
Cáncamos	\$ 56	50	\$ 2.784
Escuadras	\$ 106	115	\$ 12.180
Grapas ¼ " 6 mm	\$ 1.090	2	\$ 2.180
Tela crea	\$1.200 x mt	12 mts	\$ 14.400
Resina Poliester uso general	\$ 2.928	7	\$ 20.496
Peroxido K1	\$ 314	3	\$ 942
Acelerante cobalto 6%	\$ 187	3	\$ 561
Amarra cable			\$ 1.990
			TOTAL: \$322.515

## IX. PROPIEDADES DE LAS BOTELLAS PET

- A. Alta transparencia
- B. Alta resistencia al desgaste y corrosión
- C. Muy buen coeficiente de deslizamiento
- D. Impermeable. Muy buena barrera a CO<sub>2</sub>, baja absorción a la humedad.
- E. Conductividad térmica 0,24 W/(m•K). Mide la capacidad de conducción del calor. Los polímeros tienen una baja conductividad por lo que se ocupan de aislantes térmicos. En el caso de las botellas PET que estamos utilizando esta cifra se traduce en que el calor o frío que exista en el exterior se conduce muy poco hacia el interior y lo mismo al revés. Por ejemplo el coeficiente de conductividad térmica de un ladrillo común es de 0,75 W/(m•K), versus los 0,24 W/(m•K) de una botella plástica PET. Además las columnas de botellas que conformamos producen una cámara de aire a lo largo de esta, que aísla el interior de las variaciones climáticas (más que el polietileno)
- F. Punto de fusión del plástico 260 °C
- G. Coeficiente de dilatación  $7 \times 10^{-5}/K$ . Se refiere al cambio relativo de longitud o volumen que se produce cuando un cuerpo sólido o un fluido dentro de un recipiente experimenta un cambio de temperatura que lleva consigo una dilatación térmica. Por lo tanto podemos decir que el PET tiene un alto coeficiente de dilatación comparado con otros materiales. Si lo comparamos con el polietileno (nylon) las botellas son mucho más resistentes a la acción del viento, golpes, rayones o puntazos.
- H. Liviano
- I. Aislante eléctrico
- J. Resistencia al calor
- K. Gran resistencia mecánica a la compresión y a las caídas
- L. Barrera contra gases
- M. Duran alrededor de 10 años las botellas expuestas al aire libre, ya que pierden su tonicidad, se fragmentan y se dispersan, pero demoran de 100 a 1000 años en degradarse. En cambio el polietileno resiste expuesto al sol aproximadamente 2 años.

## X. PROPIEDADES DE LAS BOTELLAS UTILIZADAS



### 1. CACHANTUN 500 CC

- A. Tiene un buen calce comparado con las otras botellas. Se introduce la mitad de la botella en la otra quedando sellada la columna.
- B. Generalmente se encuentra en buenas condiciones.
- C. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias.
- D. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección.
- E. Se encuentra en 4 colores; verde, rosado, celeste y transparente.

### 2. VITAL 600 CC

- A. No calzan bien ya que en la parte donde se introduce a la otra botella se angosta el diámetro de la botella impidiendo que entre la otra.
- B. No siempre se encuentran en buenas condiciones ya que al ser la botella lisa el plástico es más delgado y menos resistente.
- C. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección.

### 3. BENEDICTINO 1500 CC

- A. Tiene un buen calce, se introduce más de la mitad de la botella en la otra quedando sellada la columna.
- B. Generalmente se encuentra en buenas condiciones.
- C. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias.
- D. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección.



#### 4. VITAL 1500 CC

- A. No calzan bien ya que en la parte donde se introduce a la otra botella se angosta el diámetro de la botella impidiendo que entre la otra.
- B. No siempre se encuentran en buenas condiciones ya que al ser la botella lisa el plástico es más delgado y menos resistente.
- C. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias.
- D. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección.

#### 5. COCA-COLA 1500 CC

- A. No calzan bien ya que en la parte donde se introduce a la otra botella se angosta el diámetro de la botella impidiendo que entre la otra.
- B. Generalmente se encuentra en buenas condiciones estructurales.
- C. La mayoría se encuentran sucias, ya que su contenido es alto en azúcar el cual se adhiere a la botella.
- D. Se encuentra en grandes cantidades, es una de las botellas mas consumidas.

#### 6. WATT'S 1500 CC

- A. Son de fácil recolección al ser muy consumidas.
- B. Se encuentran en buenas condiciones estructurales, ya que el plástico con el que está construida es mas grueso comparado con las otras botellas.
- C. Generalmente se encuentran sucias (a veces con hongos) por el contenido de jugo.
- D. Existen 3 tipos de botellas similares; de Watt's hay 2 que a simple vista se ven iguales pero tienen pequeñas diferencias en el diseño de las rendijas que tiene a su alrededor, y la botella

Andina, que es igual a las Watt's en su diámetro y altura pero cambia la parte superior de la botella que tiene una forma más redondeada.

- E. No tiene un buen calce, ya que se introduce muy poco, debido a su diseño.
- F. Esta botella es buena para la construcción de muros, por la resistencia de su plástico, pero se contradice por el mal calce que tiene lo que se recompensa con una buena fijación de las botellas al marco (alambres).

#### 7. CACHANTUN 1600 CC

- A. Tiene un buen calce comparado con las otras botellas. Se introduce la mitad de la botella en la otra quedando sellada la columna.
- B. Generalmente es una botella que se encuentra en buenas condiciones
- C. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias.
- D. Son abundantes en la recolección
- E. Se encuentra en 4 colores; verde, rosado, celeste y transparente.

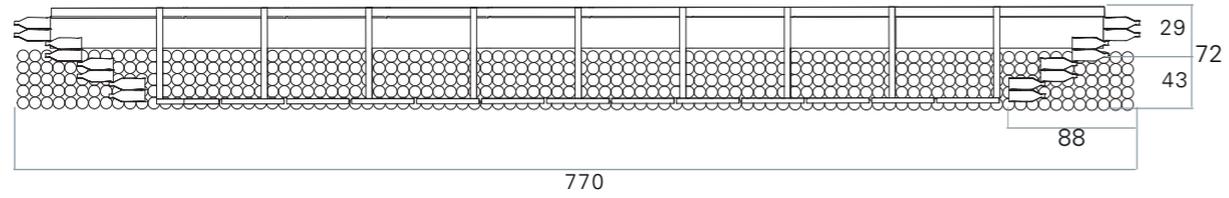
#### 8. SPRITE 1500 CC

- A. No calzan bien ya que en la parte donde se introduce a la otra botella se angosta el diámetro de la botella impidiendo que entre la otra.
- B. Generalmente se encuentra en buenas condiciones estructurales.
- C. Se encuentran limpias visualmente al contener una bebida traslúcida, pero sucias por el azúcar del líquido.
- D. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección
- E. Existe en 2 colores: verde y transparente.

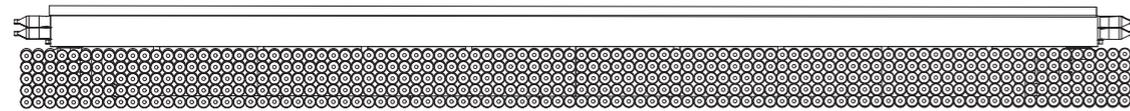
## ANEXO PLANOS

# I. TABIQUE DE CONTENCIÓN DE BOTELLAS PET

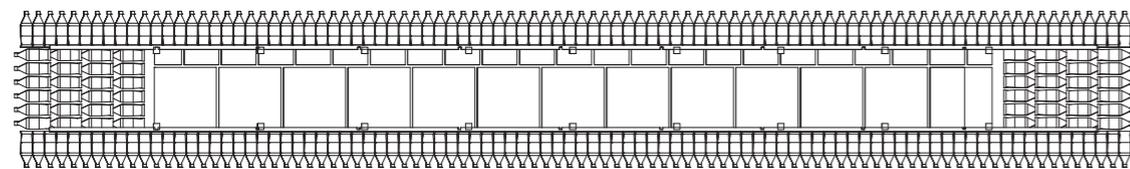
CORTE TRANSVERSAL



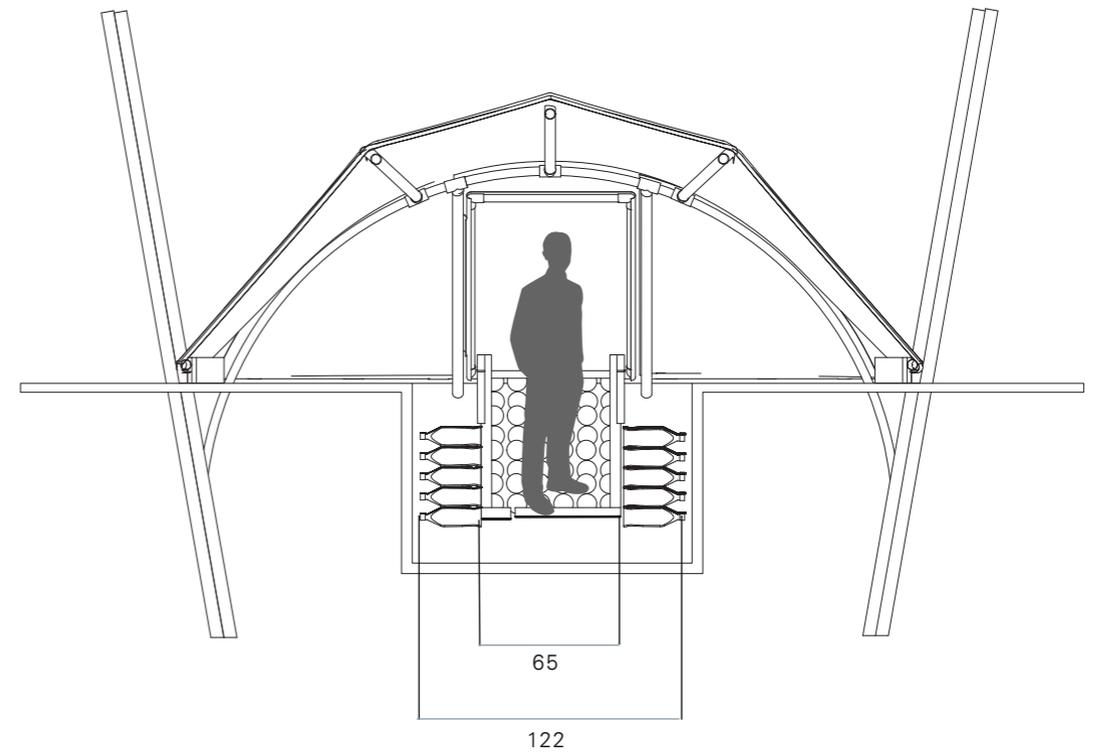
VISTA LATERAL

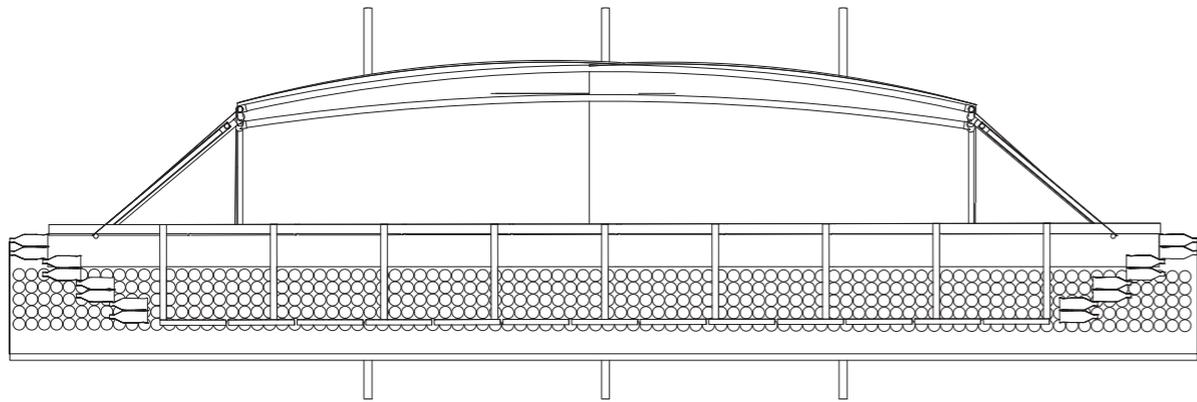


VISTA SUPERIOR



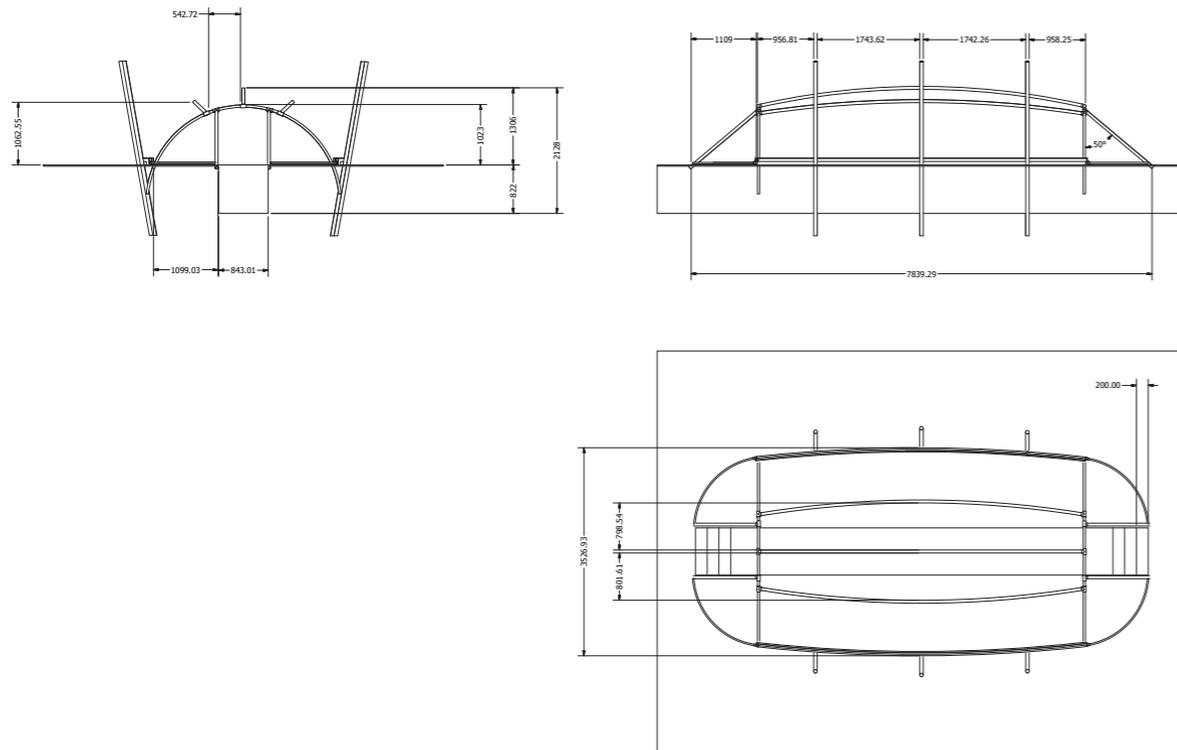
CORTE



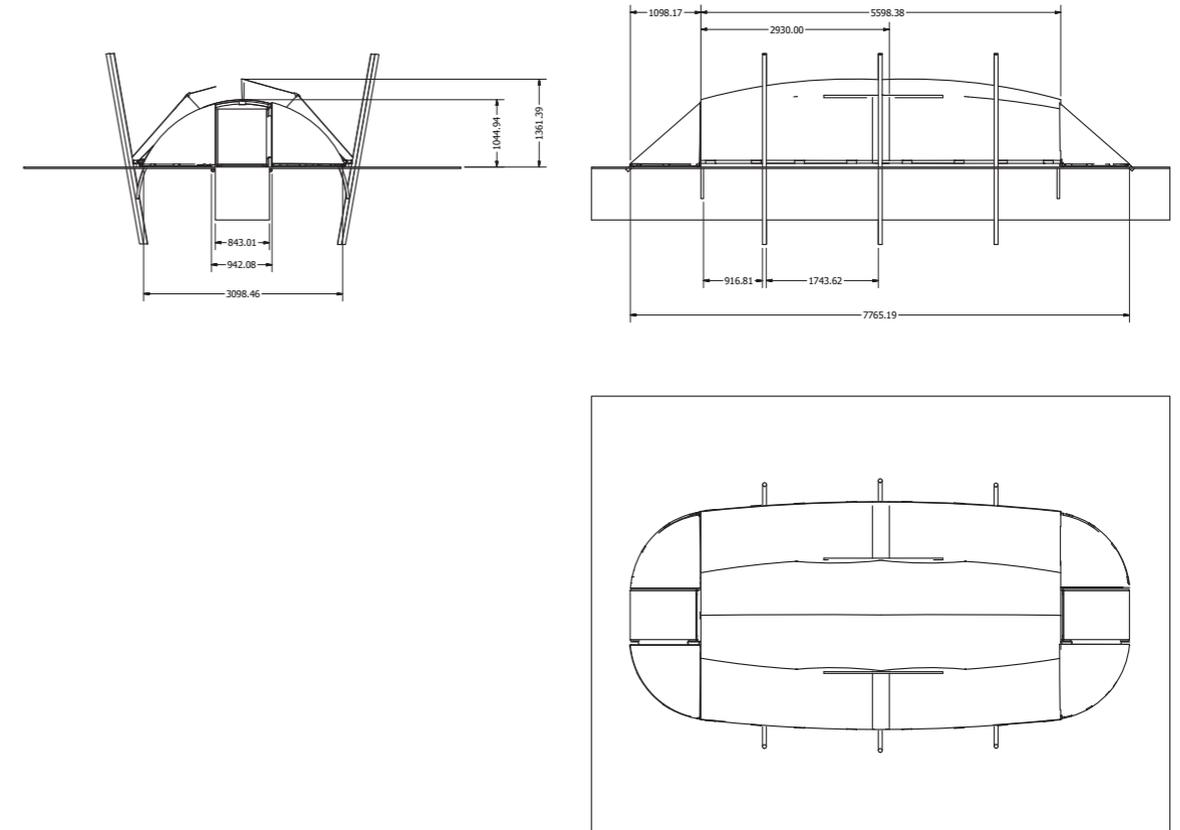


## II. PROTOTIPO INVERNADERO PROYECTO FOSIS BALCÓN TRABÚN MAPU

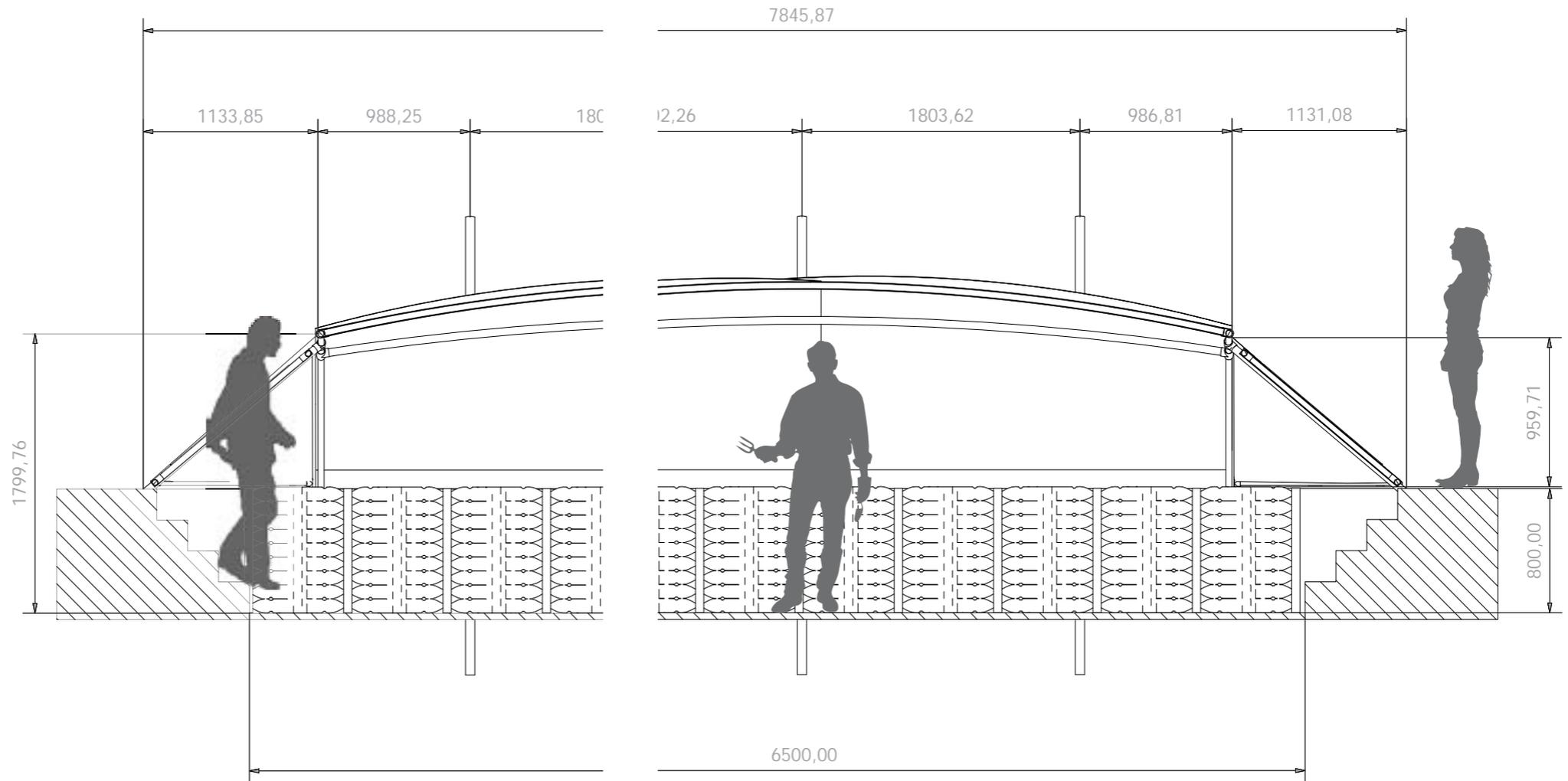
### 1. ESTRUCTURA



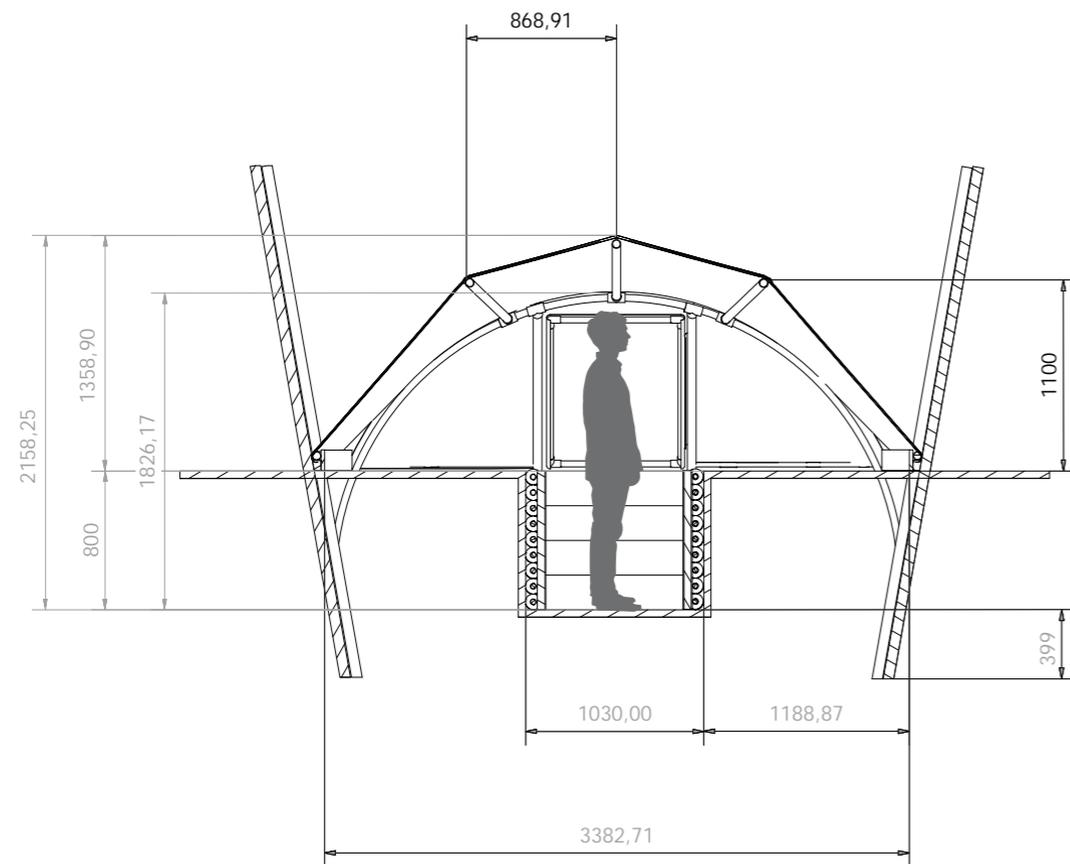
### 2. CON CUBIERTA DE POLIETILENO



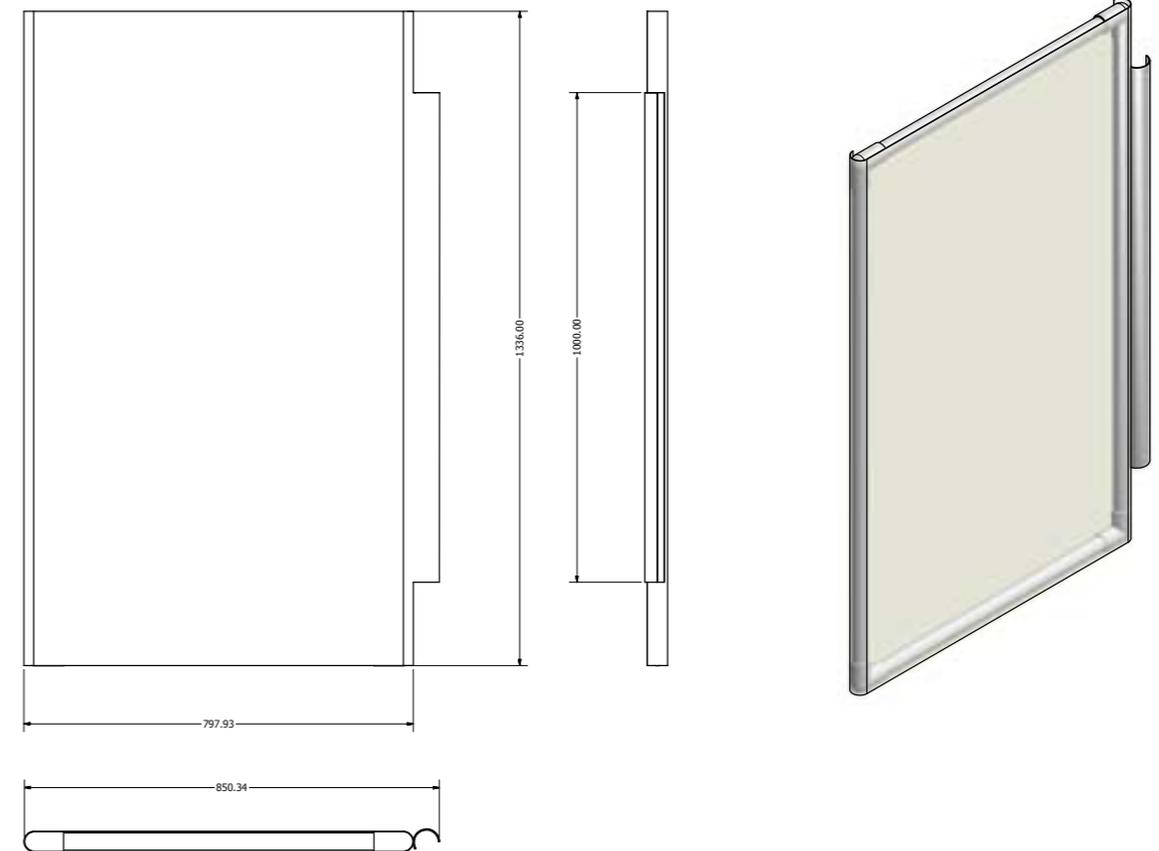
### 3. CORTE, PROYECCION TABIQUE



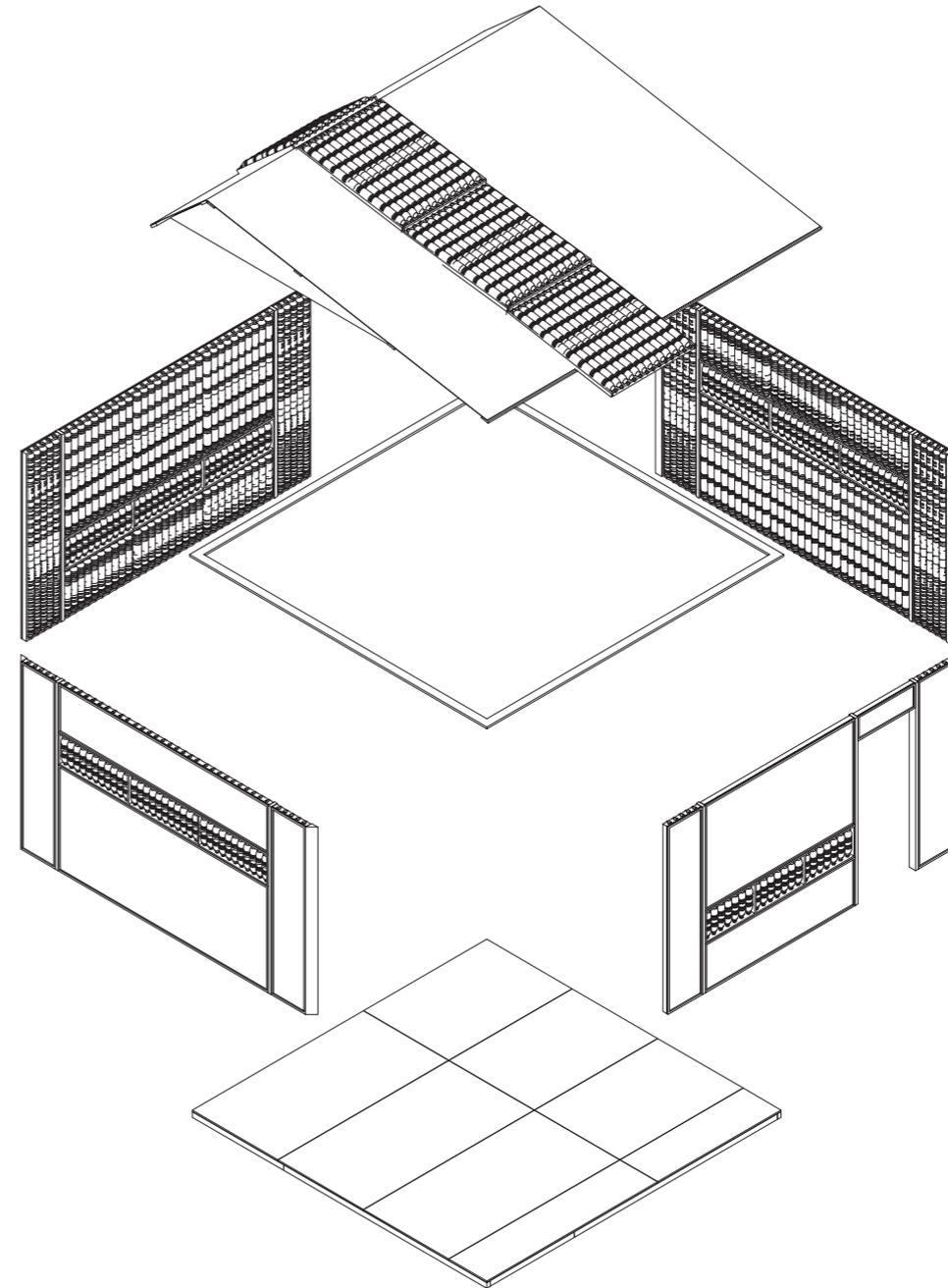
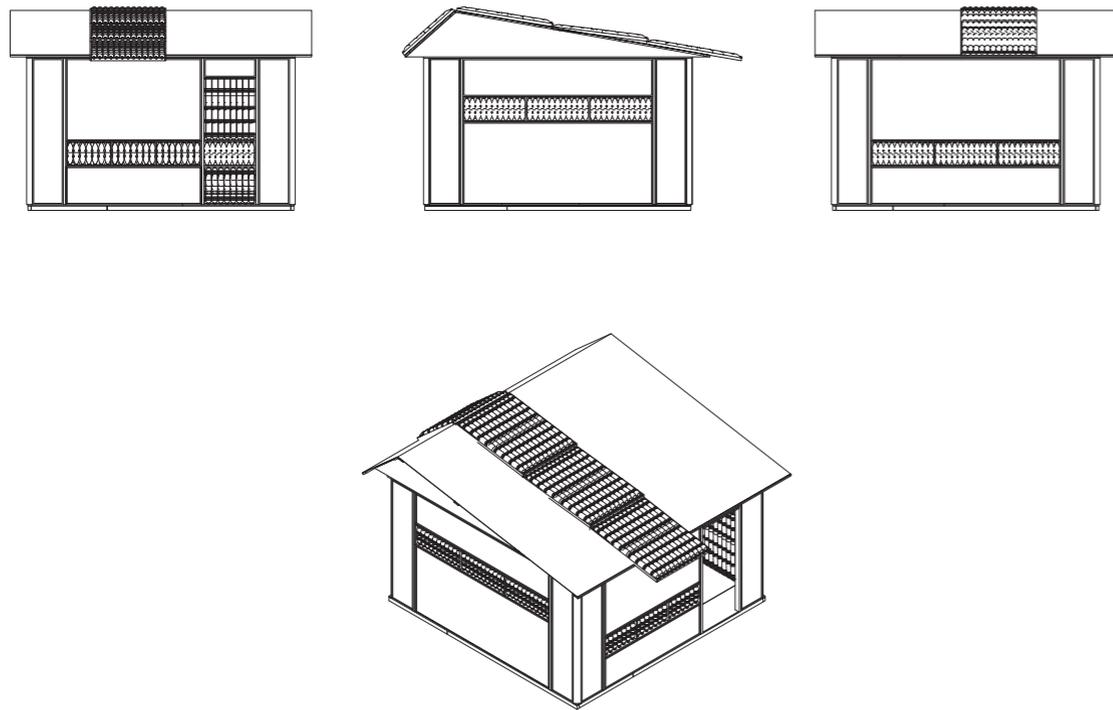
#### 4. CORTE

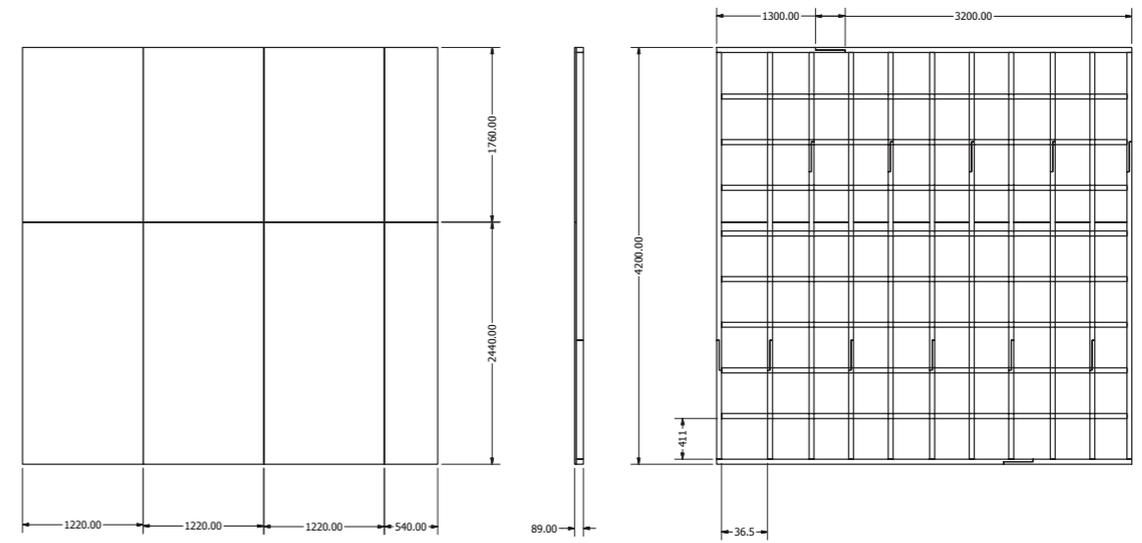
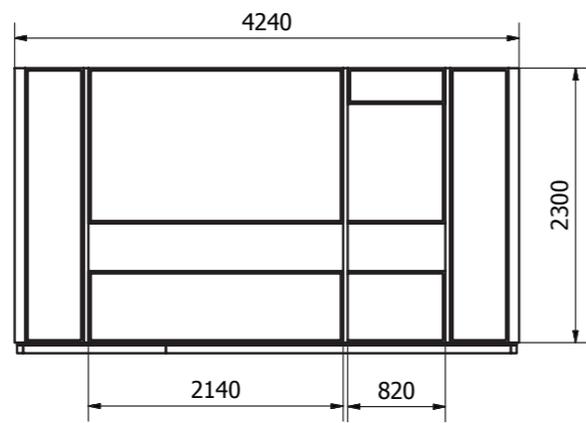
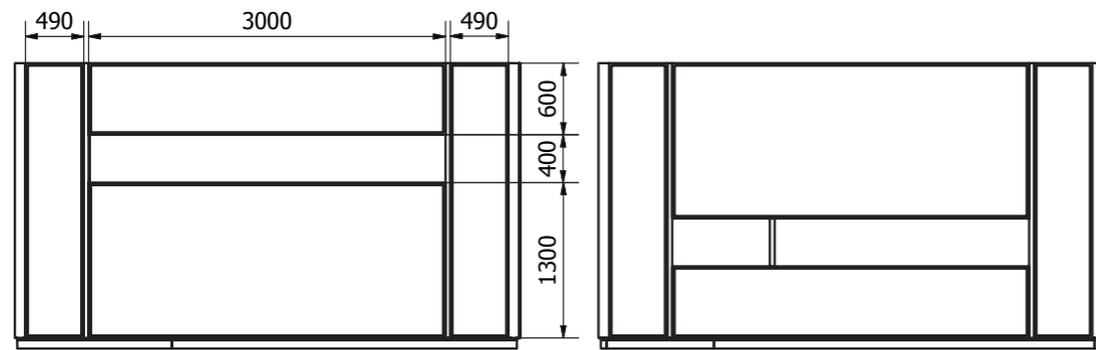


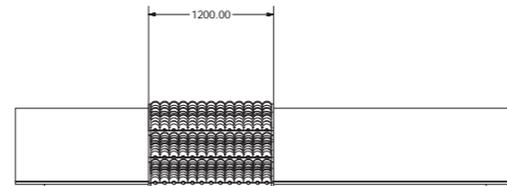
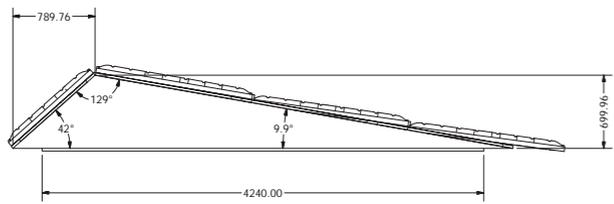
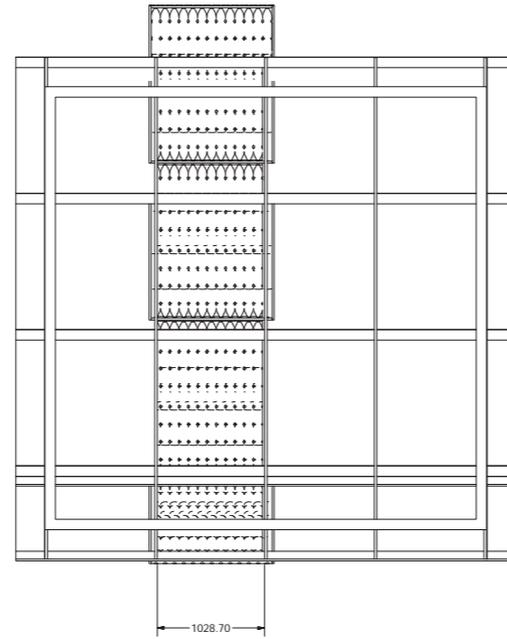
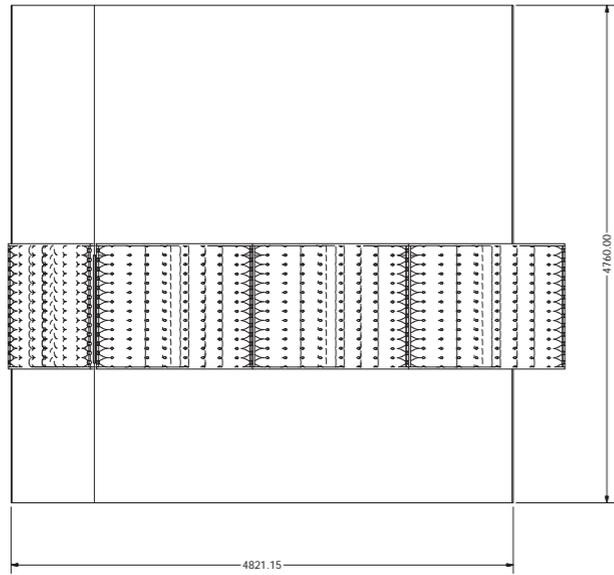
#### 5. PUERTA



### III. MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE MATERIALES REUTILIZADOS







#### COLOFÓN

Esta edición fue impresa en Viña Del Mar, el  
viernes 7 de diciembre de 2012.

Para el cuerpo se utilizó papel hilado 6, para la  
portada hilado 180, tipografía Univers.