

Método constructivo a base de la reutilización de envases /  
**Invernadero para balcón productivo Trabun Mapu**

Alejandra Montenegro Allegro  
Diego Cortés Carvajal

*Diseño Industrial, 2012*  
Profesor guía Sr. Ricardo LangViacava

e[ad]

ESCUELA DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Agradecemos a nuestras familias, principalmente a nuestros padres por el apoyo constante y el esfuerzo durante estos años de formación. A nuestro profesor Ricardo Lang por habernos guiado durante el último período.

A nuestros compañeros de taller y de titulación que hicieron de esta experiencia mucho más amena. Y a Henry por su buena disposición y compañía durante las largas jornadas de trabajo en el taller de Ciudad Abierta.

## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| 1. Prólogo   | 10        |
| 2. Introducción  | 12        |
| CAPÍTULO I   |           |
| MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS |           |
| <b>1. Reciclaje en Chile</b>                               | <b>16</b> |
| <b>2. Fundamentos del proyecto</b>                         | <b>18</b> |
| 2.1. Origen  | 18        |
| 2.2. A quién está dirigido                                 | 18        |
| 2.3. Elección del material                                 | 18        |
| <b>3. Estudio de envases PET</b>                           | <b>19</b> |
| 3.1. Propiedades de las botellas PET                       | 19        |
| 3.2. Tipología de las botellas                             | 20        |
| <b>4. Propuestas constructivas</b>                         | <b>22</b> |
| 4.1. Calce de las botellas                                 | 22        |
| 4.1.1. Argamasas   | 22        |
| 4.1.2. Cortes  | 24        |
| 4.2. Bastidor  | 26        |
| 4.3. Recubrimientos  | 28        |
| 4.4. Conformación de un panel                              | 30        |
| <b>5. Propuestas de aplicaciones del proyecto</b>          | <b>33</b> |
| 5.1. Divisor de espacios interior                          | 33        |
| 5.2. Muro exterior   | 34        |
| 5.2.1. Tráslucido  | 34        |
| 5.2.2. Opaco   | 35        |

## CAPÍTULO II

### CONSTRUCCIÓN DE UN ESPACIO PARA LA COMUNIDAD

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Origen del proyecto</b>                       | <b>39</b> |
| <b>2. Primera propuesta constructiva</b>            | <b>40</b> |
| 2.1. Propuestas de sellado del panel                | 40        |
| 2.2. Conformación del espacio                       | 46        |
| 2.2.1. Propuesta de tipos de paneles                | 46        |
| 2.2.2. Dimensiones                                  | 48        |
| <b>3. Construcción del espacio</b>                  | <b>50</b> |
| 3.1. Objetivos                                      | 50        |
| 3.2. Propuesta de construcción y forma              | 50        |
| 3.2.1. De la forma del espacio                      | 50        |
| 3.2.2. Del Panel                                    | 54        |
| 3.2.3. De la Cubierta                               | 58        |
| <b>4. Proceso constructivo</b>                      | <b>60</b> |
| 4.1. Tratamiento de los envases                     | 60        |
| 4.2. Paneles muro                                   | 64        |
| 4.3. Paneles traslucidos                            | 70        |
| 4.4. Ventanas                                       | 74        |
| 4.5. Suelo  | 76        |
| 4.6. Levantamiento de paredes                       | 78        |
| 4.7. Cubierta                                       | 84        |
| <b>5. Herramientas, materiales, gastos y tiempo</b> | <b>86</b> |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>6. Inserción del espacio en la comunidad</b> | <b>90</b> |
| 6.1. Opciones de inserción                      | 90        |
| 6.2. Rol de la comunidad                        | 92        |
| <b>7. Habitar del espacio</b>                   | <b>93</b> |
| <b>8. Aporte ecológico del proyecto</b>         | <b>93</b> |

### CAPÍTULO III

#### DISEÑO DE INVERNADERO PARA CONDOMINIO “30 VIVIENDAS MÍNIMAS” DE PLAYA ANCHA

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. Fundamentos del proyecto</b>  | <b>96</b>  |
| 1.1. Origen   | 96         |
| 1.2. A quien está dirigido  | 97         |
| <b>2. Proyecto FOSIS: Balcón Productivo Trabún Mapu: Unidos por la Tierra</b> | <b>98</b>  |
| 2.1. Objetivos  | 98         |
| 2.2. Ventajas del proyecto  | 98         |
| 2.3. Especificaciones técnicas  | 99         |
| 2.4. Sector de emplazamiento  | 100        |
| <b>3. Estudio de invernaderos</b>   | <b>101</b> |
| 3.1. Funciones y características  | 101        |
| 3.2. Tipos de invernaderos  | 101        |
| <b>4. Propuestas constructivas</b>  | <b>104</b> |
| 4.1. Visualización del total del espacio                                      | 104        |
| 4.2. Primera propuesta de sistema de tensión del polietileno                  | 108        |
| 4.3. Segunda propuesta de sistema de tensión del polietileno                  | 110        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.4. Unión de secciones                                   | 112        |
| 4.5. Visualización espacio curvo y estilo vietnamita      | 114        |
| 4.6. Mejoramiento estructura curva                        | 118        |
| 4.7. Propuesta final para la construcción del espacio 1:1 | 120        |
| <b>5. Construcción de prototipo</b>                       | <b>122</b> |
| 5.1. Preparación del terreno                              | 122        |
| 5.2. Pilares  | 124        |
| 5.3. Estructura   | 126        |
| 5.4. Fijación Tensores                                    | 128        |
| 5.5. Fijación Polietileno                                 | 130        |
| 5.6. Accesos  | 134        |
| 5.7. Ventilación  | 136        |
| 5.8. Vistas del total del espacio construido              | 138        |
| <b>6. Propuesta de sistema constructivo</b>               | <b>140</b> |
| 6.1. Cálculo de materiales                                | 140        |
| 6.2. Conformación del terreno                             | 141        |
| 6.3. Instalación de pilares                               | 144        |
| 6.4. Levantamiento de estructura                          | 145        |
| 6.5. Fijación de la cubierta de polietileno               | 148        |
| 6.6. Accesos  | 150        |
| <b>7. Proyección proyecto FOSIS</b>                       | <b>152</b> |
| 7.1. Visualización del invernadero en el lugar            | 152        |
| 7.2. Propuesta de cultivo                                 | 158        |
| 7.3. Continuidad y desarrollo del proyecto                | 158        |
| <b>ANEXOS</b>   | <b>161</b> |

## I. PRÓLOGO

Diseño de Invernadero para Condominio “30 Viviendas Mínimas” de Playa Ancha, corresponde al tercer período de título de Alejandra Montenegro y Diego Cortes; ya que su trabajo de Título I y II fue realizado en conjunto con Paula Nehme y Gabriela Zamorano.

Quisiera centrarme en esta carpeta en la experiencia de diseño y construcción realizada por estos estudiantes en respuesta a la invitación que el Ministerio de Desarrollo Social hace a la edad. 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.

Con Alejandra y Diego, como Taller de Título, decidimos realizar 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 título I y II de estos estudiantes, como ya se mencionó, está recogido expresamente en la carpeta de titulación “Experiencia constructiva con material de desecho”. En él se refleja el aprendizaje en construcción leve - reutilización de desechos de uso doméstico y masivo de envases plásticos de botellas desechables (PET)- y la construcción de un módulo habitable a partir de paneles de envases.

Este invernadero, motivo de su tercer período de estudio, culmina un proceso de aprendizaje constructivo que implica el cierre de un ciclo de reciclaje: ayer fue un panel de envases desechables para la construcción de habitáculos, hoy los desechos orgánicos de cada casa cobrarán sentido en este invernadero....

Ricardo Lang Viacava

## I. INTRODUCCIÓN

Durante el período de titulación se desarrollaron principalmente dos proyectos. En el primer y segundo título se elaboró un método constructivo a base de la reutilización de envases desechados. La idea de recuperar residuos surge al observar la constante presencia de desechos a nuestro alrededor por lo que se decide diseñar un modo de construcción con estos materiales que pueda ser transmitido a la sociedad, de manera de crear conciencia sobre la acumulación de desechos en la actualidad y demostrar los beneficios que se pueden adquirir al ser reutilizados. Con este método se construyó un espacio en Ciudad Abierta, basado en un sistema de conformación de paneles, con la finalidad de ser un lugar que pudiera ser utilizado por una comunidad para el fin que ellos estimen conveniente.

En el tercer título se presentó el proyecto del diseño de un invernadero para el condominio “30 viviendas mínimas” en Playa Ancha, mediante el contacto del profesor Ricardo Lang con miembros del Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FOSIS). El proyecto que pretende realizar esta institución durante el

año 2012 se denominó como Balcón Productivo Trabun Mapu: Unidos por la Tierra, considera la implementación de una serie de unidades productivas con la finalidad de mejorar los hábitos alimenticios de las familias, sustituir gastos en el ítem de alimentación, promover el autoconsumo, entre otros. Si bien todo apunta a mejorar las condiciones de vida de las 30 familias pertenecientes al condominio, el objetivo principal del proyecto es generar actividades que permitan acercar a la comunidad y llevar un trabajo en conjunto que los beneficie.

Ambos proyectos se relacionan con comunidades y el desarrollo de estas, además de tener un rol ecológico. De esta manera se hace presente el concepto de eco diseño que alude a la metodología aplicada al diseño de un producto y de su proceso de fabricación orientada hacia la prevención o reducción del impacto medioambiental. Además se caracteriza por la reducción de materiales en su composición, el empleo de elementos reciclables o la maximización de sus componentes, provenientes de canales de recuperación.

MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS  
TITULO I

## I. RECICLAJE EN CHILE

En el último tiempo el tema del reciclaje y/o la reutilización responsable de los residuos está tomando importancia dentro de nuestra sociedad impulsado por campañas municipales, organizaciones ambientalistas, proyectos sustentables, entre otros, llegando a ser uno de los países donde más se recicla dentro de la región. Un ejemplo de esto es que según datos del ministerio del medio ambiente, en el año 1995 la totalidad de la basura terminaba en vertederos, mientras que en el 2005 el 40% terminaba en vertederos y el 60% en rellenos sanitarios.

Aun así al comparar la cantidad de basura que se produce y la que se recicla los esfuerzos parecen pocos y más todavía cuando se compara las cifras de nuestro país con las de países desarrollados, como Estados Unidos o los de la Unión Europea.

En Chile se generan 16.9 millones de toneladas de residuos sólidos y se estima que la tasa de valoración de los residuos llega aproximadamente al 10%, entre los procesos de reciclaje, reutilización y valoración energética. Mientras que en países como Suiza, Dinamarca o Alemania el índice de tratamiento de los residuos está por sobre el 90%.

Se debe tomar en cuenta que en cualquier política de reciclaje los roles del estado y de la sociedad son fundamentales y es en esto donde se ven falencias, tales como:

### - Falta de conciencia y educación ambiental

La sociedad en general no tiene una real conciencia de lo que desecha y por lo tanto no tiene una percepción del valor y las ventajas del reciclaje. Procesos como la reducción, reutilización y separación de la basura pueden ser desarrollados a menor escala y domésticamente.

### - Falta de puntos de reciclaje

En Chile no hay suficientes puntos de acopio ni información clara de donde se ubican los que existen. Esto provoca que gente que le interesa reciclar no logra ser partícipe del proceso, así los residuos son desechados y terminan en vertederos o rellenos sanitarios.

### - Falta de recursos

Hoy en día, son muy pocas las municipalidades (organismos encargados de la gestión de basura) que desarrollan un programa de reciclaje, esto se debe a que para que funcionen bien se necesita implementar puntos de acopio, personal para la selección de los desechos, etc. Estos procesos implican recursos con los que las municipalidades no cuentan o no destinan para estos propósitos.



## 2. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

### 2.1 Origen

Al estudiar las falencias del proceso de reciclaje en Chile y observar la constante presencia de desechos a nuestro alrededor, surge la idea de recuperar residuos que irían directamente a la basura y así romper el ciclo de acumulación de desechos. La forma de recuperarlos es diseñar un modo o proceso constructivo con estos materiales, el cual pueda enseñarse y transmitirse entre la sociedad. De esta forma también se promueve la valorización de los desechos, los cuales pasan de ser basura a un material trabajable y se crea conciencia de lo necesario que es la implementación del reciclaje hoy en día.

### 2.2 A quién está dirigido

Principalmente a cualquier persona que quiera reutilizar sus residuos domésticamente. El hecho de que el material tratado sea un desecho agrega la característica que tiene un bajo precio y esto último garantiza que más personas puedan acceder y hacer uso de este método y beneficiarse de él. También está dirigido a comunidades en donde se facilita la recolección del material y se fomenta el trabajo en grupo a favor de un propósito colectivo.

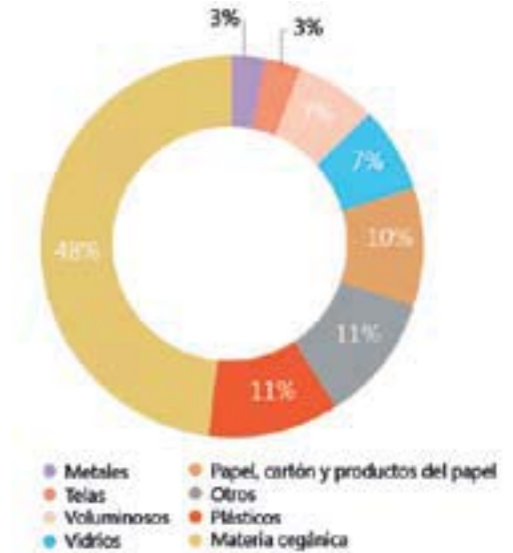
### 2.3 Elección del material

De los gráficos <sup>F[1]</sup> y <sup>F[2]</sup>, se concluye que los residuos plásticos son uno de los principales materiales desechados en el país (11%), después de los desechos orgánicos (41%). Esto es fácil de observar al ver la cantidad de envases plásticos que son desechados día a día por cada individuo. Un ejemplo de aquello, es que una familia en Chile en promedio consume anualmente 128 litros de gaseosas. Por esta razón se decide utilizar los envases PET para trabajar en el proyecto. Este material es fácil de trabajar, resistente y presenta una amplia tipología. Además se garantiza la forma exacta entre una botella u otra, lo cual beneficia al utilizar matrices.

En el ámbito del aporte ecológico la reutilización de los envases es de gran ayuda, considerando que en el año 2009 solo el 4% (app) de las 668.000 toneladas de los residuos plásticos desechados fueron valorizados en el país, lo que significa que el 96% fue a parar a vertederos o rellenos sanitarios, donde se demorarán más de 100 años en degradarse.



F. [1]



F. [2]

F.[1] Gráfico de generación y valorización nacional por tipo de residuo industrial y municipal, 2009

Fuente: Informe Medioambiental Chile 2011.

F.[2] Gráfico de composición de la generación de residuos municipales, 2009

Fuente: Informe Medioambiental Chile 2011.

## 3. ESTUDIO DE ENVASES PET

### 3.1 Propiedades de las botellas PET

El Polietilentereftalato es un Poliéster comúnmente llamado PET, que pertenece a la familia de los termoplásticos, es decir aquellos materiales que pueden ser moldeados cuando se calientan pudiendo repetir este ciclo infinitas veces.

Si bien en un principio se empleaba únicamente para la fabricación de fibras textiles, las propiedades mecánicas y químicas de este polímero le abrieron nuevas y prometedoras aplicaciones en el campo del envasado de alimentos y bebidas. Sus principales características son:

- Alta transparencia y cristalinidad
- Buen comportamiento frente a esfuerzos
- Resistencia al desgaste
- Buena resistencia química
- Buenas propiedades térmicas
- Buena barrera de humedad y CO2
- Reciclable
- Duro y rígido al estar frío
- Gran indeformabilidad al calor
- Aislante eléctrico
- Estabilidad a la intemperie
- Liviano

### 3.2. Tipología de las botellas



#### a. Cachantun 500 cc

Se encuentra en 4 colores; verde, rosado, celeste y transparente. Generalmente se hallan en buenas condiciones estructurales. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección.

#### b. Vital 600 cc

No se encuentra en buenas condiciones estructurales, ya que al ser un envase sin relieves el plástico es más delgado y menos resistente. Su contenido es agua mineral por lo que se encuentran relativamente limpias. No es un envase tan común, por lo que dificulta su recolección.

#### c. Benedictino 1500 cc

Generalmente se encuentra en buenas condiciones estructurales. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección.

#### d. Sprite 1500 cc

Se encuentra en buenas condiciones estructurales. Están limpias visualmente al contener una bebida traslúcida, pero sucias por el azúcar del líquido. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección. Existe en 2 colores: verde y transparente.

#### e. Vital 1500 cc

No siempre se encuentran en buenas condiciones estructurales, ya que al ser un envase sin relieves el plástico es más delgado y menos resistente. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias. No son tan comunes, por lo que dificulta su recolección.

#### f. Coca-cola 1500 cc

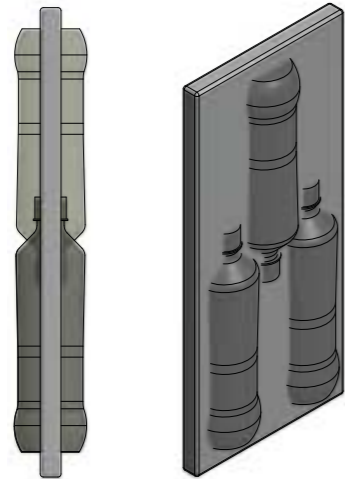
Generalmente se encuentra en buenas condiciones estructurales. La mayoría están sucias, ya que su contenido es alto en azúcar el cual se adhiere a la botella. Se encuentra en grandes cantidades, al ser una de las bebidas más consumidas.

#### g. Watt's 1500 cc

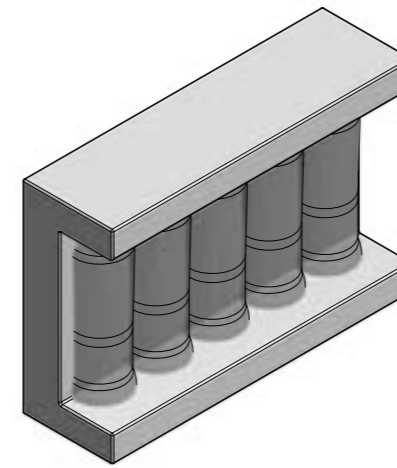
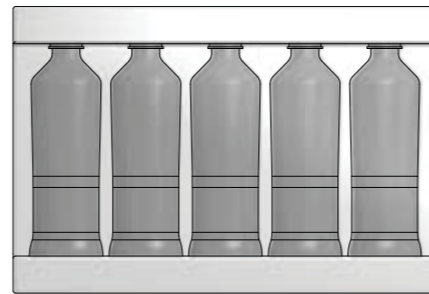
Son de fácil recolección al ser muy consumidas. Se encuentran en buenas condiciones estructurales, ya que el plástico con el que está construida es más grueso comparado con las otras botellas. Generalmente se hallan sucias (a veces con hongos) al ser su contenido jugo. Existen 2 tipos de botellas similares; los envases de la marca Watt's y los de Andina, variando sólo en la parte superior de estas.

#### h. Cachantun 1600 cc

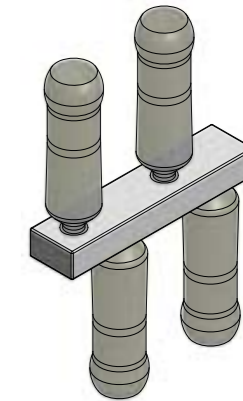
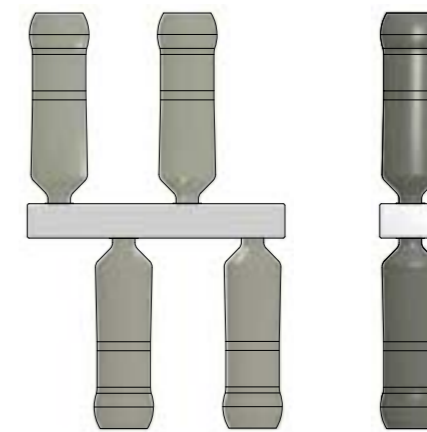
Generalmente es una botella que se encuentra en buenas condiciones estructurales. Al ser su contenido agua mineral están relativamente limpias. Son abundantes en su recolección. Se encuentra en 4 colores; verde, rosado, celeste y transparente.



F.[1]



F.[2]



F.[3]

## 4. PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS

### 4.1 Calce de las botellas

El primer paso para el desarrollo del método constructivo es crear una forma de calzar o unir las botellas entre sí. Principalmente se divide en tres grandes temas que se detallan a continuación.

#### 4.1.1 Argamasas

**CASO 1:** La propuesta fue hecha con envases de 250 cc (Coca-Cola), una matriz de madera y yeso. El objetivo es experimentar con las formas de las botellas y lograr su unión mediante un material que las acoja. Luego estas “baldosas” conformarán parte de un muro o panel.

Para su construcción se usa una matriz de yeso, la cual sirve para fijar las botellas y también para crear una capa delgada de yeso. Las botellas están fijas al yeso sólo por su contorno, quedando la botella a la vista, lo cual otorga transparencia y luminosidad. Para el desmolde se usa jabón líquido y mica entre los yesos. En este período del estudio se usan botellas enteras para no dejar residuo, además se hacen pruebas de aislación y luminosidad, llenando las botellas con agua, aire y arena. La desventaja de esta propuesta era el material usado como fragüe (yeso), ya que para lograr que la botella siga siendo traslúcida se aplica una capa delgada de yeso la cual resta resistencia a la prueba <sup>F[1]</sup>.

**CASO 2:** En esta segunda propuesta también se utilizan envases de 250 cc sin cortar. La finalidad no es construir “baldosas” como en la propuesta anterior si no más bien un ladrillo, que permita mayor rigidez para construir una pared con él. La desventaja de esta propuesta es que al requerir más yeso aumenta el peso de la unidad y se pierde la translucidez de la botella, ya que la mitad de ella queda sumergida en el yeso. Pese a esto las botellas aportan a la aislación térmica al tener el aire contenido en su interior <sup>F[2]</sup>.

**CASO 3:** Se construye una estructura modular que permite crear bloques y además otorgarle una transparencia al panel. Los bloques están conformados por cuatro envases de 250 cc, dos hacia arriba y dos hacia abajo, los cuales están unidos por sus tapas en una moldura de yeso. Estos bloques se pueden agrupar para conformar una estructura más consistente la que se puede usar de manera vertical u horizontal. Lo favorable de la propuesta es que la botella se utiliza por completa y se aprovecha su translucidez, pero sus falencias son estructurales, ya que no tiene la resistencia para formar un muro por sí sola. Además al estar las botellas unidas por sus tapas no sella completamente el espacio entre estas dejando pasar el viento <sup>F[3]</sup>.

F.[1] Esquema de propuesta caso 1 argamasas.

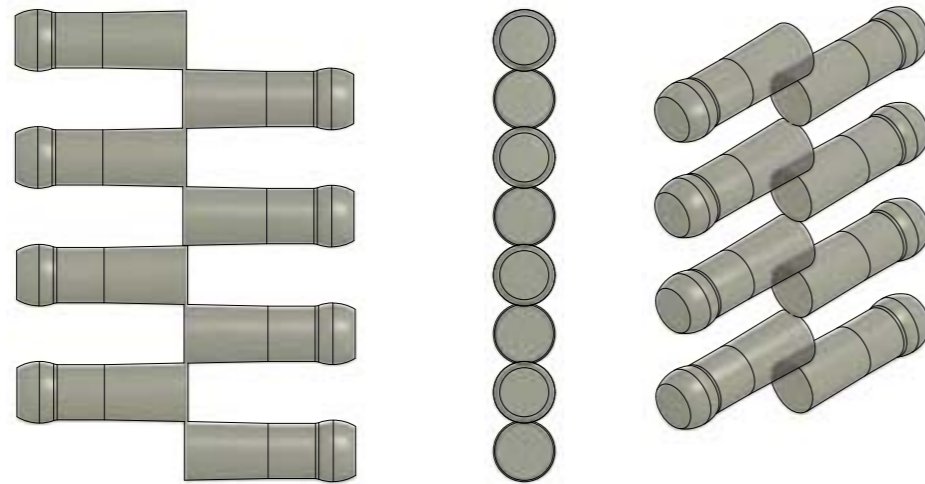
ANEXO: Conformación de muro, página 174

F.[2] Esquema de propuesta caso 2 argamasas.

ANEXO: Conformación de muro, página 175

F.[3] Esquema de propuesta caso 3 argamasas.

ANEXO: Conformación de muro, página 176



F.[4]

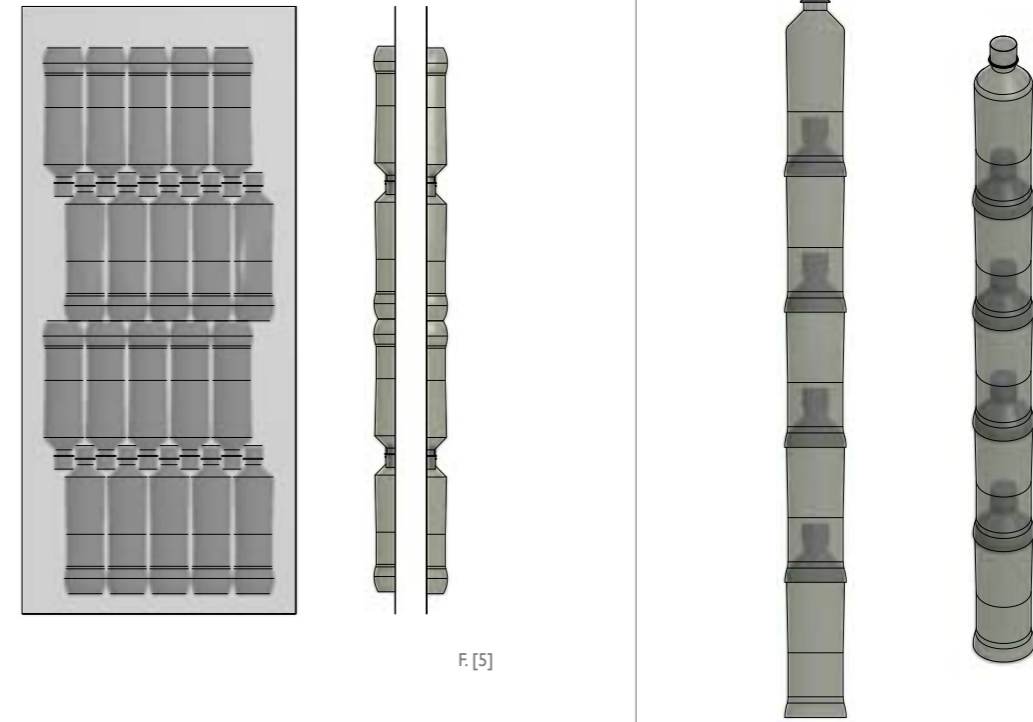
#### 4.1.2. Cortes

**CASO 1:** Se usan envases de 250 cc (Coca-Cola) a los cuales se le hace un corte en la parte superior, perdiendo la tapa y el cuello del envase. Para unir las botellas se usa un cautín el cual funde el plástico, pegando un envase hacia arriba y otro hacia abajo intercaladamente, formándose columnas. Al estar cortadas las botellas permiten que las columnas se puedan acoplar unas con otras conformando un muro <sup>F[4]</sup>.

**CASO 2:** Se usan envases de 250 cc, marca Coca cola, sin su tapa. Las botellas son cortadas con calor por la mitad verticalmente resultado dos piezas. Las piezas se unen entre sí formando una trama la cual no es impermeable al quedar intersticios entre las piezas. Para sellar la trama, se usa una lámina de mica, la cual se adhiere al PET con calor y cubre los espacios entre las botellas. Al cortar las botellas se pierde el aire contenido en su interior y con esto la aislación, por lo que

F.[4] Esquema de propuesta caso 1 cortes.

ANEXO: Conformación de muro, página 177



F.[5]

F.[6]

se propone usar dos membranas, una a cada lado del marco separadas por 2 centímetros una de la otra resultando una a capa de aire intermedia, tal como funcionan las ventanas aislantes <sup>F[5]</sup>.

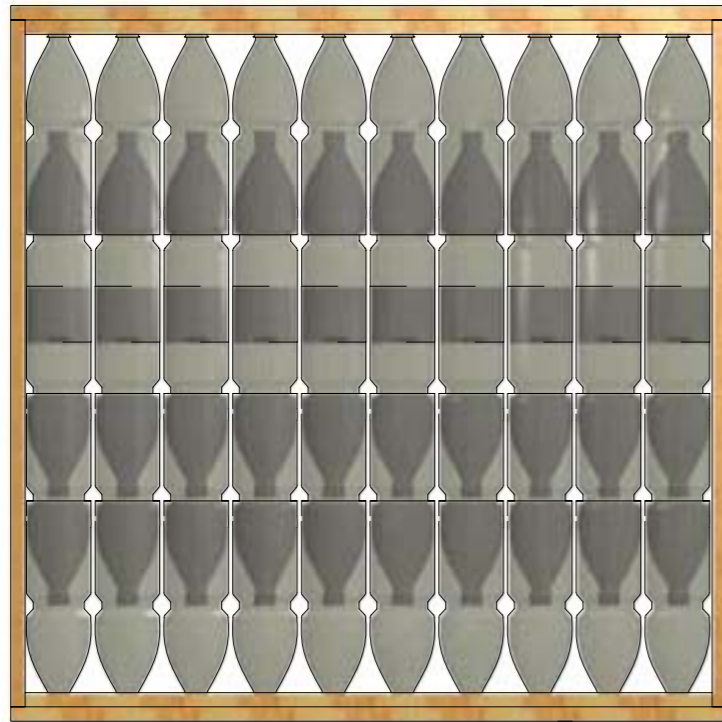
**CASO 3:** Al estudiar la forma de los envases se observa que muchos de estos se aumentan ligeramente en su parte inferior, para que al estar llena la botella haya un mayor peso y así se garantiza más estabilidad. Esta característica posibilita que al hacerse un corte en la base de la botella estas se puedan acoplar unas con otras, formando columnas que pueden tener diferentes largos dependiendo de cuantos envases la conformen. Las botellas se acoplan con tapa y a presión para seguir conteniendo aire en su interior. Estas columnas presentan una sección central donde se acopla una botella hacia arriba y otra hacia abajo cambiando la dirección de las botellas y permitiendo un rango de ajuste de las dimensiones de la columna para su posterior fijado en un bastidor <sup>F[6]</sup>.

F.[5] Esquema de propuesta caso 2 cortes.

ANEXO: Conformación de muro, página 178

F.[6] Esquema de propuesta caso 3 cortes.

ANEXO: Conformación de muro, página 179



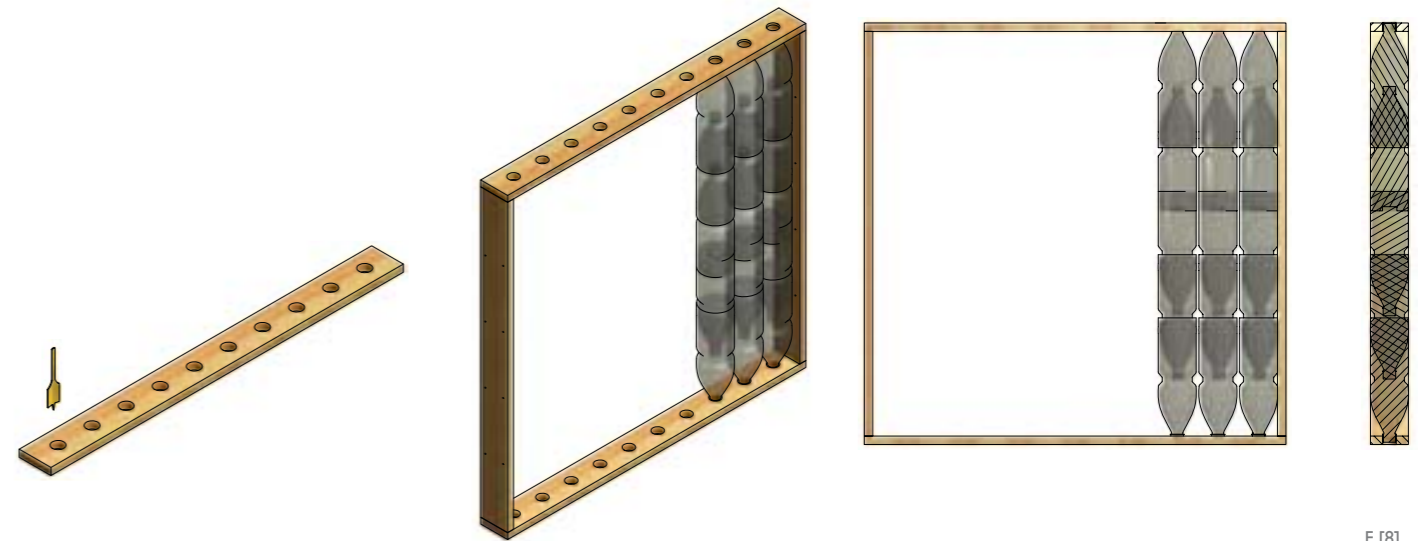
F. [7]

F.[7] Esquema de propuesta caso 1 bastidor.

## 4.2 Bastidor

Teniendo los envases calzados formando columnas, es necesario contenerlas dentro de un bastidor para así formar unidades constructivas (paneles).

**CASO 1:** Se usa un listón de 1" x 4" con el cual se arma un marco estándar de 1 x 1 mts. Para fijar las columnas de botellas al bastidor se usan junquillos, con los que se forma una especie de riel por donde entran las tapas de las columnas. La falencia de esta propuesta es que si bien las columnas quedan fijadas en sus extremos, no tienen ningún refuerzo en su centro lo que permite que las columnas se doblen y se salgan fácilmente de los rieles <sup>F.[7]</sup>.



F. [8]

F.[8] Esquema de propuesta caso 2 bastidor.

**CASO 2:** Se usan las tapas de las columnas para fijarlas al bastidor. Para esto se le hacen agujeros al bastidor en la parte superior e inferior y del diámetro suficiente para que la tapa de las botellas entren en él. Las tapas de las botellas tienen todas las mismas medidas, exceptuando los envases de boca ancha (Watts y Andina de 1500 cc). Las columnas se acoplan en el marco y se ajustan para una mayor fijación. Para que las columnas no se doblen y se salgan del marco, se colocan alambres en su parte central, dos por cada lado y además se unen entre sí con alambre o amarra cables apretando las botellas y asegurando que no se salgan del bastidor <sup>F.[8]</sup>.



F.[9] Esquema de propuesta caso 1 recubrimiento.

F.[10] Esquema de propuesta caso 2 recubrimiento.

### 4.3 Recubrimientos

Al colocar y fijar las columnas en el bastidor es necesario sellar los intersticios que quedan entre los envases. A continuación se detallan las diferentes pruebas de sellado.

**CASO 1:** Se usa tela PVC pegada a las columnas por un lado con agorex. La tela resulta buen impermeabilizante al ser plástica. La desventaja es que el agorex no adhiere completamente la tela a los envases, necesitando un pegamento especial que subiría el precio de la construcción. También se prueba una membrana de espuma utilizada en pisos flotantes, pero al igual que la anterior no se adhiere con el pegamento <sup>F.[9]</sup>.

**CASO 2:** Se usa una tela de trama separada sobre las botellas y se aplica una mezcla de 2 ½ kg de cemento blanco y 150 gramos de aserrín. Al secarse la membrana queda fija y rígida sobre los envases ya que la mezcla sella la trama de la tela y además la hace impermeable. El recubrimiento conserva la forma curva de la botella, ya que la tela está colocada de igual forma. La principal desventaja es que es impermeable al viento pero no es tan efectiva con el agua <sup>F.[10]</sup>.



**CASO 3:** Se utilizan diferentes mezclas dentro del mismo bastidor, utilizando residuos. Se coloca una primera capa de cinta adhesiva para unir las columnas entre sí y se aplican las siguientes mezclas:

- Cola fría / Papel de diario
- Fibras de Pino / Cemento Blanco
- Frague / Aserrín

Las mezclas quedan rígidas y livianas, pero no se soluciona el problema del sellado de los bordes. Además los materiales usados garantizan la impermeabilidad del viento, pero al ser porosos absorben humedad y la traspasan hacia el interior del panel. Es necesario usar una membrana totalmente impermeable en los recubrimientos <sup>F.[11]</sup>.

**CASO 4:** Se usa una primera capa de cinta adhesiva, sobre la que se aplica una mezcla hecha con 300 gramos de diario y 2 ½ kg de cemento blanco diluido en 1 ½ lts de agua.

El papel se tritura y se remoja, formando una masa a la que se le añade agua y cemento. Al secarse queda una mezcla rígida, resistente y liviana, la cual se puede desmontar y manipular individualmente. La mezcla se aplica sobre las botellas y pierde la curvatura de las columnas. Además no soluciona la impermeabilización de agua <sup>F.[12] y F.[13]</sup>.

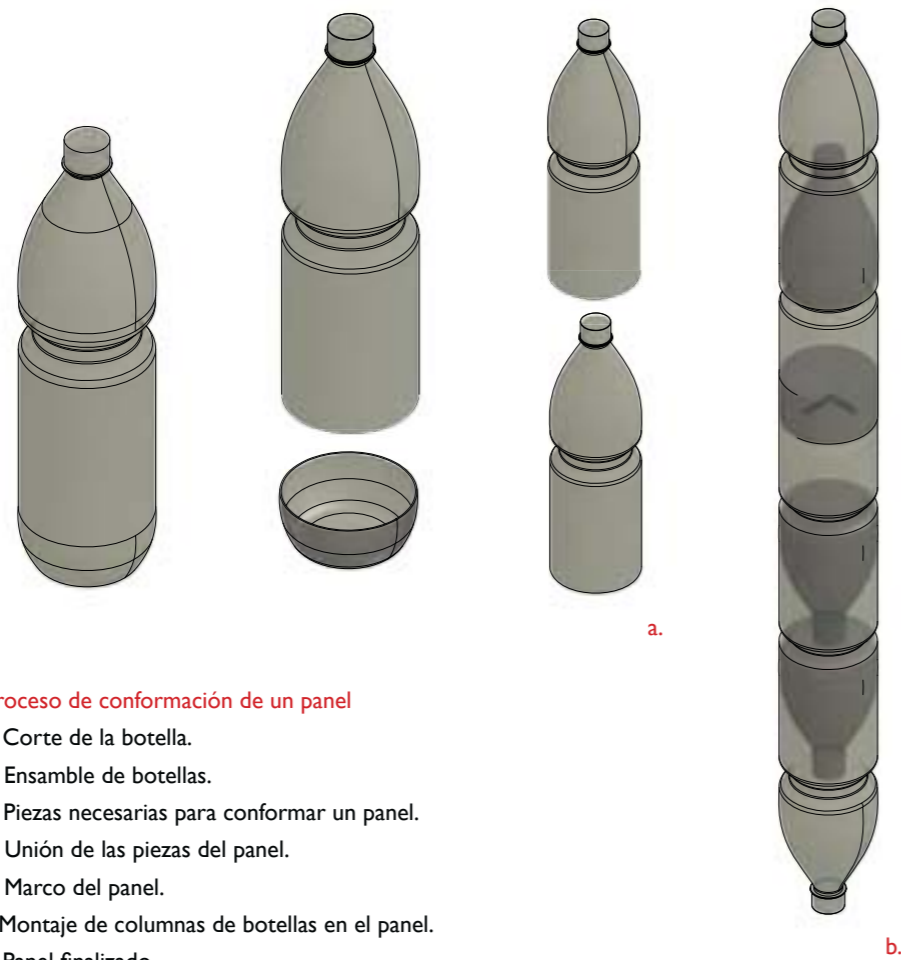
F.[11] Esquema de propuesta caso 3 recubrimiento.

F.[12] Esquema de propuesta caso 4 recubrimiento. Primera capa de cinta adhesiva.

F.[13] Esquema de propuesta caso 4 recubrimiento.

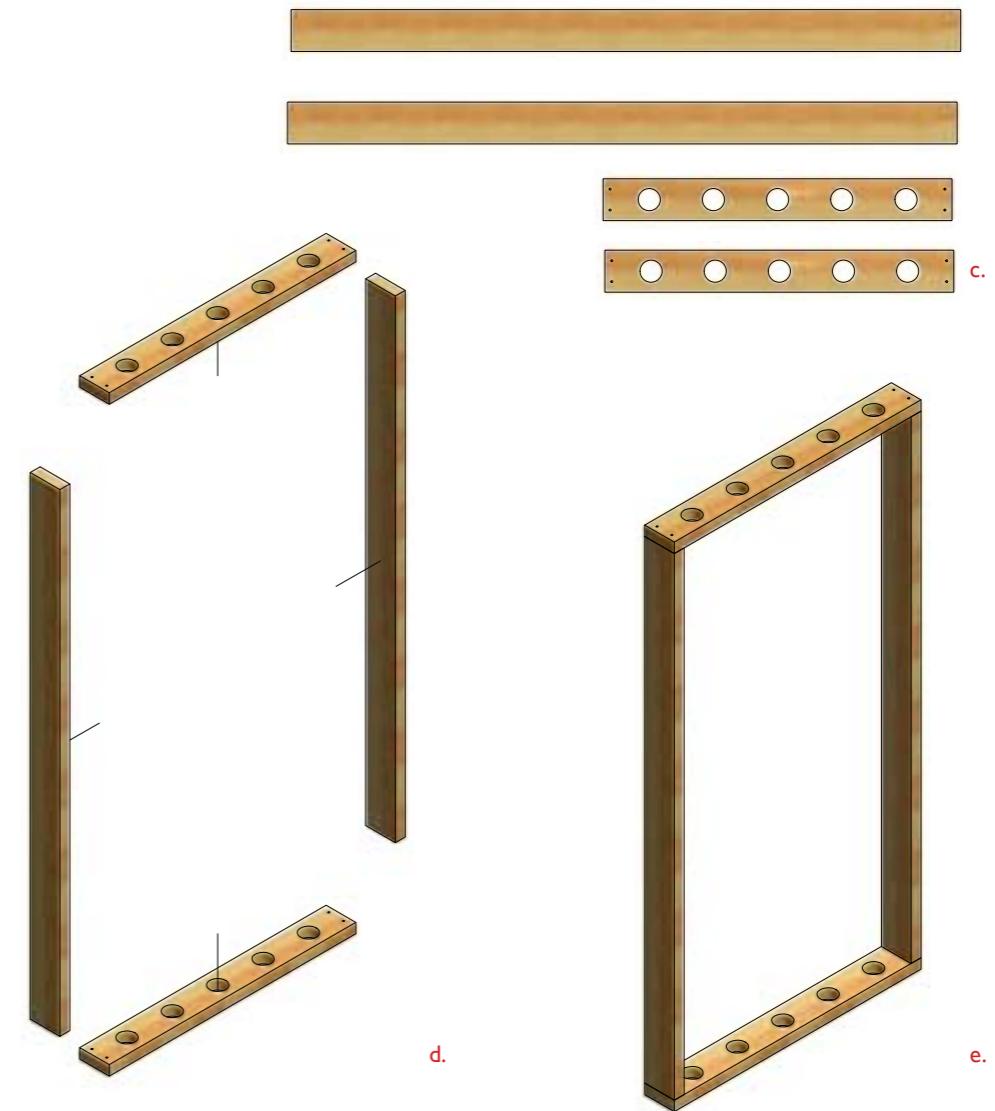
#### 4.4 Conformación de un panel

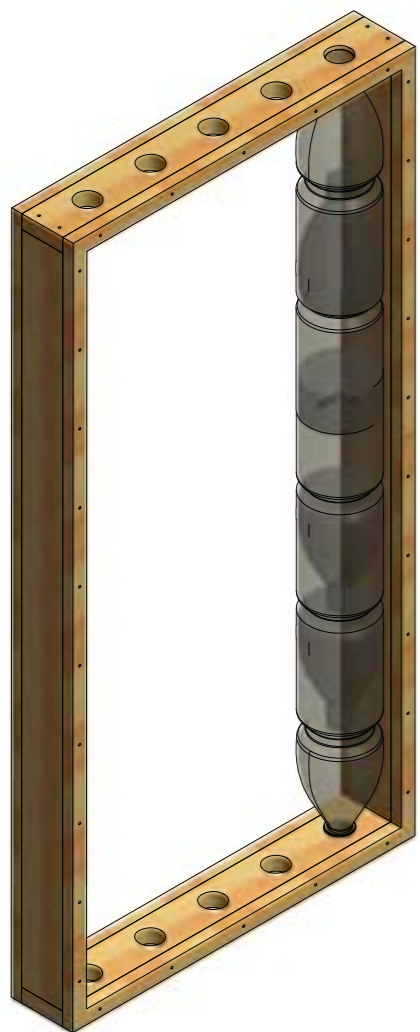
A continuación se detalla esquemáticamente como se conforma un panel básico.



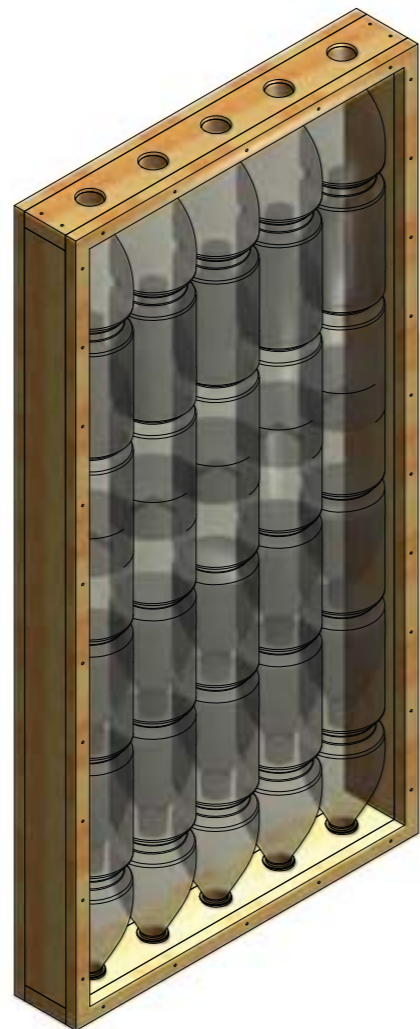
#### Proceso de conformación de un panel

- a. Corte de la botella.
- b. Ensamble de botellas.
- c. Piezas necesarias para conformar un panel.
- d. Unión de las piezas del panel.
- e. Marco del panel.
- f. Montaje de columnas de botellas en el panel.
- g. Panel finalizado.





f.



g.

F. [1]

## 5. PROPUESTAS DE TIPOS DE APLICACIONES DEL PROYECTO

Los paneles se pueden aplicar de diferentes maneras, según el uso que se le desea dar y los diferentes materiales que lo compongan

### 5.1 Divisor de espacios interior

Este panel se propone ser usado como divisor de espacios interiores, ya que por su conformación no posee características impermeables pero sí aislantes de temperatura <sup>F.[1]</sup>.

#### Materiales Utilizados

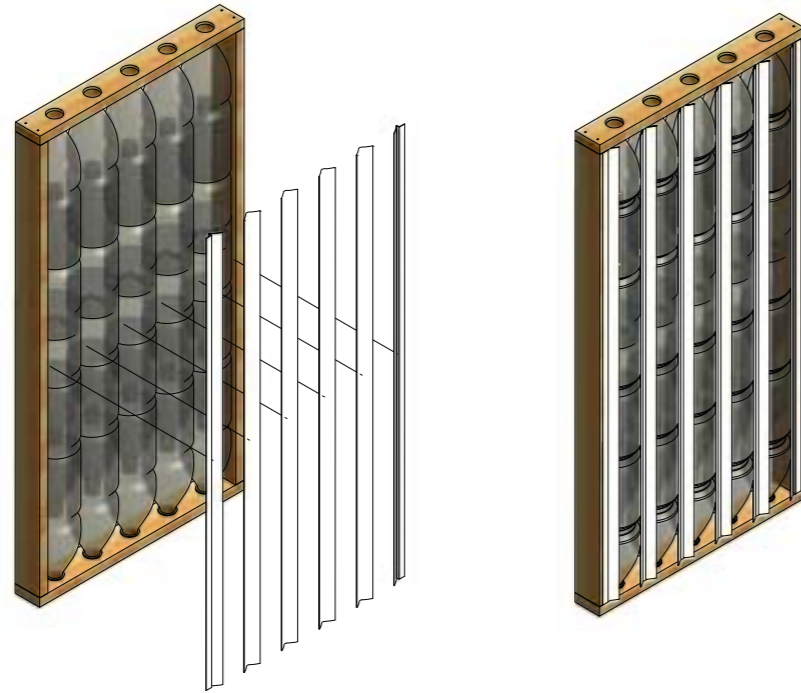
- Bastidor
- Columnas de botellas
- Alambre

#### Posibles usos

- Separador de ambientes
- Aislación para paredes interiores

F.[1] Esquema de panel divisor de espacios interiores.





F.[2]

## 5.2 Muro exterior

Estos paneles se denominan de este modo debido a que cuentan con un revestimiento, el cual lo impermeabiliza y sella siendo apto para ser usado en exteriores. Se dividen principalmente en dos categorías.

### a. Traslúcido

En este panel en vez de utilizar la membrana de PVC se usan piezas de tela y resina. Esta capa es una barrera óptima para el agua, viento y temperatura. Su principal característica es que es traslúcida, permitiendo que este panel pueda tener diversos usos <sup>F.[2]</sup>.

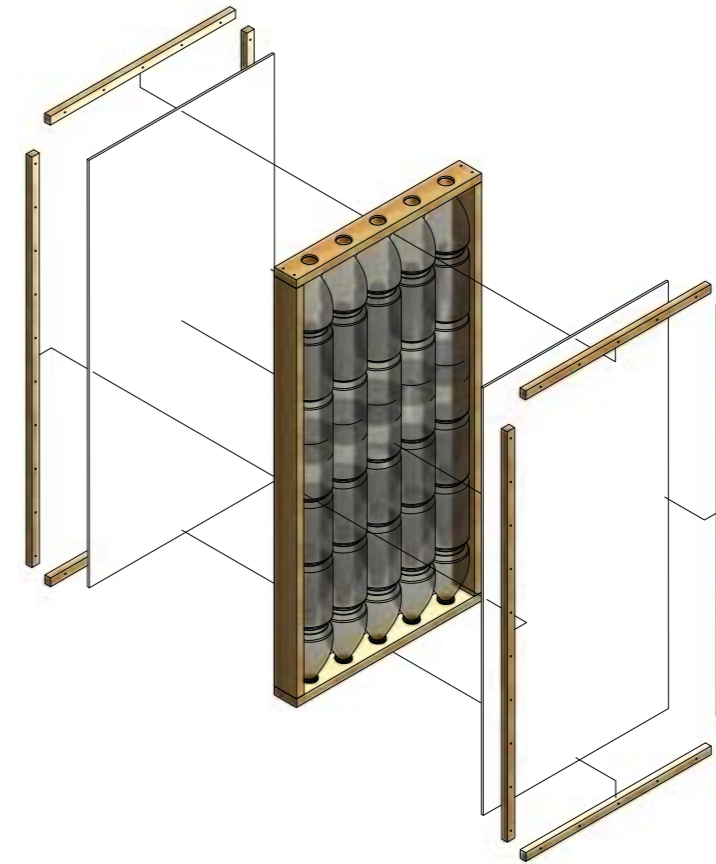
#### Materiales Utilizados

- Bastidor
- Columnas de botellas
- Alambre
- Tela
- Resina

#### Posibles usos

- Paredes exteriores
- Ventanas
- Tragaluz
- Separador de ambientes

F.[2] Esquema de panel traslúcido exterior.



F.[3]

### b. Opaco

Presenta las mismas características que el panel anterior, solo que se agrega una membrana de tela PVC reutilizada (pendones publicitarios). Esta tela es impermeable, un buen aislante del viento y temperatura, ya que está hecha para ser usada a la intemperie <sup>F.[3]</sup>.

#### Materiales Utilizados

- Bastidor
- Columnas de botellas
- Alambre
- Pendones reutilizados

#### Posibles usos

- Paredes exteriores
- Aislación y recubrimiento de paredes
- Cubiertas

F.[3] Esquema de piezas que conforman un panel exterior opaco.

CONSTRUCCIÓN DE UN ESPACIO PARA LA COMUNIDAD  
TITULO II

## I. ORIGEN DEL PROYECTO

En conjunto a Paula Nehme, Gabriela Zamorano y Tuare Vega, se decide llevar a cabo la aplicación del método constructivo desarrollado en la etapa anterior. Es decir construir un espacio reutilizando envases de botellas PET. Para lograr el objetivo se desarrollan una serie de gestiones y se proponen diversos modos de abordar las distintas particularidades de la construcción de un espacio con estas características.

Las conclusiones de cada propuesta van determinando las peculiaridades que tendrá el espacio que se construya, el cual se edificará en primera instancia en Ciudad Abierta.

## 2. PRIMERA PROPUESTA CONSTRUCTIVA

Para aproximarse a la conformación de un espacio construido con el método de la reutilización de botellas, se inicia el proyecto realizando diversas pruebas. Estas consisten en buscar un material adecuado para sellar el panel y volverlo aislante e impermeable; distribución y forma de los paneles para ir construyendo las paredes; y conformación de ventanas y/o paneles luminosos.

### 2.1. Propuestas de sellado del panel

#### 2.1.1. Sellado con tetra pack y esponja

*Tuare Vega*

Para sellar los espacios irregulares entre las botellas se utiliza esponja, que forma una capa interna, y tetra pack para la capa exterior. La esponja sirve para detener el flujo de aire entre las botellas, ya que es capaz de adaptarse a la forma de los intersticios gracias a su capacidad de deformarse. El tetra pack se utiliza como capa externa por su impermeabilidad, y se dimensiona para que se adapte al perfil de las botellas.

La propuesta cumple el objetivo, sin embargo se seguirá probando otro material que otorgue estas características pero conservando la forma planteada, ya que la desventaja de la prueba es el pegamento empleado que no es totalmente efectivo al adherirse a la botella PET y al tetra pack <sup>F[1]</sup>.

#### 2.1.2. Sellado con latas de bebida

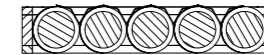
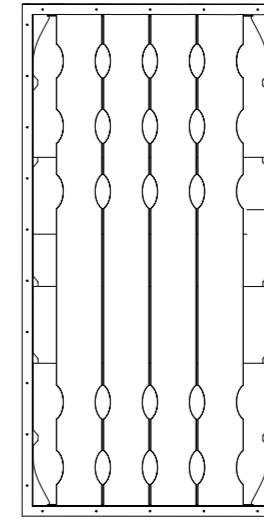
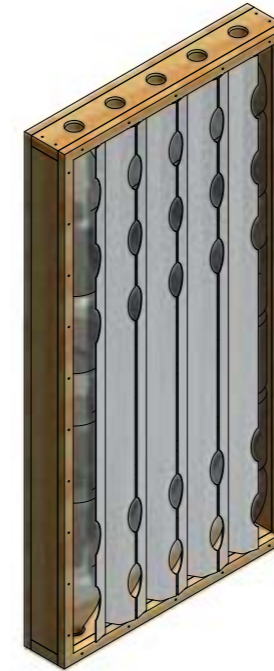
*Alejandra Montenegro*

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 quitarle a la lata su parte superior e inferior y luego cortándola a lo largo, resultando una lámina que es dividida en 3 partes iguales. Estas partes mantienen su forma curva la cual se adapta a la circunferencia de la botella. Se unen las piezas cortadas verticalmente 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.

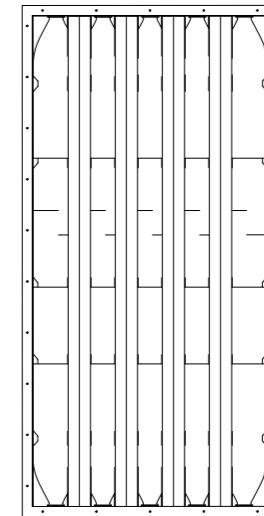
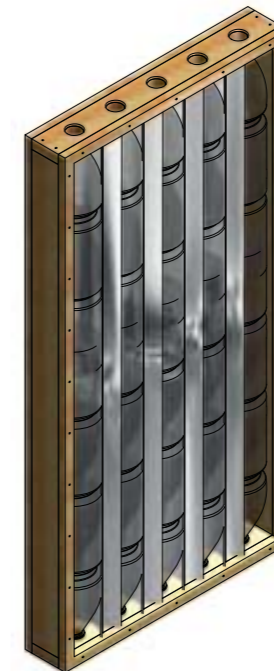
Si bien la experiencia cumple el propósito de sellar los intersticios, para llevarla a cabo es necesario que las latas de bebidas reutilizadas se encuentren en un buen estado para ser ocupadas, lo cual no coincide con la realidad. Además se presenta la misma problemática del pegamento de la propuesta anterior, por lo que se decide descartar la proposición y seguir desarrollando otras pruebas <sup>F[2]</sup>.

F[1] Propuesta de Tuare Vega.

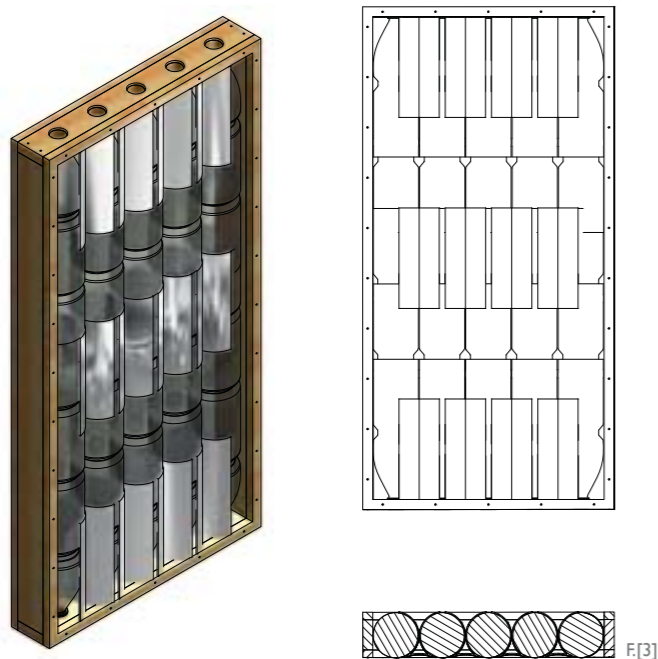
F[2] Propuesta de Alejandra Montenegro.



F[1]



F[2]



### 2.1.3. Sellado con polietileno y piezas de hojalata

*Gabriela Zamorano*

Se construye una pieza con un latón de 5x20 cms, la cual se curva en un extremo y luego se inserta entre las columnas de botellas, quedando a presión de modo que fija las columnas. Para los extremos también se construye una pieza similar, pero plana en uno de sus lados laterales para que se adapte al marco. Finalmente se cubren todas las columnas de botellas con una capa de polietileno que se fija al marco.

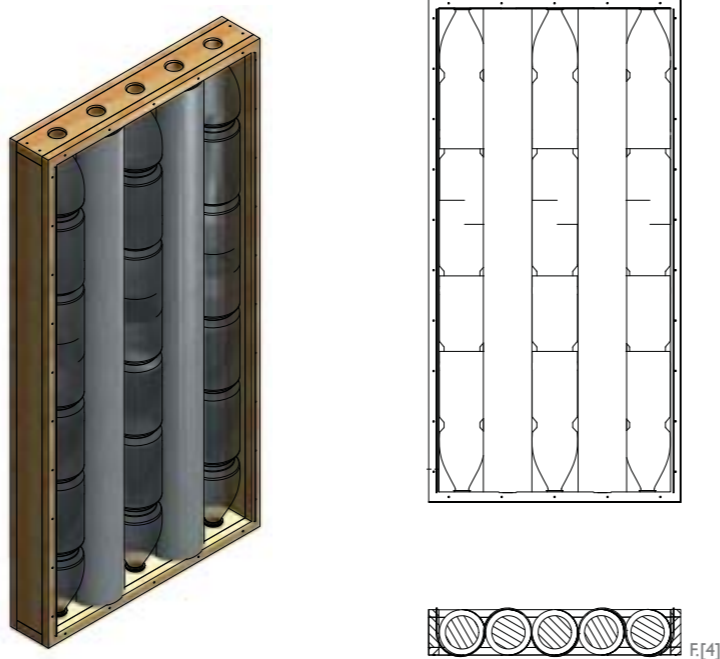
Al igual que en otras pruebas desarrolladas con polietileno se lograr sellar los intersticios, mantener la traslucidez y dejar impermeable el panel, pero pierde totalmente protagonismo la botella volviéndose secundaria <sup>F[3]</sup>.

### 2.1.4. Sellado con polietileno entrelazado

*Paula Nehme*

Con la finalidad de mantener la transparencia de la botella se utiliza polietileno que proporciona las propiedades de aislante e impermeable. Se dimensiona en tiras que se entrelazan entre las columnas de botellas para otorgar mayor rigidez, ya que las columnas tienden a curvarse debido a que mientras más se extiendan mayor es su inestabilidad, por lo que requiere un refuerzo adicional.

Como la propuesta anterior, la botella deja de ser relevante al usar polietileno <sup>F[4]</sup>.



### 2.1.5. Sellado con tela tensada

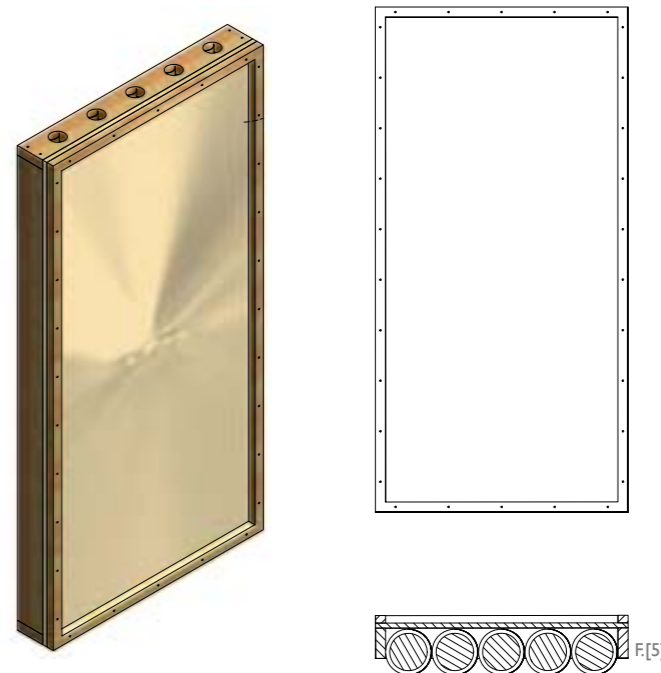
*Diego Cortés*

Los espacios entre las botellas se sellan con una membrana que cubrirá toda la superficie (incluidas las columnas de botellas). Se dimensiona una tela impermeable que se adapte al contorno del marco que contiene las botellas, la cual es presionada en todo su perímetro por junquillos que fueron fabricados al desbastar la misma madera del marco <sup>F[5]</sup>.

Al tener estas propuestas se decide seguir adelante con la proposición de tela tensada, por lo tanto a continuación el estudio se evoca en determinar que tela será la que se ocupará en la construcción de los paneles.

La membrana que cubra las botellas debe tener las siguientes características:

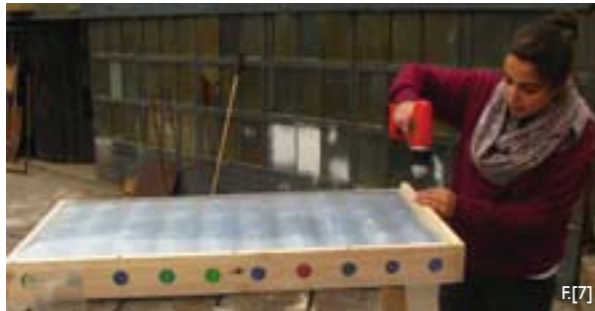
- Impermeable
- Aislante, es decir que evite el paso del viento entre sus fibras
- Bajo costo
- Maleable



F[3] Propuesta de Gabriela Zamorano.

F[4] Propuesta de Paula Nehme.

F[5] Propuesta de Diego Cortés.



F[6] Prueba de polietileno inserta en el prototipo construido en Ciudad Abierta.

F[7] Construcción prueba de polietileno.

F[8] Tela crea con aplicación de barniz.

**CASO 1:** La primera prueba es con polietileno <sup>F[6] y F[7]</sup>, que es un material que reúne las propiedades necesarias y además aporta con la traslucidez. Al construir el prototipo aparece de inmediato el primer reparo; ya no son necesarias las columnas de botellas, debido a que el polietileno funciona por sí solo como aislante. Si bien las botellas son más resistentes estructuralmente y aportan en la aislación, pierden protagonismo ante este material. Además al utilizar este plástico se limita la vida útil del panel, debiéndolo cambiar al año (si se utiliza un polietileno entre 10 a 15 mm) o al año 8 meses (15 a 20 mm).

**CASO 2:** Se determina utilizar tela crea <sup>F[8]</sup>, por su bajo costo. Es una tela fácil de trabajar, ya que nos permite lograr la tensión necesaria en el marco. No es una tela impermeable por lo que se debe sellar posterior a su montaje, para esto se aplica una capa de barniz que le otorga cierta rigidez a la tela y además la opaca, lo que significa que desaparece la silueta de la botella quedando a la vista sólo cuando se encuentra contra luz. Posteriormente se calcula el costo de la tela más el barniz y se compara con telas impermeables que se ofrecen en el mercado, la diferencia no es mayor pero sí sería significativo reducir una faena en el proceso, por lo que se decide probar con telas que originalmente sean impermeables.



**CASO 3:** Se utiliza zargalina <sup>F[9]</sup>. Es una tela sintética que se caracteriza por ser ocupada como forro de chaqueta. Es de muy bajo costo (\$392 por metro) y bastante maleable. La desventaja de ocupar una membrana como esta para sellar los paneles es que el entramado de sus fibras se encuentra separado lo que significa que no es efectiva como aislante.

**CASO 4:** Se prueba con tela engomada <sup>F[10]</sup>, que es la misma que se usa para forrar chaquetas o mochilas. Su nombre se debe a que tiene una capa de goma que sella la tela dejándola impermeable. Al utilizar esta tela se demuestra lo poco maleable que es, lo cual dificulta su uso.

**CASO 5:** Se usa raquelado <sup>F[10]</sup> que es una tela sintética plástica, totalmente impermeable. Al igual que la tela engomada es poco flexible por lo que también se descarta su utilización en el proyecto.

**CASO 6:** Para continuar reutilizando materiales se decide ocupar pendones publicitarios usados <sup>F[11]</sup> (donados por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso). El material del que están fabricados es de tela de PVC que se caracteriza por ser; aislante de humedad, liviano, reciclable, resistente a la tensión, barrera de rayos UV, aislante térmico, resistente a la abrasión y al impacto, flexible y resistente al calor.

F[9] Capa externa de tela zargalina

F[10] Capa interna izquierda de tela engomada, y derecha de tela raquelado

F[11] Capa interna de pendón publicitario reutilizado



F[12] Vista lado oeste prototipo en Ciudad Abierta.

F[13] Vista lado este prototipo en Ciudad Abierta.

F[14] Vista lado norte prototipo en Ciudad Abierta.

F[15] Vista suroeste prototipo en Ciudad Abierta.

F[16] Vista interna hacia el oeste de prototipo en Ciudad Abierta.

F[17] Vista interna hacia el norte de prototipo en Ciudad Abierta.

F[18] Armado de prototipo en Ciudad Abierta.

## 2.2. Conformación del espacio

Se construye el prototipo en Ciudad Abierta, y se inicia uniendo los paneles fabricados en el trimestre anterior; que muestran el calce de las botellas. Con ellos se conforman 2 paredes, una de 2.20 mts de altura por 2 mts de ancho y la otra de 2.20 mts por 3 mts. Los paneles de las primeras paredes miden 1 mt por 1,10 mts y no presentan ningún tipo de revestimiento.

### 2.2.1. Propuesta de tipos de paneles

Para completar el espacio quedan 2 paredes por construir, por lo que la nueva modulación de los muros debe ser de un modo tal en que se estructure mejor y se consideren vigas para soportar la disposición de los paneles. Además deben ser piezas modulares que permitan lograr diversas posiciones para conformar distintos espacios.

#### a. Panel esquina

Se considera necesario tener 2 “pilares” en los extremos de las paredes, por lo que se construyen paneles verticales, de 2.20 mts por 50 cms, que se ubicarán en las esquinas del prototipo y de esta manera estructurarán mejor los muros.

#### b. Panel muro

Para conformar el resto de la pared entre los paneles esquina se construyen paneles de 2 mts de ancho y con alturas diferentes, ya que se considera que debe haber un horizonte de luz o ventana para provocar la sensación de extensión en el interior del recinto, ya que si bien las botellas dejan entrever hacia el exterior se forma un espacio cerrado.

#### c. Panel ventana

La idea es generar un panel traslúcido el cual puede sólo dejar pasar la luz y/o además permita ser abierto a modo de ventana. Hay que considerar ciertas características que debe tener como;

- Estar entre 120 a 140 cms de altura
- Tener entre 30 a 50 cms de altura el horizonte de luz
- Estar construido con botellas PET, ya que no se justifica usar un vidrio si el concepto del proyecto es reutilizar
- Debe ser transparente o traslucido, por lo tanto no estará cubierto de la misma manera que los otros paneles, ya que estos no dejan ver hacia el exterior.



F[19]

F[19] Tipos de paneles  
a. Panel esquina  
b. Panel muro pequeño  
c. Panel muro grande

F[20] Vista noreste de prototipo Ciudad Abierta.

F[21] Vista lado este de prototipo Ciudad Abierta.

F[22] Vista interna hacia el noreste de prototipo en Ciudad Abierta.

F[23] Vista norte de prototipo en Ciudad Abierta.

### 2.2.2. Dimensiones

Finalmente el espacio construido mide 2 por 3 metros y la altura es de 2,20 mts. El lugar se construyó sólo con paneles de prueba, ninguno definitivo que pueda ser ocupado posteriormente, por lo tanto quedó como un sitio de estudio que permitió definir como serían los paneles que se fabricaran para construir un espacio para una comunidad.

Se concluye que los paneles que se construyan serán clasificados en 5 tipos; panel esquina, panel muro (grande y pequeño), panel horizonte de luz, panel ventana y panel techo, de los cuales los primeros 2 serán opacos, es decir cubiertos con pendones reutilizados, y los últimos serán traslúcidos.



F[20]



F[21]



F[22]



F[23]



### 3. CONSTRUCCIÓN DEL ESPACIO

#### 3.1. Objetivos

Se decide aplicar el método constructivo que se desarrolló en la etapa de título anterior en la construcción de un espacio que sea ocupado por una comunidad. La razón de que sea construido o recibido por un grupo de personas es por 2 razones principalmente;

a. Por las propiedades que tendrá el lugar que se construirá, si bien será impermeable y aislante, no será óptimo para ser utilizado como vivienda, además se descartó construir instalaciones de cañerías o eléctricas, por lo que se denomina el habitar de este espacio como un HABITAR ESPORÁDICO, es decir como un lugar de encuentro, de reunión de la comunidad.

b. También es necesario que este espacio sea desarrollado por un número mayor de personas debido a la magnitud del trabajo que implica construir un espacio de estas proporciones. Principalmente por la recolección de botellas y lo que conlleva limpiarlas, cortarlas y calzarlas. Si bien no son faenas de gran dificultad pero si requieren de bastante tiempo.

Al tener en cuenta estos propósitos se concluye que el espacio tendrá unos 16 mts<sup>2</sup> aproximadamente, se considera una medida óptima para recibir a unas 15 a 20 personas (visualizando el lugar como una junta de vecinos, por ejemplo). Se determinó que la forma del espacio será cuadrada, ya que este perímetro proporciona mayor resistencia estructuralmente y además un lugar con esta característica genera una conversación y/o relación directa entre las personas que se encuentren en su interior.

#### 3.2. Propuesta de construcción y forma

##### 3.2.1. De la forma del espacio

A continuación se detallan las propuestas de cada integrante sobre la forma del espacio a construir, la unión de los paneles y una aproximación de la cubierta.

##### a. Propuesta 1

Diego Cortés

Se propone un espacio de 6 por 3 metros <sup>F[1]</sup>, al igual que las dimensiones de una mediagua. Está



compuesto con una sola modulación de los paneles, la cual se va repitiendo en el perímetro del espacio. En esta distribución se considera un panel translúcido a 150 cms de altura que conforma un horizonte de luz en todo el contorno, pero del cual 4 de ellos serían ventanas.

Para el techo se utilizará una tela impermeable que estará tensada a través de una estructura metálica que le otorgará una pendiente a la cubierta que permita el deslizamiento de aguas.

##### b. Propuesta 2

Tuare Vega

El espacio tiene un perímetro rectangular equivalente <sup>F[2]</sup>, es decir que la pared más larga es el doble de la más angosta. Las secciones están compuestas por 3 tipos de paneles; 2 angostos en las esquinas, y 2 en el centro de distintas alturas, dejando un espacio para ventilación y/o iluminación. En cuanto al techo, es una membrana tensada que se prolonga en el acceso para conformar un espacio en el exterior.

F[1] Maqueta 1:20 propuesta Diego Cortés.

F[2] Maqueta 1:20 propuesta Tuare Vega.



F.[3]



F.[4]



F.[5]

**c. Propuesta 3**  
*Paula Nehme*

Se plantea un espacio de igual medida a la mediagua <sup>F.[3]</sup>, que sea un lugar de encuentro y reunión de la comunidad. Se construye cada muro a base de una modulación formada por 2 paneles esquina y 3 horizontales que estructuran la pared. Al ser un espacio reducido se propone construir el mobiliario integrado a los paneles expandiéndose hacia el exterior. El techo tiene una leve inclinación que permite el deslizamiento del agua y la entrada se encuentra centrada en el muro mas extenso.

**d. Propuesta 4**  
*Alejandra Montenegro*

La propuesta consiste en construir un espacio que se prolongue hacia su exterior <sup>F.[4]</sup>, lo cual se logra con la extensión del techo en la parte del acceso, para conformar un lugar de cobijo que también pueda ser un punto de encuentro. La cubierta del techo es de tela PVC reutilizada, la cual se tensará en los triángulos que componen la techumbre (4 aguas). El perímetro del lugar se propone cuadrado para generar un espacio óptimo para el encuentro de

la comunidad, ya que al hacerlo rectangular se conforma el mismo espacio que una mediagua que genera la percepción de vivienda. La conformación de los muros es con paneles angostos en sus esquinas (de 50 cms) y paneles anchos en el centro (de 290 cms) para formar un muro de 4 mts. También se propone una construcción modular, en la cual existirían sólo 3 tipos de paneles: esquina (220x50), muros (90x290) y horizontes de luz (40x290). Además las ventanas y los horizontes de luz recorrerán el perímetro del espacio a una altura de 90 cms desde el suelo.

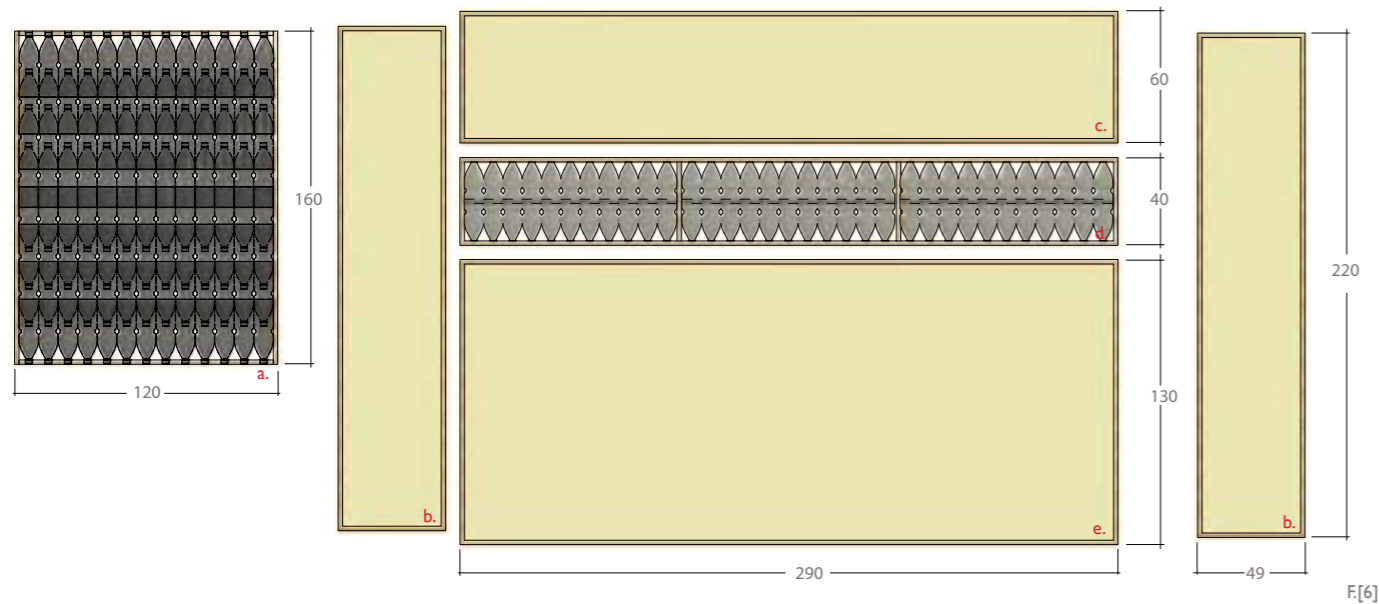
**e. Propuesta 5**  
*Gabriela Zamorano*

El perímetro del espacio tiende a una forma cuadrada <sup>F.[5]</sup>, de 4 por 5 metro, para que sea más eficiente estructuralmente. La modulación de las paredes es con paneles estrechos en las esquinas y paneles más anchos en el centro, esta forma varía en el muro que contiene el acceso al lugar quedando los 2 paneles de esquina al lado izquierdo y la entrada al lado derecho. El techo se constituye de una tela impermeable tensada que se fija a una estructura de madera que se acopla a la construcción.

F.[3] Maqueta 1:20 propuesta Paula Nehme.

F.[4] Maqueta 1:20 propuesta Alejandra Montenegro.

F.[5] Maqueta 1:20 propuesta Gabriela Zamorano.



F.[6] Esquema de tipos de paneles  
a. Panel techo  
b. Panel esquina  
c. Panel muro pequeño  
d. Panel horizonte de luz o ventana  
e. Panel muro grande

### 3.2.2. Del panel

De las pruebas anteriores están definidas las características que tendrán los paneles, pero aún queda por definir cómo será el proceso constructivo y el montaje de estos.

Al construir el panel como unidad, es decir con las botellas en su interior (como las pruebas anteriores) se presenta la problemática de cómo unir los paneles entre sí, ya que se requiere atravesar el tornillo de manera horizontal para unir los paneles a las vigas, por lo tanto no deben haber botellas previamente para realizar este proceso. Entonces por consecuencia se fijarán las columnas de botellas luego de haber montado el panel entre las vigas y de haber conformado el muro.

En un principio se vislumbró que habría diversos tipos de paneles <sup>F.[6]</sup>, ya que cada uno tiene un rol diferente. A continuación se definen las características de cada uno, con sus propiedades específicas. Cabe mencionar que todos los paneles se construyen bajo el mismo concepto del bastidor, que consiste en un marco madera con perforaciones que permiten calzar las columnas de botellas.



#### a. Panel muro grande

Es el panel de mayores dimensiones, mide 130 cms de altura y 300 cms de ancho. <sup>F.[6] e.</sup> La medida de la altura está definida por la elevación de la ventana, y el ancho para lograr los 4 mts de cada pared, sumando los paneles de esquina. Para la construcción del panel se aplica el concepto, descrito anteriormente, del tensado de tela con la reutilización de pendones de PVC.

El PVC cubre al panel por el lado que queda expuesto hacia el exterior <sup>F.[8]</sup>, de tal manera que resguarda el recinto del viento y la lluvia. Además proporciona mayor aislación térmica que los otros paneles.

Para la construcción de estos paneles se utilizan envases de 1500 cc <sup>F.[8]</sup>.

#### b. Panel muro pequeño

Tiene las mismas propiedades que el panel muro grande, excepto sus dimensiones. Mide 60 cms de alto y 300 cms de ancho. <sup>F.[6] c.</sup>

Ambos paneles, muro grande y pequeño, pueden ser cambiados de posición, lo cual significa que las aberturas que quedan entre estos pueden ser usadas como horizontes de luz o ventanas.

Para conformar el panel se utilizan idealmente botellas de 500 cc, como Cachantun y Vital <sup>F.[7]</sup>.

F.[7] Panel muro pequeño, vista interna.

ANEXOS: Medidas panel pequeño, en página 190

F.[8] Panel muro grande, vista externa.

F.[9] Panel muro grande, vista interna.

ANEXOS: Medidas panel grande, en página 196



F[10] Panel esquina, vista externa.

ANEXOS: Medidas panel esquina, en página 200

F[11] Panel esquina, vista interna.

F[12] Panel horizonte de luz, vista externa.

ANEXOS: Medidas panel horizonte de luz, en página 202

### c. Panel esquina

El panel mide 49 cms de ancho y 220 cms de alto <sup>F[6] b.</sup>. Su recubrimiento es igual al de los muros, por lo tanto tiene sus mismas características térmicas e impermeables.

Cómo lo señala la denominación del panel, se ubica en las esquinas para estructurar las paredes <sup>F[10]</sup>. Al ser la resistencia su principal finalidad se ocupan botellas de 1600 cc de jugos envasados, como el de las marcas Watt's o Andina <sup>F[11]</sup>, ya que estas son más fuertes debido a la mayor cantidad de plástico que tienen en su composición.

### d. Panel horizonte de luz

Mide 40 cms de altura y 300 cms de ancho <sup>F[6] d.</sup>. Se encuentra entre el panel muro grande y pequeño <sup>F[12]</sup>. La finalidad de este panel es dejar pasar la luz hacia el interior del recinto, por lo tanto se construyen 2 propuestas que cumplen este objetivo.

- **Columnas de botellas:** Se construye del mismo modo que los otros paneles, pero se diseña una pieza de tela que sella los intersticios que quedan entre las botellas. La tela se une a la botella



usando resina de polyester que cubre toda la superficie. Necesariamente se ocupa la botella de 1600 cc de la marca Cachantun <sup>F[14]</sup>, ya que se requiere que la pieza de tela sea única para cada tipo de botella, debido a que esta se adapta a su silueta.

- **Membrana de bases de botellas:** Al cortar las botellas para conformar las columnas queda de residuo la base de la botella, por lo tanto la propuesta consiste en darle un uso a esos desechos. Se disponen las bases en una tela que se encuentra previamente cortada para que calcen las piezas en ella. Luego se aplica una capa de resina que sella el panel y le da mayor rigidez.

### e. Panel ventana

El lugar en el que está inserto es en un marco de 40 cms de altura y 300 cms de ancho <sup>F[6] d.</sup>. Las ventanas son corredizas y se compone de 3 secciones <sup>F[13]</sup>; de una fija que se encuentra en el medio y está construida con la membrana de bases de botellas; y de 2 secciones que son móviles y se deslizan en los rieles del marco permitiendo la apertura de la ventana. Estas están construidas con botellas de 500 cc, de la marca Cachantun, y están selladas con una capa de resina.

F[13] Panel ventana, vista externa.

ANEXOS: Medidas panel ventana, en página 206

F[14] Panel horizonte de luz, vista externa.



F[15] Panel techo, vista interna.

ANEXOS: Medidas panel techo, en página 208

F[16] Panel techo, vista interna contra luz.

F[17] Cubierta.

F[18] Estructura de la cubierta.

F[19] Construcción de la cubierta.

#### f. Panel techo

Los paneles se traslapan imitando las tejas en un techo <sup>F[15]</sup>, miden 120 cms de ancho y 160 cms de largo cada uno <sup>F[6] a</sup>. El marco es igual que los paneles anteriores, excepto que se corta a la mitad dejando semicírculos para que calcen las tapas de las botellas de las columnas. Se diseñan piezas de tela que se adaptan al perfil de las botellas y se aplica resina sobre ellas.

Al igual que en los horizontes de luz se utilizan botellas de 1600 cc, marca Cachantun <sup>F[16]</sup>.

#### 3.2.3. De la cubierta

La forma preponderante del espacio que se propone es regular y/o uniforme, por lo que se pretende lograr la asimetría con el diseño de la cubierta. Para comenzar a vislumbrar cómo será la forma que la cubierta tendrá cada integrante propone distintos diseños, de los cuales se desprenden principalmente 2 tipos de estructuras.

- Utilizar tela impermeable tensada, que permita el desliz del agua gracias a la inclinación de 2 planos, es decir que sería una cubierta de 2 aguas. Además utilizar los paneles techo en la unión de las aguas de modo que posibilite el paso de la luz.

- Emplear el método de construcción tradicional, es decir con cumbreras y costaneras <sup>F[18] y F[19]</sup> que reciban los paneles techo. Sería también de 2 aguas, pero predominaría una sobre la otra <sup>F[17]</sup>.

## 4. PROCESO CONSTRUCTIVO

A continuación se detallan las faenas necesarias para la construcción de un espacio de 4,20 por 4,20 mts, con la finalidad de ser un lugar de encuentro de la comunidad.

### 4.1. Tratamiento de los envases

El primer proceso tiene relación con las botellas PET que son el material primordial en la construcción del espacio. Al requerir de una gran cantidad de botellas se genera un contacto con el Departamento de Aseo, Ornato y Medio ambiente de la Municipalidad de Viña del Mar, quienes nos facilitan las botellas durante todo el período de construcción.

La Municipalidad contaba con grandes cantidades de desechos gracias al programa de reciclaje que ha implementado en la ciudad, con una serie de puntos limpios que buscan promover el desarrollo de barrios sustentables, crear una cultura de reciclaje y de responsabilidad de la comunidad con su entorno.

#### • Recolección y clasificación de botellas

Se recolectan las botellas en el Departamento de Aseo, Ornato y Medio ambiente <sup>F[1]</sup> ubicado en 5 Oriente con 11 Norte, en Viña del Mar. El criterio para elegir las botellas es que se encuentren en buen estado estructuralmente, es decir que mantengan su forma y el plástico no se encuentre dañado <sup>F[2]</sup>. Luego las botellas son trasladadas hasta Ciudad Abierta donde son clasificadas por sus respectivas formas <sup>F[3]</sup> y <sup>F[4]</sup>.

Cantidad de botellas recolectadas:

- Botella de 500 cc, marca Cahantun: 725 unidades
- Botella de 1500 cc, marca Vital: 60 unidades
- Botella de 1500 cc, marca Coca-cola: 390 unidades
- Botella de 1500 cc, marca Sprite: 50 unidades
- Botella de 1500 cc, marca Watt's: 852 unidades
- Botella de 1500 cc, marca Andina: 80 unidades
- Botella de 1500 cc, marca Nestle: 77 unidades
- Botella de 1600 cc, marca Cachantun: 706 unidades
- Botella de 1600 cc, marca Benedictino: 33 unidades

TOTAL: 2.973 Botellas



F[1] Recolectación de botellas en Departamento de Aseo, Ornato y Medioambiente de la Municipalidad de Viña del mar.

F[2] Recolectación de botellas

F[3] Clasificación de botellas en Ciudad Abierta.

F[4] Clasificación de botellas en Ciudad Abierta



F[5] Faena de lavado de botellas.

F[6] Corte etiquetas botellas.

F[7] Lavado de botellas en solución con agua y detergente.

F[8] Corte de base de las botellas en sierra de banda.

F[9] Conformación de columnas.

TÍTULO I: Esquema de conformación de columnas, en página 30

F[10] Columnas de botellas apiladas.

- **Lavado de botellas**

Se requiere de 2 a 3 personas <sup>F[5]</sup>, una de ellas se encarga de sumergir las botellas en un contenedor con agua y detergente <sup>F[7]</sup> mientras que las otras personas cortan previamente las etiquetas y desprenden las tapas de las botellas <sup>F[6]</sup>.

- **Corte de botellas**

Se utiliza una sierra de banda donde las botellas son cortadas en su parte inferior <sup>F[8]</sup>, desprendiéndose la base de estas.

Es posible cortar las botellas con cuchillo cartonero o tijeras, pero el tiempo que se emplea es considerablemente mayor al que se ocupa usando la sierra.

- **Conformación de columnas**

Mientras una persona corta las botellas otra va formando las columnas <sup>F[10]</sup>. Las botellas se unen calzando la parte superior en la parte inferior de la otra botella <sup>F[9]</sup>, excepto en el medio de la columna donde se unen las botellas en sentidos opuestos, es decir se unen por donde fueron cortadas.

**Botellas necesarias por cada pared**

**PARED A**

PANEL ESQUIINA (2)  
100 envases 1500 cc, marca Watt's  
PANEL MURO GRANDE  
270 envases 1500 cc, marca Coca-cola  
PANEL MURO PEQUEÑO  
225 envases 500 cc, marca Cachantun  
PANEL VENTANA  
60 envases 500 cc, marca Cachantun

**PARED C**

PANEL ESQUIINA (2)  
100 envases 1500 cc, marca Watt's  
PANEL MURO GRANDE  
180 envases 1500 cc, marca Coca-cola  
110 envases 1600 cc, marca Cachantun  
PANEL MURO PEQUEÑO  
150 envases 600 cc, marca Vital  
75 envases 500 cc, marca Cachantun  
PANEL VENTANA  
60 envases 500 cc, marca Cachantun

**PARED B**

PANEL ESQUIINA (2)  
100 envases 1500 cc, marca Watt's  
PANEL MURO GRANDE  
60 envases 1500 cc, marca Vital  
90 envases 1500 cc, marca Sprite y Coca-cola  
77 envases 1500 cc, marca Nestle  
PANEL MURO PEQUEÑO  
225 envases 500 cc, marca Cachantun  
PANEL HORIZONTE DE LUZ  
99 envases 1600 cc, marca Cachantun

**PARED D**

PANEL ESQUIINA (2)  
100 envases 1500 cc, marca Watt's  
PANEL MURO GRANDE  
132 envases 1500 cc, marca Watt's  
PANEL MURO PEQUEÑO  
80 envases 500 cc, marca Cachantun  
33 envases 1500 cc, marca Benedictino  
PANEL HORIZONTE DE LUZ  
72 envases 1600 cc, marca Cachantun

F[11] Listones perforados y divididos para formar junquillos.

F[12] Dimensionado de maderas.

F[13] Perforaciones a los listones de acuerdo a la tapa de cada tipo de botella.

#### 4.2. Paneles muro

Se realiza el mismo proceso para construir los paneles muro grande, pequeño y esquina, sólo varían las dimensiones del marco.

- **Dimensionado de maderas**

Para construir los marcos se utilizan listones de pino cepillado de 1x4" F[12], se dimensionan en las siguientes medidas para conformar todos los marcos necesarios:

- 12 piezas de 3 mts.
- 16 piezas de 2,30 mts
- 2 piezas de 2,18 mts
- 15 piezas de 1,30 mts.
- 4 piezas de 1,10 mts.
- 2 piezas de 78 cms.
- 15 piezas de 60 cms.
- 16 piezas de 49 cms.

- **Perforaciones de acuerdo a cada botella**

Para ensamblar las columnas de botellas en el marco del panel es necesario perforar las maderas con una broca de paleta F[13]. Por lo tanto es indispensable tener previamente calculado que botellas irán en cada panel, para definir las distancias de las perforaciones de acuerdo al diámetro de cada botella.

**Broca de paleta 1 ¼ "**

- Cachantun 1600 cc
- Cachantun 500 cc
- Vital 1500 cc
- Vital 600 cc
- Sprite 1500 cc
- Coca-cola 1500 cc
- Benedictino 1500 cc

**Broca de paleta 1 ½ "**

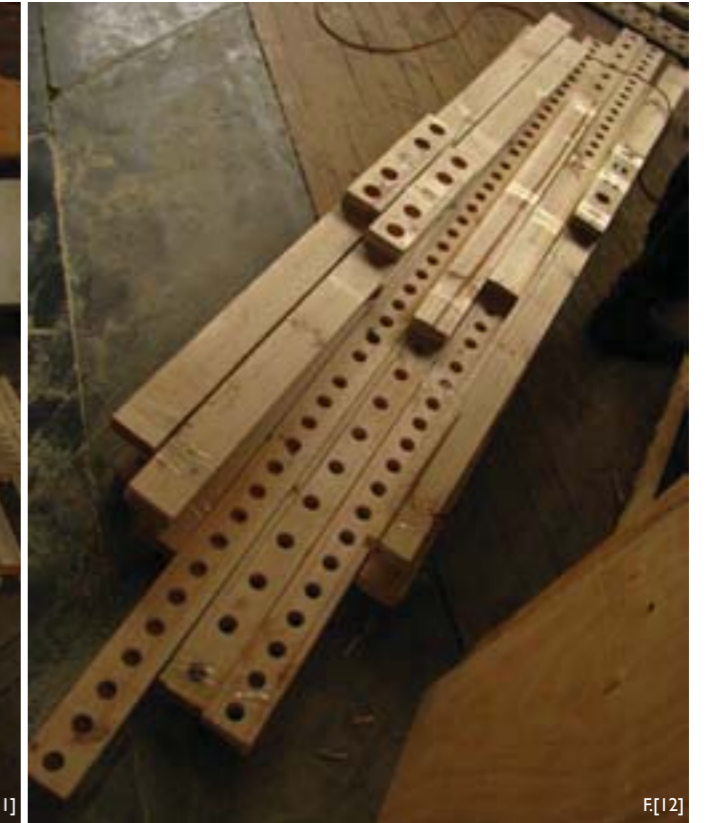
- Watt's 1500 cc
- Andina 1500 cc

- **División de listones/elaboración de los junquillos**

Para fijar la membrana (pendón de PVC) al marco se debe presionar con un junquillo el cual se adquiere del mismo listón. Al pasar la madera por una sierra de banco se desprende una pieza de 1,5 cms de ancho F[11] y del largo de la madera del marco.



F[11]



F[12]

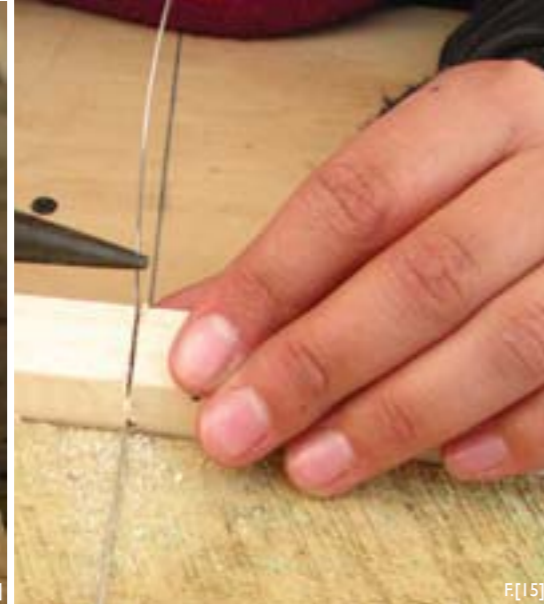


F[13]





F[14]



F[15]



F[14] Perforación a los junquillos.

F[15] Fijación del alambre por un lado del marco.

- Perforaciones para unión del marco**

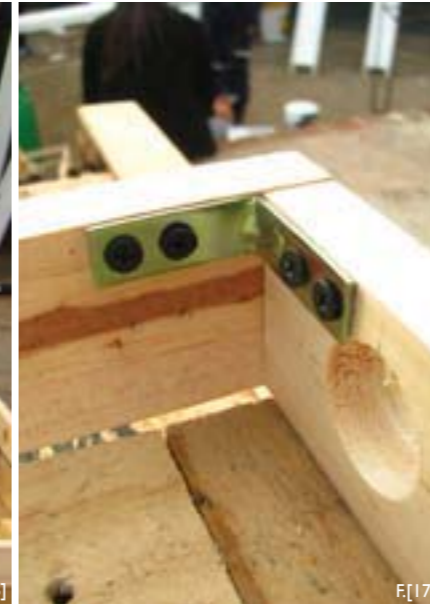
Para unir los listones que conforman el marco se usan tornillos, por lo tanto se perforan las maderas en las esquinas, a 1 centímetro del borde, para luego insertar los tornillos.
- Perforaciones de lo junquillos**

Para fijar los junquillos al marco y presionar la tela es necesario apretar estos elementos con tornillos. Al igual que en la faena anterior se perforan todos los puntos <sup>F[14]</sup> en donde irá un tornillo para luego realizar el montaje en la matriz del panel.
- Rebajes y perforaciones para el alambre**

Al fijar las columnas al marco no queda totalmente estructurado el panel, si bien se mantienen en su lugar ante cualquier golpe o impacto se desarmen las columnas. Por lo tanto se refuerzan las columnas con alambres horizontales por ambos lados, de tal manera que no se desprendan. Se perforan las maderas del marco que recibirán el alambre y se realiza un desgaste de la madera en el borde, para que cuando se coloque el alambre quede a ras y no interfiera en la unión de los paneles.



F[16]



F[17]



F[18]

- Armado de marcos**

Se construyen 3 matrices, una para cada tipo de panel <sup>F[16]</sup> y <sup>F[18]</sup>, que permiten mantener fijas las piezas del panel y evitar errores de ángulos. La primera parte en la construcción del panel es armar el marco el que se lleva a cabo insertando los tornillos y reforzando las esquinas con escuadras interiores <sup>F[17]</sup>. Además para evitar que se curven las maderas se colocan 2 listones perpendiculares en el centro, que también se fijan con tornillos y escuadras. Excepto en el panel esquina donde no se realiza este proceso.
- Instalación del alambre por un lado del panel**

Se inserta el alambre por los orificios hechos previamente y se tensa usando un alicate <sup>F[15]</sup>. También se colocan cáncamos a la misma altura de los orificios del alambre, para luego fijar otra sección de alambre en el panel, pero una vez que ya estén puestas las botellas.

F[16] Panel muro grande inserto en matriz de armado.

F[17] Escuadras interiores.

F[18] Panel esquina inserto en matriz de armado.



F[19]



F[20]



F[21]



F[22]

F[19] Engrapado del pendón al marco.

F[20] Montaje de junquillos.

F[21] Fijación de junquillos.

F[22] Corte de excedentes de la tela de PVC.

F[23] Panel muro pequeño con montaje de tela.

- **Montaje de tela por una lado del marco**

Al recibir los pendones desechados primero se limpian y luego se dimensionan de acuerdo a las medidas de cada panel. Se deja un margen de 10 cms por el borde para poder estirar la tela cuando esté montando. El procedimiento consiste en comenzar engrapando <sup>F[19]</sup> desde el centro hacia los bordes, teniendo cuidado que las grapas no interfieran con los orificios de las botellas ni con los tornillos que se pondrán posteriormente.

- **Montaje de junquillos por un lado del marco**

Se fijan los junquillos sobre la tela tensada para terminar de asegurarla <sup>F[20]</sup> y <sup>F[21]</sup>. El modo de colocarlos es igual al cómo se fija la tela, se parte atornillando desde el centro hacia los extremos. Finalmente se corta el excedente de tela en los bordes <sup>F[22]</sup>.

Recién en este procedimiento se quita el panel de la matriz <sup>F[23]</sup>.

- **Perforación de paneles para unión entre si**

Se perforan los paneles para luego ser fijados a los listones que los sostendrán y fijarán en la pared.



F[23]



F[24] Fijación de botellas al marco de horizonte de luz.

#### 4.3. Paneles traslúcidos

Se realiza el mismo proceso para construir los paneles que van en el horizonte de luz <sup>F[26]</sup> y los de la cubierta <sup>F[32]</sup>, variando sólo en las dimensiones y en una de las piezas del marco.

- **Dimensionado de maderas**

Se construyen los marcos con listones de pino cepillado de 1x4". Para construir los paneles del horizonte de luz son necesarias 2 piezas de 40 cms y 2 de 296 cms y para los de la cubierta 2 piezas de 160 cms y 2 de 116 cms. Para este último tipo de panel, todas las piezas son cortadas a la mitad quedando de 1x2"

- **Perforaciones de acuerdo a cada botella**

Se determina que todos los paneles traslúcidos se construirán con envases de 1600 cc, de marca Cachantun, por lo que los orificios se encuentran a 9 cms de distancia, al ser este el diámetro de la botella.

- **Perforaciones para unión del marco**

Se perforan las maderas en las esquinas a 1 centímetro del borde con una broca de 2 mm, para que luego se unan con tornillos.

- **Armado del marco**

Se construye una matriz que permite calzar el panel en ella <sup>F[17]</sup>. Se unen las piezas del marco con tornillos, y para la construcción del panel horizonte de luz se colocan 2 maderas en el centro para evitar que se curven los listones y por lo tanto se estructura mejor.

F[25] Aplicación de resina a panel horizonte de luz.

F[26] Panel horizonte de luz, vista interior.



F[27] Piezas de tela sobre paneles de cubierta.

ANEXOS: Dimensiones de las piezas de tela, en página 212

F[28] Primer proceso de fijación de piezas de tela con resina a panel cubierta.

F[29] Aplicación de resina a panel cubierta.

F[30] Bordes panel cubierta.

F[31] Paneles cubierta terminados.

F[32] Paneles cubierta, vista desde el interior del espacio construido en Ciudad Abierta.

- **Dimensionado telas**

**a. Horizonte de luz:** Se construyen 4 tipos de piezas para sellar todos los intersticios que quedan entre las botellas y el marco. Se utiliza crea, que es una tela que absorbe la resina y permite lograr la impermeabilidad del panel.

- Pieza A: Cubre los espacios entre las botellas
- Pieza B: Sella el espacio que hay entre las botellas y las maderas ubicadas en el centro del panel.
- Pieza C: Sella los bordes del panel por su lado mas angosto
- Pieza D: Sella a lo largo la unión de la botella y el marco.

**b. Panel cubierta:** Se utiliza la misma tela de los paneles anteriores y son necesarias 3 piezas. <sup>F[27]</sup>

- Pieza A: Cubre los espacios entre las botellas, se divide en 2 partes para tener mayor maleabilidad al fijar la pieza con resina.
- Pieza B: Sella los bordes laterales del panel
- Pieza C: Sella la unión de la botella y el marco.

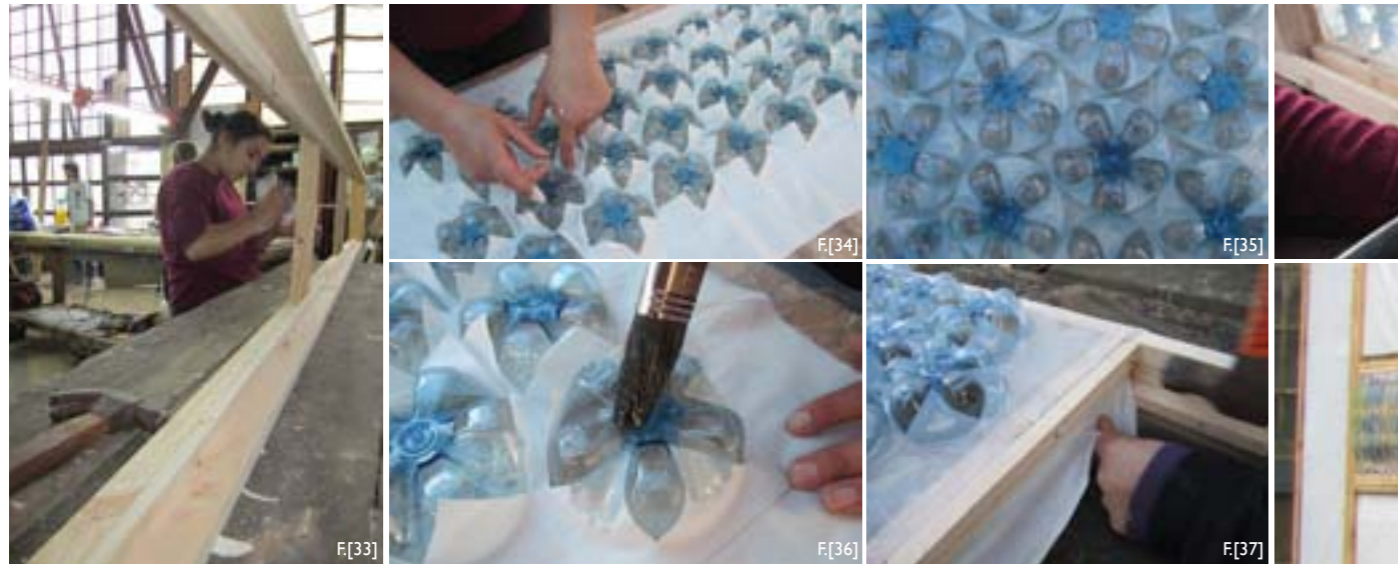


- **Aplicación de resina**

Se prepara la resina y se aplica con una brocha sobre las botellas, encima se coloca la pieza de tela que absorbe la sustancia y luego se vuelve aplicar otra capa de resina que sella la superficie. Se aplica el mismo procedimiento hasta cubrir todo el panel.

F[24], F[25], F[28], F[29], F[30] y F[31]

- Preparación de la resina: Se requiere resina poliéster; acelerador de cobalto y catalizador. Por cada 100 grs de resina se utiliza 1,5% de acelerador de cobalto y 2% de catalizador.



F[33] Marco para panel ventana.

F[34] Fijación de las bases de botellas en manto de tela crea.

F[35] Aplicación de resina a manto traslúcido.

ANEXOS: Dimensiones de la piezas de tela, en página 214

F[36] Manto traslúcido

F[37] Fijación de manto traslúcido a panel ventana.

#### 4.4. Ventanas

Es el mismo proceso realizado anteriormente pero varía en el mecanismo, ya que es necesario fabricar rieles y cambiar las dimensiones del panel para construir una ventana corrediza. Para llevarlo a cabo se divide en 3 el largo del marco donde la parte central es una membrana luminosa fija y las otras partes de los extremos son paneles móviles. F[38], F[39] y F[40]

- **Dimensionado de maderas para el marco**

Se construye el marco exterior que debe medir 300 cms de ancho y 40 cms de altura para ser inserto entre los paneles muro grande y pequeño. Se utiliza madera de pino seco cepillado de 1x4". Luego se construyen los marcos de las partes corredizas que miden 98,5 cms de largo y 35,5 de alto F[33], se elaboran del mismo modo que los paneles de cubierta.

- **Perforaciones de acuerdo a cada botella**

Se utilizan envases de 500 cc, de la marca Cachantun, por lo tanto se perfora con una broca de paleta de 1 1/2" a 6 cms de distancia.

- **Perforaciones para unión del marco**

Se perforan las maderas en las esquina, a 1 centímetro del borde, para que luego se unan con tornillos.



- **Dimensionado telas**

Se utiliza tela crea, la cual se dimensiona para cubrir los espacios entre las botellas. Son necesarias 3 piezas:

- Pieza A: Cubre los intersticios entre las botellas.
- Pieza B: Sella los bordes laterales, de las botellas al marco.
- Pieza C: Sella el borde superior e inferior del marco a las botellas.

- **Aplicación de resina**

Se prepara la resina y se aplica con una brocha sobre las botellas, encima de ellas se coloca la pieza de tela y luego se vuelve aplicar otra capa de resina que sella la superficie F[34], F[35] y F[36]. Se repite el mismo procedimiento hasta cubrir todo el panel.

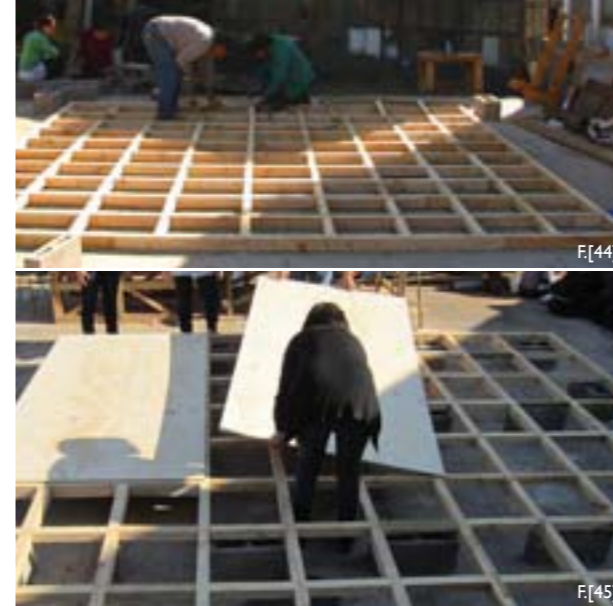
- **Dimensionado de madera para rieles**

Para lograr que las ventanas sean corredizas se construyen rieles que permiten que las ventanas se deslicen, estos miden 98,5 cms de largo y 2 de ancho, se ubican a 2 cms de distancia del borde del marco.

F[38] Fijación de ventanas corredizas al panel.

F[39] Panel ventana inserto en la estructura, vista exterior.

F[40] Panel ventana, vista interior.



F.[41] Trazado del suelo, vigas externas  
 F.[42] Conformación del espacio, vigas principales.  
 F.[43] Fijación de piezas de entramado del suelo.

#### 4.5. Suelo

Se determina que el piso será 2 cms mas angosto en cada borde de modo que las paredes sobresalgan y no permitan el ingreso del agua al recinto.

- **Trazado del espacio**

Se traza en el suelo el espacio del piso que es de 4,20 por 4,20 mts. Tener el dibujo de las dimensiones del suelo permite posicionar las vigas posteriormente.

- **Construcción de vigas**

Las vigas se construyen con maderas de pino dimensionado de 2x3", y sus medidas son las siguientes:

- 2 vigas de 420 cms
- 11 vigas de 410 cms

- **Conformación del espacio**

El montaje se inicia con las vigas que conforman el perímetro <sup>F.[41]</sup> y luego con las que van en su

interior <sup>F.[42]</sup>, que se ubican a 37 cms de distancia aproximadamente. La distancia de las vigas está determinada por las dimensiones del terciado que irá sobre ellas, de modo que calce al fijarse sobre las vigas.

Posteriormente se dimensionan las maderas que irán entre las vigas para formar un entramado que le de resistencia a la estructura <sup>F.[43]</sup> y <sup>F.[44]</sup>. Se utiliza madera de pino dimensionado de 2x2" y se fijan con clavos de 3" y 4". Las medidas de las piezas se detallan a continuación:

- 56 piezas de 36,5 cms
- 7 piezas de 45,6 cms

- **Cubierta de terciado**

Una vez construida la estructura del suelo se cubre con planchas de terciado estructural de 12 mm <sup>F.[45]</sup> y <sup>F.[46]</sup>. Son necesarias 7 planchas de 244 por 122 cms, y se dimensionan en las siguientes medidas:

- 3 planchas enteras, de 244 por 122 cms
- 3 planchas de 176 por 122 cms
- 1 plancha de 54 por 244 cms
- 1 plancha de 54 por 176 cms

F.[44] Entramado del suelo terminado.  
 F.[45] Cubierta del suelo con terciado.  
 F.[46] Suelo finalizado.  
 ANEXOS: Esquema de medidas del suelo, en página 218



F[47] Paneles para conformar una pared.

ANEXOS: Esquema de conformación de muros, en página 216

F[48] Armado de paredes, vista exterior de los paneles.

F[49] Armado de paredes, vista interior de los paneles.

F[50] Unión de paneles a vigas.

F[51] Armado de paredes.

F[52] Pared finalizada.

F[53] Primera pared fijada.

F[54] Segunda pared fijada.

F[55] Tercera pared fijada.

F[56] Cuarta pared fijada.

#### 4.6. Levantamiento de paredes

Al tener construidos los paneles que se ocuparán en la conformación del espacio y el suelo en el que se armarán, se procede con el armado de las paredes para luego ser posicionadas en el perímetro del recinto.

##### • Conformación de los muros

Para conformar una pared es necesario: 2 paneles esquina, 1 panel muro grande, 1 panel muro pequeño y 2 vigas de pino seco cepillado de 2x4" F[47]. El primer proceso es unir las vigas a los paneles esquinas, para esto se prensan las piezas y se atornillan con tornillos de #6x2". Luego se repite el mismo proceso fijando el panel muro grande a los paneles esquinas y finalmente el panel muro pequeño F[48], F[49], F[50], F[51] y F[52].

##### • Unión paredes

Al tener constituidas las 4 paredes se unen por las esquinas del espacio, es decir en los extremos de cada pared. Para esto es necesario tener vigas de 4x4" que reciban 2 paredes formando un ángulo de 90°.

Para obtener las 4 vigas se utilizan cuartones de pino verde de 4x4" el cual se dimensiona a los 220 cms de altura y se corta en diagonal, para obtener 2 vigas de un cuartón.

Se inicia el proceso uniendo una de las paredes a una viga, luego se fija la pared con una diagonal para mantenerla perpendicular al suelo. A medida que se van fijando las paredes a las vigas, también se van atornillando al suelo F[53], F[54], F[55] y F[56].





F[57]



F[58]



F[59]



F[60]



F[61]



F[63]

F[57] Montaje de columnas de botellas en panel muro pequeño.

F[58] Montaje columnas de botellas en panel esquina.

F[59] Fijación de alambre en el panel.

F[60] Panel esquina finalizado.

F[61] Avance de montaje de columnas en los paneles.

F[62] Sección finalizada.

F[63] Montaje horizonte de luz en el panel.

F[64] Vista exterior de horizonte de luz.

- **Montaje columnas de botellas**

Se conforman las columnas de botellas de acuerdo a cada panel y se insertan en los orificios del diámetro de la botella F[57], F[58], F[61] y F[62].

- **Instalación de alambre por un lado del panel**

Al estar insertas las columnas en los paneles se refuerzan con 2 secciones de alambres, que impiden el movimiento de las botellas F[59] y F[60].

- **Montaje de horizontes de luz**

Se insertan los paneles previamente contruidos de 300 por 40 cms en los espacios correspondientes en las paredes. Para llevar a cabo el proceso se golpean con un martillo los paneles para ser introducidos y luego ser fijados con tornillos por todo su contorno F[63] y F[64].

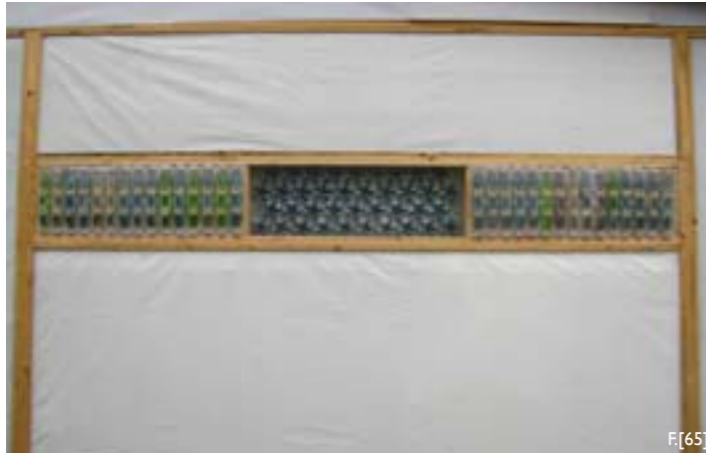


F[62]

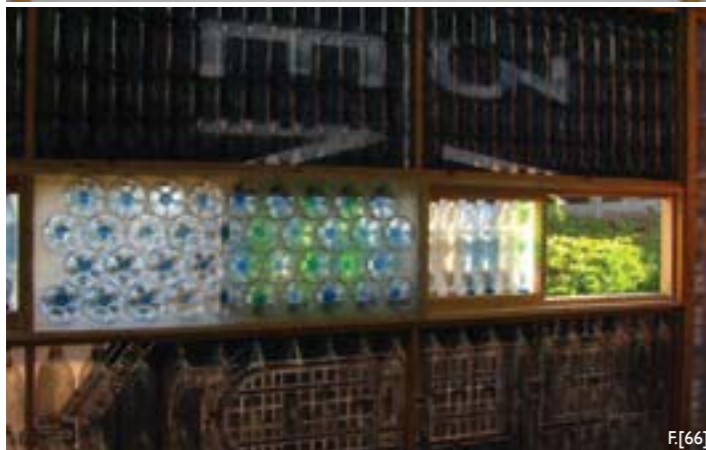


F[64]





F.[65]



F.[66]



F.[67]



F.[68]

F.[65] Vista exterior panel ventana.

F.[66] Vista interior panel ventana.

F.[67] Apertura de ventana corrediza.

F.[68] Encadenado superior.

F.[69] Fijación de piezas para encadenado superior.

F.[70] Esquina encadenado superior.

- **Montaje de ventanas**

Al igual que los paneles de horizonte de luz se introducen los marcos de las ventanas en el espacio entre los paneles muro grande y pequeño. Se fija con tornillos el marco que contiene los rieles y se insertan las 2 secciones de ventana en él, que le dan el carácter de corrediza a la ventana <sup>F.[65]</sup>.  
F.[66] y F.[67].

- **Encadenado superior**

Se fija todo el perímetro superior de las paredes con maderas de pino seco cepillado de 1x4", lo cual refuerza toda la estructura <sup>F.[68]</sup>, <sup>F.[69]</sup> y <sup>F.[70]</sup>.



F.[69]



F.[70]



F[71] Construcción de cerchas.

F[72] Cercha terminada.

F[73] Levantamiento de la primera cercha.

F[74] Vista de la unión de las aguas de las 5 cerchas.

F[75] Fijación de las cerchas

F[76] Levantamiento de cerchas finalizado.

F[77] Plano de medidas de las cerchas.

ANEXOS: Esquema de medidas de la cubierta, en página 220

#### 4.7. Cubierta

La construcción de la cubierta es el último proceso en la conformación total del espacio. Se construirá de una agua y tendrá un alero de 30 cms aproximadamente en todo su contorno.

- **Construcción de cerchas**

Se construyen 5 cerchas con tapas de 1x4". Se conforman triángulos de 480 cms en su parte más larga y con 70 cms de altura, estos se refuerzan con 4 verticales <sup>F[71], F[72] y F[77]</sup>.

- **Levantamiento cerchas**

Se fijan las cerchas sobre el encadenado superior, cuidando dejar 30 cms de alero en cada extremo. Se parte fijando los extremos y luego las 3 cerchas interiores que se ubican a 1 metro de distancia cada una <sup>F[73], F[74], F[75] y F[76]</sup>.

- **Montaje techo**

Sobre las 5 cerchas se ubican las costaneras, que son también tapas de 1x4". En ellas se montan los paneles contruidos para la cubierta que se traslapan para permitir el flujo del agua (a modo de teja).



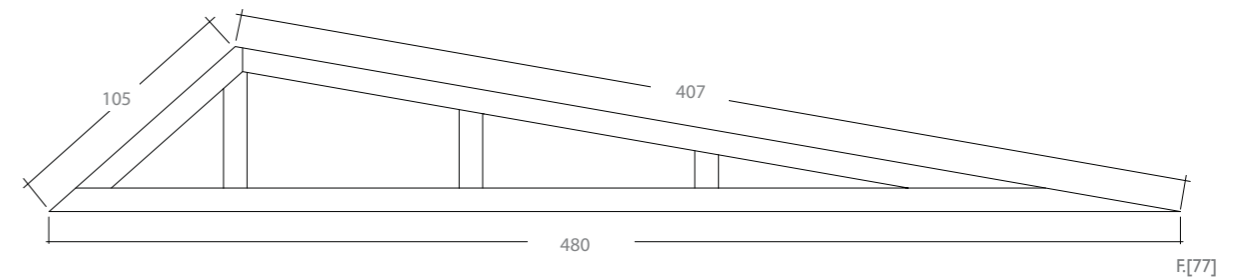
F[73]

F[74]

F[75]



F[76]



F[77]

## 5. HERRAMIENTAS, MATERIALES, GASTOS Y TIEMPO

A modo de resumen, se detallan a continuación los materiales y gastos que implicó construir un espacio de estas proporciones, las herramientas que se emplearon y el tiempo que se requiere para llevar a cabo este proyecto.

### a. Tabla de herramientas

| HERRAMIENTAS    |                     |
|-----------------|---------------------|
| - Taladro       | - Ingletadora       |
| - Martillo      | - Sierra de banco   |
| - Lijadora      | - Sierra de huincha |
| - Engrapadora   | - Sierra circular   |
| - Atornillador  |                     |
| - Alicata       |                     |
| - Tijera        |                     |
| - Sierra manual |                     |

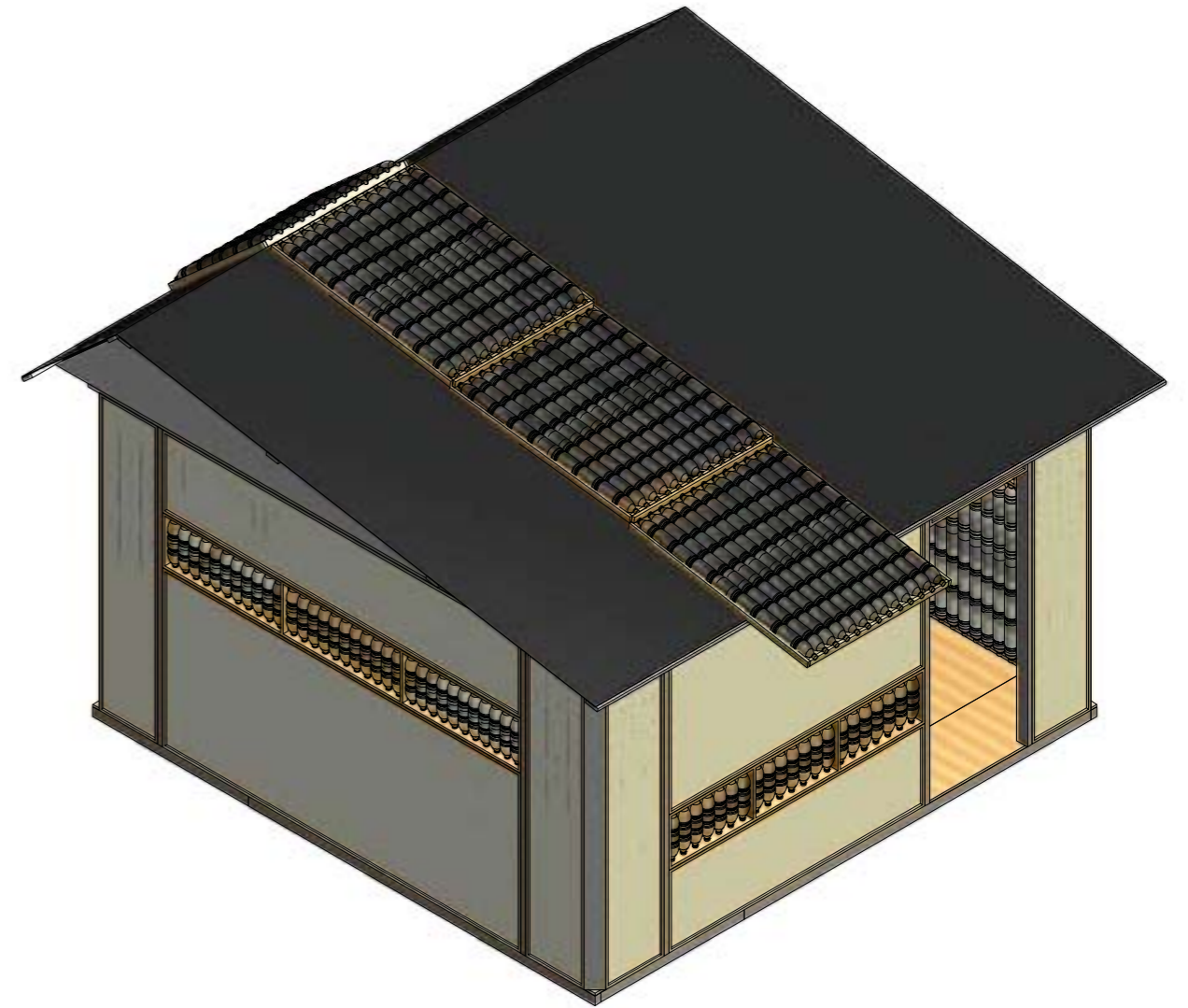
### b. Tabla de materiales y costos

| MATERIALES Y COSTOS          |              |          |                         |
|------------------------------|--------------|----------|-------------------------|
| 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 1/4 " 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 KI                  | \$ 314       | 3        | \$ 942                  |
| Acelerante cobalto 6%        | \$ 187       | 3        | \$ 561                  |
| Amarra cable                 |              |          | \$ 1.990                |
|                              |              |          | <b>TOTAL: \$322.515</b> |

c. Tabla de tiempos de trabajo

### TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

| 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       |
|   | Conformación 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                      | Construcción de cerchas                 | 6 horas           | 3       |
|   | Levantamiento estructura                | 5 horas           | 3       |
|   | Encadenado superior                     | 2 horas           | 2       |
|   | Recubrimiento                           | 4 horas           | 1       |
| <b>TOTAL:</b>                           |   | <b>167 horas</b>  |         |



## 6. INSERCIÓN DEL ESPACIO EN LA COMUNIDAD

Desde un comienzo el objetivo del proyecto tuvo un enfoque social que luego se corroboró al dimensionar el trabajo que conllevaba construir un espacio con botellas de PET reutilizadas, ya que requiere de un gran grupo humano sobre todo en la recolección de desechos.

La experiencia que se llevo a cabo con la construcción de un espacio de 4,20 por 4,20 mts y 2,20 mts de altura, tiene como finalidad un lugar de encuentro de la comunidad, por lo tanto su uso está abierto a las necesidades de la comunidad donde se inserte.

El criterio para decidir qué comunidad es apta para recibir este recinto depende de la cantidad de personas que vaya a hacer uso del espacio, del compromiso e interés de la comunidad por reutilizar desechos y de la seguridad que exista en el lugar, para resguardar la integridad del recinto. Este punto es relevante, ya que evidentemente las paredes del espacio que se propone no oponen mayor resistencia ante algún acto violento o robo, por lo que la comunidad que lo reciba debe contar con un lugar resguardado.

Además al referirnos a la inserción del espacio en la comunidad no sólo abarca la reubicación del recinto que se ha construido sino también de instaurar el método desarrollado, para que las mismas personas puedan llevar a cabo su proyecto y construir un espacio con las dimensiones que ellos determinen.

### 6.1. Opciones de inserción

Paralelo a la construcción del espacio se van abarcando opciones para decidir en qué lugar trasladar el espacio construido.

#### a. Población Monte Sinai

Se ubica en el sector Las Pataguas de Miraflores Alto, Viña del mar, y viven 180 familias en el lugar. La población sufrió un incendio a principios del año 2012 por lo que distintas organizaciones se involucraron en la reconstrucción del lugar. Al contactarnos con una de ellas, se presenta el espacio que se ha construido y el método constructivo desarrollado, y surge de parte de la organización la idea de proyectar el lugar como una biblioteca en la comunidad. Esto se contextualiza con las carencias de la población, ya que existe el interés y la disposición de la comunidad por fomentar el estudio en los niños residentes pero no disponen de un lugar para llevarlo a cabo.

Al ser una población con un gran número de habitantes el proyecto tendría continuidad, ya que en primera instancia se trasladaría el espacio construido en Ciudad Abierta a la población y luego la misma comunidad lo iría ampliando o construyendo nuevos puntos de encuentro. Debido a que necesitan espacios de mayor envergadura para acoger a la cantidad de familias que pertenecen a la población del Monte Sinai.

#### b. Junto al Barrio

JAB es una organización que participa y colabora en la materialización de iniciativas y proyectos de la población donde trabajan. Busca que familias, organizaciones e instituciones trabajen juntas en la articulación social de oportunidades, fortaleciendo los factores protectores del barrio <sup>F[1]</sup>.

Actualmente la organización se encuentra trabajando en la región Metropolitana y en Valparaíso. En la V región abarca los barrios Costa Brava, Viento Sur y Ramón Cordero, siendo el primero donde se encuentra la oficina de Junto al Barrio. El arquitecto Davor Posavac se encuentra a cargo y comenta que JAB en conjunto con la comunidad del barrio Costa Brava, de Playa Ancha, comparten y desarrollan un diseño colectivo de lo que se requiere en el sector, viendo las falencias y fortalezas en los espacios del barrio, ya sea en el interior de cada departamento o en los espacios públicos aledaños.

Se le presenta el proyecto al arquitecto y se le dan a entender las 2 opciones con las que se pretende continuar el proyecto. La primera es mostrar el espacio que se ha construido en Ciudad Abierta y señalar que se pretende trasladarlo al barrio y que la comunidad le dé el uso que requieran, y la segunda propuesta consiste en que las personas desarrollen el método constructivo que se ha empleado para construir nuevos espacios.

Ante estas propuestas, el arquitecto señala las siguientes apreciaciones sobre el traslado del espacio al barrio Costa Brava:

- El barrio carece de puntos de encuentro de la comunidad por lo que contar con un nuevo espacio sería beneficioso para la población.
- El sector donde se encuentra el barrio está en una quebrada por lo que la vista es privilegiada, y ante esto el arquitecto plantea usar el espacio como un mirador.
- JAB desarrolla diversos talleres con la población que les permiten aprender nuevas técnicas y generar recursos económicos. Por lo tanto el espacio construido con botellas sería un lugar

F[1] Datos extraídos de:  
[www.juntoalbarrio.cl](http://www.juntoalbarrio.cl)

de venta de los objetos que desarrolla la comunidad.

Estas opciones no son factibles si no se implementa una medida de seguridad al espacio, ya que una de las grandes problemáticas del barrio es la delincuencia y la violencia que se encuentran presentes, por lo tanto habría que acondicionar el lugar antes de llevar la estructura y/o involucrar a la gente con el proyecto para crear un sentimiento de pertenencia.

Respecto a desarrollar el método constructivo a base de la reutilización de botellas PET en el barrio, el arquitecto propone ocuparlo como separador de ambientes, ya que los departamentos en donde viven las familias carecen de aislación acústica lo cual es un problema para la cotidianidad de los residentes. El modo de enseñarle a la población el método a desarrollar sería a través de talleres, que se relacionarían con las que ya ha impartido el JAB en el barrio.

#### **c. Escuela rural**

Al estudiar los posibles lugares del traslado del espacio construido en Ciudad Abierta, la opción más factible sería una escuela rural. La razón de que sea en una escuela es porque es un lugar resguardado (privado) donde no estaría presente la problemática de los robos o daños al espacio, y el motivo de que sea rural es para aportar al crecimiento de escuelas de bajos recursos que apreciarían el aporte a su infraestructura. Además una escuela es una gran comunidad, lo cual facilitaría la recolección de botellas para construir nuevos espacios.

### **6.2. Rol de la comunidad**

Desde el inicio del proyecto se plantea como fundamental el aporte de un grupo de personas para llevar a cabo la construcción de un espacio con la reutilización de botellas. Si bien el proyecto podría ser desarrollado por una persona, el trabajo y tiempo que conlleva la recolección de botellas, retardaría bastante la construcción del espacio. Además las características que proporciona un lugar construido con botellas PET no son recomendables como vivienda, pero sí como un lugar de resguardo que otorga un habitar esporádico, lo cual se relaciona con el tema de la involucración de la comunidad en donde el espacio tendría la connotación de un “lugar de encuentro de la comunidad”.

## **7. HABITAR DEL ESPACIO**

La comunidad que reciba el espacio ya construido será la que defina el uso que este tendrá, pero hay ciertos parámetros en común que tendrían las posibles opciones.

Se proyecta un mobiliario en el interior, el cual se adaptaría a las vigas (listones de 2x3”) y otorgaría mayor rigidez a la estructura total. Los posibles objetos que se construirían sería una pizarra, que sería de utilidad en el caso que el espacio se ocupara como una sala de clases o una junta de vecinos, y estantes adaptados a las paredes.

## **8. APORTE ECOLÓGICO DEL PROYECTO**

Uno de los grandes beneficios de desarrollar un proyecto en donde se reutilizan desechos es el aporte ecológico que implica. Se reduce un gran volumen de desperdicios que irían directamente a la basura. Además cabe recalcar el tiempo que demora una botella PET en degradarse que es de 100 años aproximadamente encontrándose a la intemperie y de 1000 años bajo tierra.

DISEÑO DE INVERNADERO PARA CONDOMINIO “30 VIVIENDAS  
MÍNIMAS” DE PLAYA ANCHA

TITULO III

## I. FUNDAMENTOS DEL PROYECTO

### I.1 Origen

El proyecto nace de una alianza de cooperación entre la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y el Fondo de Solidaridad e Inversión Social (FO-SIS) del Ministerio de Desarrollo Social. Esta alianza contempla la asistencia en el diseño de las tecnologías que serán implementadas en el proyecto “Balcón Productivo Trabún Mapu”, el cual desarrollará un espacio comunitario productivo en un condominio social en Playa Ancha. Dentro de las diferentes tecnologías que se implementarán, está contemplada la construcción de un invernadero en donde se comienza a trabajar tomando en cuenta las diferentes necesidades climáticas y topográficas del sector a intervenir, además de las características necesarias para la producción de hortalizas, hierbas y flores.

### I.2 A quien está dirigido

Específicamente está dirigido a 30 familias pertenecientes al condominio social “30 viviendas mínimas”, de la comuna de Valparaíso en el sector de Playa Ancha.

De estas familias el 70% se ubica en el primer quintil mas pobre de la población y 11 de ellas están en el “Sistema de protección social Chile Solidario”.

Cada familia tiene como promedio 4 miembros, siendo un total de 112 personas en el condominio. La mayoría de las personas se encuentran entre los 30 a 59 años (36%) y entre los 18 y 29 años (25%).

En cuanto a sus oficios, se destacan mujeres que se dedican a labores domésticas y hombres dedicados a la construcción, como carpinteros, pintores, jornaleros, etc, los cuales pueden apoyar en la ejecución y mantención del balcón productivo, además de aprender un oficio nuevo.

Cabe destacar que estas familias cuentan con dos comités de organización y han podido desarrollar proyectos anteriores con éxito.



## 2. PROYECTO FOSIS: BALCÓN PRODUCTIVO TRABÚN MAPU Unidos por la tierra

El proyecto se propone para las familias del comité de vivienda “Los Pinos” y “Estrellita Naciente”, los cuales forman parte del condominio social “30 Viviendas Mínimas” el cual nace como un proyecto conjunto entre la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo a través del Fondo Solidario de Vivienda. La idea surge a partir de un taller de arquitectura que deriva en el proyecto de investigación “Estudio de modelos arquitectónicos de vivienda social que den cabida a las necesidades y anhelos de los grupos postulantes y su aplicación a un caso en Valparaíso”.

Este grupo social es seleccionado para la implementación del proyecto, ya que se encuentran en pleno proceso de adaptación a las nuevas viviendas y a la vida en comunidad, además tienen un nivel de organización definido y ganas de emprender a nivel familiar y colectivo.

### 2.1. Objetivos

El proyecto a grandes rasgos, busca mejorar las condiciones de vida comunitaria de las 30 familias, además de los siguientes objetivos específicos:

- Implementar el “Balcón productivo Trabún mapu” como un espacio comunitario dentro del condominio.
- Mejorar hábitos alimenticios.
- Sustituir gastos de alimentación para las familias.
- Capacitación de las familias en alimentación saludable, técnicas constructivas y reutilización de desechos.
- Integración de todos los miembros de la familia en la producción, ya sean niños o personas de la tercera edad.

### 2.2. Ventajas del Proyecto

**a.** Permite aprovechar un espacio comunitario con una actividad productiva, que les permita a las familias abastecerse con alimentos frescos, saludables y autogenerados, sin aumentar los costos y compartir de un espacio común, instancia que les permite además conocerse como vecinos e incorporar una actividad al aire libre.

**b.** Constituye un apoyo económico para la familia en aquellos momentos en que el acceso al empleo presenta dificultades <sup>F[1]</sup>.

### 2.3. Especificaciones Técnicas

#### a. Tecnologías

Se contemplan varias tecnologías a implementar dentro del complejo del balcón productivo, las cuales son acordes con el concepto de auto sustentabilidad que presenta el proyecto. Estas son:

- Invernadero para producción de Hortalizas y plantas medicinales
- Sistema de Biofiltro
- Acumulador de agua para riego
- Riego por cinta
- Lombricultura
- Estación de Reciclaje
- Horno de barro (cocina y t° para el invernadero)

#### b. Plazos

El proyecto contempla una duración de 9 meses y se determina que específicamente la construcción del invernadero debe concluir en el 6° mes desde que se inicie el proyecto.

#### c. Presupuesto

| Item  | Monto            | Mes 1          | Mes 2          | Mes 3            | Mes 4          | Mes 5          | Mes 6          | Mes 7    | Mes 8          | Mes 9    |
|---|------------------|----------------|----------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------|
| 1. Flete                                    | 160.000          |                | 0              | 100.000          | 30.000         | 30.000         |                |          |                |          |
| 2. Mano de obra                             | 800.000          |                |                | 500.000          |                | 300.000        |                |          |                |          |
| 3. Herramientas                             | 240.000          | 120.000        |                | 120.000          |                |                |                |          |                |          |
| 4. Materiales de construcción               | 1.200.000        |                | 400.000        | 500.000          | 200.000        | 100.000        |                |          |                |          |
| 5. Insumos para producción                  | 800.000          |                |                | 300.000          | 300.000        | 200.000        |                |          |                |          |
| 6. Mantenimiento, habilitación y reparación | 800.000          | 400.000        |                | 200.000          |                | 100.000        | 100.000        |          | 300.000        |          |
| <b>Total</b>                                | <b>4.000.000</b> | <b>520.000</b> | <b>400.000</b> | <b>1.720.000</b> | <b>530.000</b> | <b>730.000</b> | <b>100.000</b> | <b>0</b> | <b>300.000</b> | <b>0</b> |

F[1] Datos extraídos de:

Anexo 1, Propuesta de ejecución de proyecto piloto fondo de cooperación Chile- México AGCI)



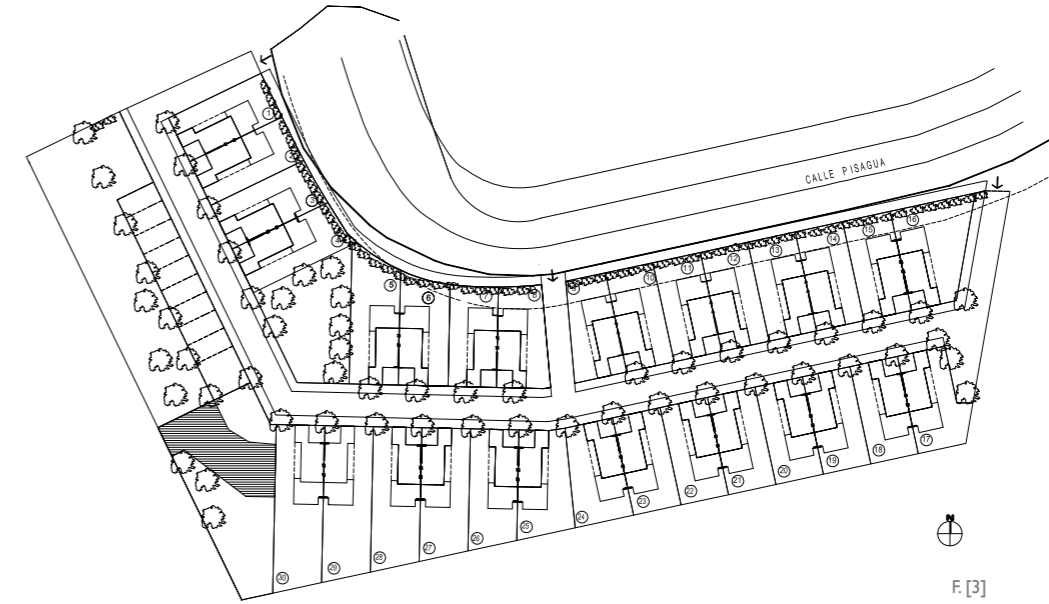
F.[2] Imagen satelital de la ubicación del condominio.

#### d. Metodología de trabajo

La metodología con la que se trabaja es teórico-práctica, ya que son las propias familias quienes construirán las diferentes tecnologías, guiadas por los diferentes miembros del proyecto. Esto será apoyado por talleres de capacitación y material guía, el cual será entregado a cada familia.

#### 2.4. Sector de emplazamiento

El condominio se encuentra en el 5° sector de Playa Ancha, de cara al camino la pólvora <sup>F.[2]</sup>. Se ubica en el inicio de una quebrada lo cual equivale a trabajar en un terreno con una pendiente pronunciada. Además se encuentra totalmente expuesto al viento, por lo que se debe asegurar que la estructura resista esta fuerza <sup>F.[3]</sup>.



F.[3]

### 3. ESTUDIO DE INVERNADEROS

#### 3.1. Funciones y características básicas de un invernadero

La RAE define los invernaderos como “Recintos en el que se mantienen constantes la temperatura, la humedad y otros factores ambientales para favorecer el cultivo de plantas.”

En otras palabras son lugares o construcciones recubiertas de vidrio o plástico, donde artificialmente se fuerza el desarrollo de plantas, vegetales, flores, etc.

Mediante la radiación solar se calienta el aire en su interior, el cual se encuentra encerrado gracias al recubrimiento, por lo tanto el calor no se disipa y se acumula. Esto favorece a cierto tipo de plantas que no sobrevivirían en el exterior o se desarrollarían más lentamente.

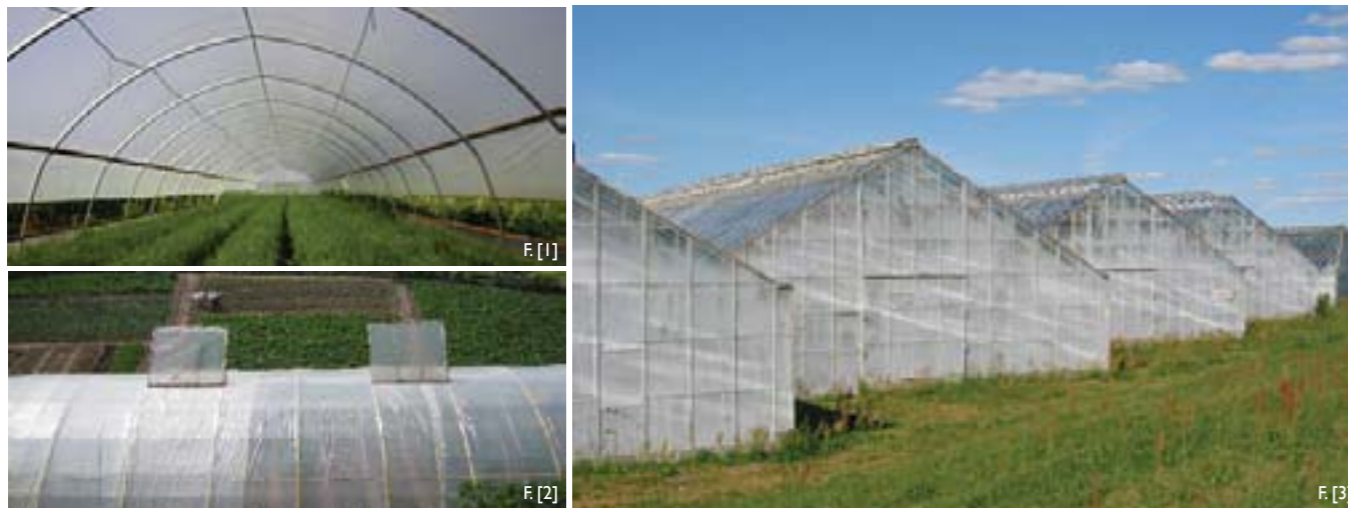
La temperatura de los invernaderos debe poder siempre regularse (especialmente en verano), utilizando ventanas o aberturas que permitan corrientes de convección que intercambien temperaturas.

#### 3.2. Tipos de invernaderos

Para comenzar a diseñar la propuesta del invernadero se estudian diferentes tipos de invernaderos identificando características, ventajas y desventajas de cada uno para implementarlas en el proyecto.

F.[3] Plano del condominio “30 viviendas mínimas”.

ANEXO: Plano total del condominio en página 226



F.[1] Interior invernadero tipo túnel.  
 F.[2] Ventilación invernadero tipo túnel.  
 F.[3] Exterior invernadero a dos aguas.

#### a. Invernadero Túnel

Se caracteriza por la forma semi-cilíndrica de su cubierta <sup>F.[1]</sup>. El uso de los invernaderos túnel se está volviendo más habitual por su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos, su rapidez de instalación y también porque permite el adosamiento de varias naves laterales, pudiendo ampliarse.

La ventilación es mediante ventanas cenitales que se abren hacia el exterior del invernadero <sup>F.[2]</sup>. Las dimensiones de un invernadero de este tipo están comprendidas entre 6 y 9 metros de ancho, con una altura de la cumbrera entre 3,5 y 5 mts.

#### b. Invernadero a dos aguas (Capilla)

Se trata de una de las estructuras más antiguas, empleadas en el forzado de cultivos <sup>F.[3]</sup>. La pendiente del techo varía entre los 15° y 35°, dependiendo de las condiciones climáticas del lugar (radiación solar y pluviometría).

La ventilación de estos invernaderos se logra con abertura laterales, excepto cuando se construyen varias de ellos de manera continua, donde la ventilación se ubica en la cubierta a modo de lucarna. Las medidas del invernadero varían entre 6 y 12 mts de ancho por un largo variable, y su altura es de 3 a 3,5 mts.

#### c. Invernadero “Chileno”

Se trata de una variante de los invernaderos tipo capilla. Es muy utilizado en climas mediterráneos



F.[4] Ventilación invernadero “chileno”.  
 F.[5] Interior invernadero “almeriense”.

de la zona central de Chile. La modificación respecto al de capilla consiste en el ensamble a diferentes alturas de cada agua de la cubierta, generando un espacio para una ventana cenital que se denomina lucarna. Esta lucarna sirve de ventilación y se encuentra siempre abierta, siendo cubierta con una malla o alguna membrana permeable <sup>F.[4]</sup>.

Sus dimensiones son de 6 mts de ancho por un largo variable, y 3,6 mts de altura desde la parte más alta de la lucarna.

#### d. Invernadero “Almeriense”

Se utiliza principalmente en zonas poco lluviosas y su estructura se encuentra constituida por dos partes claramente diferenciadas, una estructura vertical y otra horizontal. La estructura vertical está constituida por soportes rígidos perimetrales e interiores. Los interiores intermedios suelen estar separados unos 2 mts en sentido longitudinal y los perimetrales tienen una inclinación hacia el exterior de aproximadamente 30° con respecto a la vertical y junto con los vientos que sujetan su extremo superior sirven para tensar las cordadas de alambre de la cubierta. Tanto los apoyos exteriores como interiores pueden ser rollizos de pino, eucalipto o tubos de acero galvanizado. La estructura horizontal se conforma con mallas de alambre, que sirven para portar y sujetar el polietileno <sup>F.[5]</sup>.

Estos invernaderos de cubierta plana tienen una altura que varía entre 2,15 a 3,5 mts.

#### 4. PROPUESTAS CONSTRUCTIVAS

Del estudio anterior, se concluye cual tipo de invernadero usar como base para el diseño del proyecto. Se usa un invernadero tipo túnel pero con algunas modificaciones en su materialidad, suelo y estructura, para que trabaje mejor con las condiciones climáticas del lugar. El primer concepto del diseño trata de un invernadero con una estructura interna ligera, la que es tensionada a unos pilares exteriores, esto debido al viento predominante del sector de Playa Ancha. Otro aspecto que se modificó desde un principio fue el terreno del invernadero, al cual en vez de hacerse de modo tradicional a nivel del suelo, se decide hacer tipo terrazas vietnamitas.

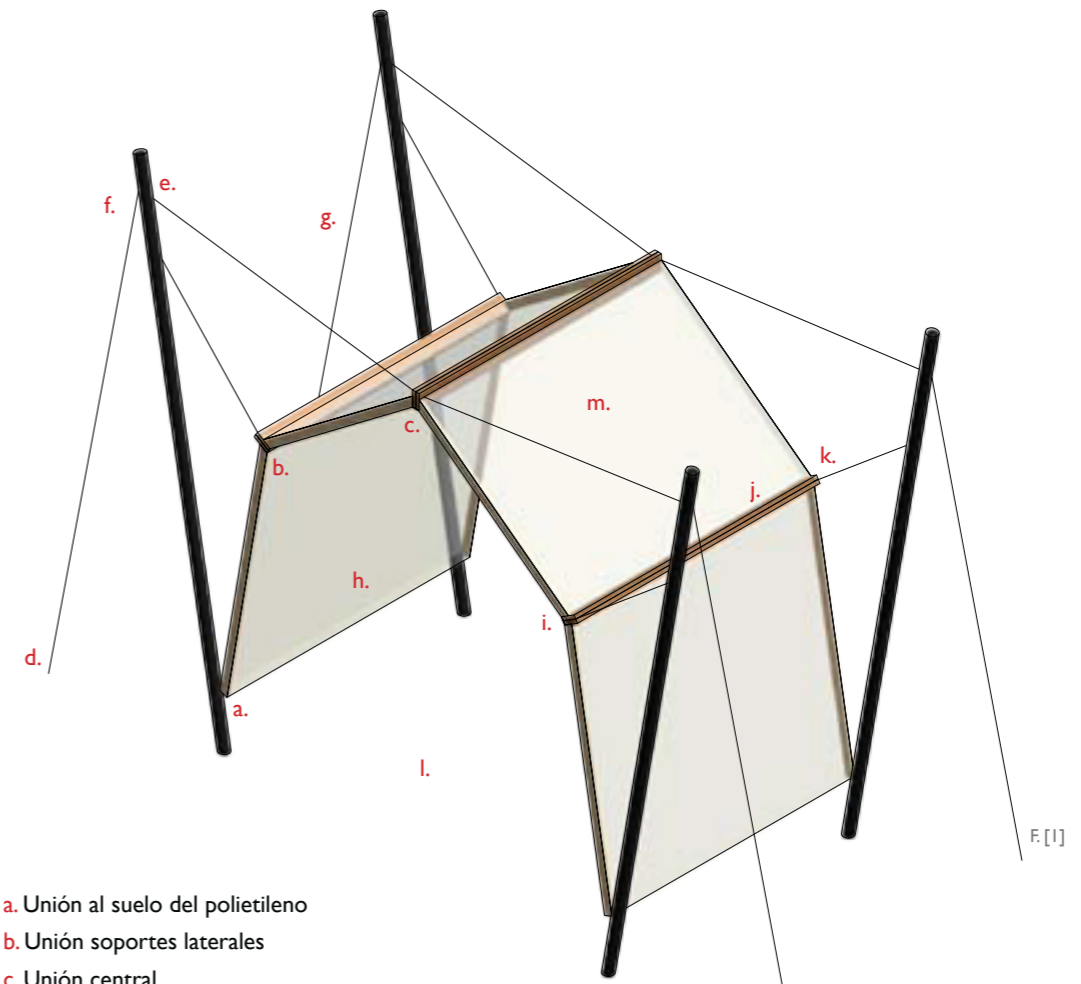
El método de cultivo vietnamita consiste en un sistema de terrazas, similar a las plantaciones de los incas, que debían hacer escalones en las montañas para facilitar sus cultivos. Estas terrazas o andenes de cultivo se construían excavando las montañas y formando terraplenes que se sostenían por medio de muros de piedra.

Aplicar este método favorece en el diseño del invernadero para el condominio “30 viviendas”, debido a que las terrazas de cultivo se harían bajo tierra, de tal modo que el invernadero se encuentre sumergido, quedando la mitad de este en la superficie. Esta condición es totalmente favorable, debido a que una de las exigencias de los habitantes del condominio era conservar la vista privilegiada que poseen, que es un mirador natural hacia el mar. Además el hecho que no haya una gran estructura beneficia la resistencia al viento, que es una gran problemática que proporciona el lugar. Cabe recalcar que es principalmente por esta razón que fue encomendado el proyecto a la escuela de Arquitectura y Diseño de la PUCV, ya que el diseño del invernadero que construye el FOSIS juntos a los beneficiados, es una estructura tosca que produciría oposición al viento.

##### 4.1. Visualización del total del espacio

Cada integrante propone una visualización total del espacio, en primera instancia no se interviene el terreno y se propone desde un suelo plano. Se abarcan distintos aspectos que se establecen previamente, los cuales se desglosan del siguiente esquema <sup>F[1]</sup>.

F[1] Visualización de una sección de la primera aproximación del invernadero.



- a. Unión al suelo del polietileno
- b. Unión soportes laterales
- c. Unión central
- d. Unión al suelo del tensor
- e. Unión del tensor al pilar
- f. Tipo de material del pilar, profundidad y ángulo de inclinación
- g. Tipo de material del tensor
- h. Tipo de polietileno
- i. Separación de las capas de polietileno
- j. Unión entre los soportes laterales
- k. Unión de las secciones
- l. Accesos
- m. Ventilación

F.[2] Maqueta de Tuare Vega.

F.[3] Maqueta de Diego Cortés.

F.[4] Maqueta de Alejandra Montenegro.

### a. CASO 1

Tuare Vega

Es la primera proyección de lo que podría ser el invernadero, por lo que se prueba que tan leve puede ser la estructuración de la carpa de polietileno.

En la parte central de la carpa se ubica una viga que toma el polietileno a lo largo estructurando este eje central, en los costados se toma el polietileno en 3 puntos y se tensa hacia los pilares.

La estructura es muy leve, por lo que debe aumentarse el número de pilares para un mejor desarrollo de la tensión en la estructura, así como construir más puntos para tensar el polietileno o estructura, como en la viga central.

El diámetro del espacio propuesto es de 3 x 6 mts <sup>F.[2]</sup>.

### b. CASO 2

Diego Cortés

La propuesta consta de un invernadero rectangular de 3 x 6 x 2,1 mts de altura, de estructura ligera la cual está tensada y sostenida por 8 pilares (4 a cada lado) los cuales tienen 3 metros desde la superficie.

La estructura está formada por cinco vigas de 6 metros (usando listones de 2 x 1"), una central, dos laterales y las dos últimas llegan al piso y se unen con los pilares permitiendo la posterior tensión del plástico con los tensores.

La viga central consta de dos listones que se presan con el polietileno de por medio, mientras que las otras cuatro van dentro de la manga y se unen a el plástico por unas piezas exteriores que además contienen el tensor.

Cada pilar tiene dos argollas a los 2,3 y 2,8 mts de altura donde llegan las cuerdas que tensan la viga central y las dos laterales.

La maqueta usa tres secciones de polietileno de 2 metros de ancho cada una, las que se traslapan y se deben unir previo el montaje para tensar todo el invernadero de una vez.

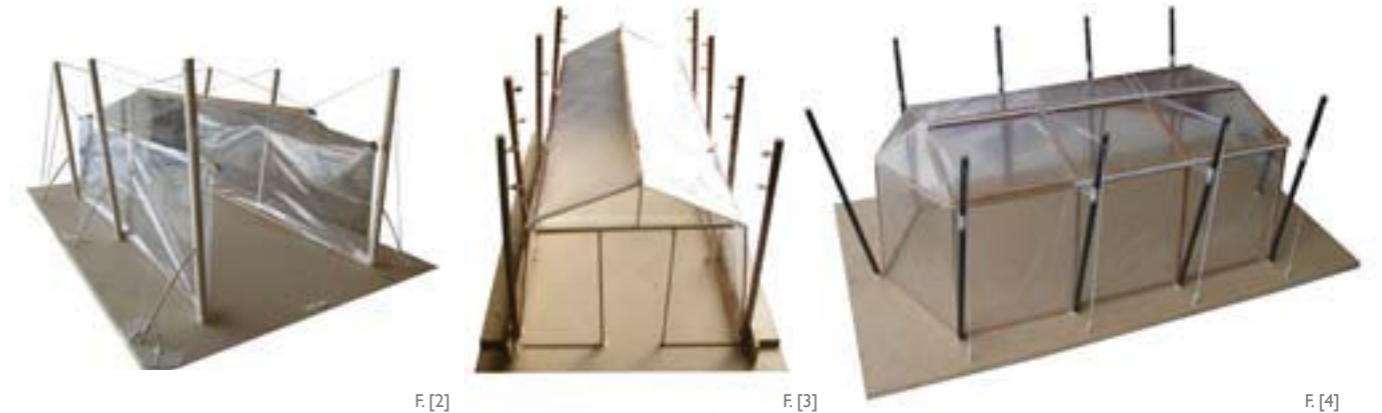
Los accesos tienen una estructura simple de madera que sigue la forma del perfil del invernadero, contempla la puerta y las ventanas que permiten la ventilación del invernadero. Esta estructura se repite en ambos lados ayudando también a darle soporte a las vigas <sup>F.[3]</sup>.

### c. CASO 3

Alejandra Montenegro

La propuesta consiste en una estructura que se sostiene a 10 pilares ubicados alrededor del invernadero, 4 a cada costado y 1 en cada extremo.

Se compone de 3 secciones con un ancho de 2 mts cada una, medida que fue determinada por



F. [2]

F. [3]

F. [4]

el ancho de la manga de polietileno. Estas secciones se unen por perfiles de madera que reciben ambos plásticos. Además toda la estructura se encuentra tensada desde las uniones horizontales, es decir de las partes laterales y central. Esto se logra gracias a listones de madera que se tensan otorgándole rigidez al plástico. También cumplen la función de separar la doble capa de polietileno que se encuentra presente en toda la estructura.

Los tensores se encuentran sujetos desde el invernadero a los pilares, que se ubican levemente inclinados hacia el exterior, y luego se refuerzan sujetándose con estacas al suelo, para contrarrestar la fuerza ejercida por la tensión.

Los extremos del invernadero se proyectan en ángulo para volver más aerodinámica la estructura. La diagonal que se forma en ellos es tensada desde el centro hacia un pilar que encuentra en cada extremo. Finalmente el acceso no queda totalmente resuelto, pero se visualiza en uno de los planos con una puerta <sup>F.[4]</sup>.

De esta primera aproximación al diseño del invernadero, se desprenden una serie de puntos primordiales para llevar a cabo su construcción. Se le otorga mayor importancia a resolver cómo será la unión del polietileno al tensor, es decir determinar cómo es la pieza que mantiene la estructura tensa y posiblemente una doble capa de polietileno.

La doble capa de polietileno en un invernadero permite crear una cámara de aire que evita la pérdida de calor por convección. Además actúa como doble protección contra deterioros o daños a la capa exterior.



F.[5] En primer plano propuesta de tensión del polietileno de Tuare Vega. En segundo plano propuesta de Alejandra Montenegro

F.[6] Propuesta de tensión de polietileno de Diego Cortés.

F.[7] Detalle de propuesta de Diego Cortés.

#### 4.2. Primera propuesta de sistema de tensión del polietileno

Luego de desarrollar a grandes rasgos las dimensiones del invernadero y aproximarse al sistema constructivo, se decide llevar a escala 1:1 la experiencia, para empezar a comprender el método de construcción, el cual deberá mantener la tensión del polietileno y posiblemente una doble capa de este.

##### a. CASO 1

*Tuare Vega*

La prueba consiste en una primera aproximación a cómo será la tensión del polietileno. Para llevarlo a cabo se utiliza polietileno delgado de 0.10 mm de densidad, donde en sus extremos se fija con una pieza de cartón atornillada a un listón de madera y luego se enrolla en este. La sección se sujeta de un listón inferior y superior a una estructura externa, desde la cual se tensa el polietileno <sup>F.[5]</sup>.

##### b. CASO 2

*Diego Cortés*

Se construye una sección para experimentar con la tensión del polietileno. La idea principal es unir el polietileno a dos listones, uno en cada extremo con cinta doble contacto <sup>F.[6]</sup>. Al plástico se



le agrega un tercer listón en la parte media, el cual se fija con unas piezas de madera y goma que presionan el polietileno con unos pernos <sup>F.[7]</sup>. Estas piezas, además tienen otras funciones ya que de esta sale un cáncamo que permite amarrar y tensar la membrana. Estos tensores son los que sostienen y le dan la forma al futuro invernadero.

Otra función importante de las piezas, es que unen las secciones de las vigas, las cuales están pensadas para ser divididas en secciones determinadas por el ancho de la manga de polietileno.

Un punto importante respecto a la tensión del polietileno, es que cualquier fijación de este debe ser constante y no en parte puntuales porque de esta manera no es posible una buena tensión y con el tiempo tiende a romperse por el movimiento.

##### c. CASO 3

*Alejandra Montenegro*

Basándose en la maqueta propuesta anteriormente <sup>[CASO 3, Propuesta de visualización total del espacio]</sup>, se aplica el sistema planteado que consiste en 2 piezas de madera separadas por un listón que le da la separación a las 2 capas de polietileno <sup>F.[9]</sup>. Ambas se tensan desde la parte inferior y superior, y además de los tensores que le otorgan un ángulo de inclinación <sup>F.[8]</sup>.

F.[8] Referencia de altura de propuesta de tensión del polietileno de Alejandra Montenegro.

F.[9] Detalle de separación de polietileno de propuesta de Alejandra Montenegro.



F.[10] Segunda propuesta de tensión de polietileno de Diego Cortés.

F.[11] En primer plano propuesta de Tuare Vega y en segundo de Alejandra Montenegro.

F.[12] Propuesta de Alejandra Montenegro (izquierda) y de Tuare Vega (derecha).

### 4.3. Segunda propuesta de sistema de tensión del polietileno

Se decide continuar con la experiencia constructiva del método de tensión del polietileno, pero como previo requisito se determina considerar doble capa de plástico.

#### a. CASO 1

*Tuare Vega*

Se estructura la manga de polietileno fijando tres secciones de tubo, uno al centro y los demás en los extremos. El tubo central se introduce en la manga y se fijan dos piezas por el exterior uniendo los tres fragmentos y quedando el polietileno entre ellos. Los tubos de los extremos se introducen en la manga y se tensan a una estructura exterior <sup>F.[11] y F.[12]</sup>.

#### b. CASO 2

*Diego Cortés*

Se usan listones de madera cepillada y tubos de PVC de 25 mm para las piezas principales. En el centro, se usan dos listones de 2 x 1'' para presionar las dos capas de la manga de polietileno entremedio, fijándose con pernos y dejando una nervadura con alambre galvanizado N° 12 la que le da una mayor resistencia, ya que la tensión no llega a los pernos si no a la nervadura <sup>F.[10]</sup>.

En los extremos del polietileno se fijan otros listones para tensar posteriormente. A los listones centrales se le agregan piezas de madera desde donde salen los tensores y sirven también para unir las secciones del invernadero. Para separar las dos capas de polietileno, se introduce entre medio de ambas, un tubo de PVC desde el cual salen unas cuerdas que al tensarlas, forman un espacio



F.[13] Detalle de unión de las capas de polietileno al tubo de PVC de la propuesta de Alejandra Montenegro.

F.[14] Detalle de pieza para tensión de polietileno de la propuesta de Alejandra Montenegro.

entre ambas capas. Estos tensores están proyectados para estar dentro del invernadero, pero sin intervenir el tránsito y el trabajo en su interior.

#### c. CASO 3

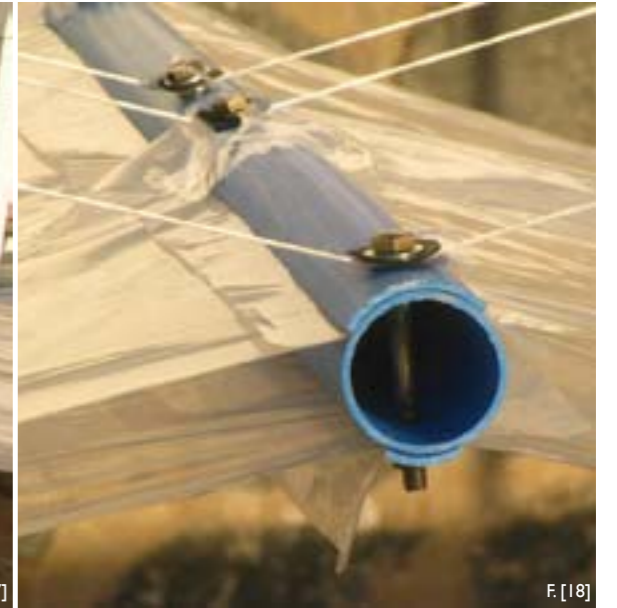
*Alejandra Montenegro*

Se tensa el polietileno de la parte inferior y superior con un tubo de PVC de 30 mm de diámetro, el cual permite mantener separadas las capas de plástico <sup>F.[11] y F.[12]</sup>. En la parte donde se forma un ángulo se construye una pieza con un tubo de PVC de 50 mm más 2 fragmentos de otro tubo de 50 mm. Uno de los fragmentos corresponde a medio tubo cortado a lo largo, y la otra pieza a ¼ de tubo. La pieza más grande va por el lado exterior de la estructura, y la pequeña por el lado interno. Se perforan los 2 fragmentos y el tubo entero de 50 mm con una broca de 6 mm <sup>F.[13]</sup>.

El montaje de la estructura se inicia fijando la capa externa de polietileno al tubo de 50 mm con la pieza de ½ tubo y la capa interna con la pieza más pequeña, todo este conjunto se mantiene fijo gracias a 2 pernos que traspasan todos los elementos <sup>F.[14]</sup>.

La sección construida se tensa desde los pernos y de acuerdo a la tensión ejercida se va regulando el ángulo que tendrá el invernadero en su interior.

De las propuestas construidas se decide continuar con la última planteada, ya que se comprueba que el PVC es un material fácil de trabajar, relativamente de bajo costo, liviano y permite cierto grado de flexibilidad. Además el sistema de tensión y de fijación del polietileno permite mantener de manera uniforme la separación de las capas.



F.[15] Vista lateral de la propuesta de unión de secciones.

F.[16] Vista frontal de la propuesta de unión de secciones.

F.[17] Unión central superior de la propuesta.

F.[18] Detalle de unión del polietileno.

F.[19] Detalle de la cubierta.

F.[20] Referencia de altura de la propuesta.

#### 4.4. Unión de secciones

Al determinar que se desarrollará la propuesta de unión de las capas de polietileno con tubos de PVC, se replican 4 secciones idénticas a la proposición para visualizar cómo sería la unión entre ellas.

Con 4 secciones se conforman 2 perfiles los cuales se unen entre ellos <sup>F.[15] y F.[16]</sup>. La unión se lleva a cabo con un tubo del mismo diámetro que se ocupa en cada sección, pero se le corta una parte para que pueda ser insertado dentro de los otros tubos. Esta pieza se mantiene fija ya que el tubo tiende a volver a su posición original, pero también se tiene considerado aplicar pegamento (Vinilit) para reforzar las uniones.

Para fijar los extremos inferiores se crea un sistema que consiste en enrollar las capas de polietileno a un tubo el cual se fija a un listón de madera, previamente colocado en el borde inferior, con tarugos que atraviesan el tubo y la madera.

La construcción de esta prueba también permite aproximarse al sistema de tensión. De la unión superior central emergen 4 tensores hacia los extremos superiores <sup>F.[17] y F.[18]</sup>, los cuales permiten mantener la altura máxima del invernadero, que es de 2,30 mts <sup>F.[19] y F.[20]</sup>. De las uniones laterales se desprenden 2 tensores de cada sección, que se ubican lo más alto posible, ya que mientras mayor sea el ángulo mejor se conforma el perfil requerido.







F.[21]

F.[21] Vistas de la primera propuesta de aproximación a un espacio curvo.

#### 4.5. Visualización de espacio curvo y estilo vietnamita

Se replantea la forma que está adquiriendo el invernadero y se propone generar curvas que le permitan tener una mejor resistencia aerodinámica y además hacer más atractivo el diseño.

También se determina empezar a proyectar el invernadero con el sistema de terrazas vietnamita, que serían 2 grandes terrazas a los costados del invernadero, separadas por un pasillo que permita el tránsito y el acceso a los cultivos.

##### a. CASO 1

###### *Propuesta en común*

Para comenzar a aproximarse a la forma curva se construye una maqueta tipo túnel, pero considerando sus accesos desplegables.

El espacio se encuentra inscrito en el diámetro de 3 por 6 metros, y se compone de tres secciones, las cuales se traslapan entre sí, quedando la sección central sobre la de los extremos, de modo que permita que escurra el agua sin entrar al invernadero.

Cada sección se arma con 2 arcos en los extremos y piezas interiores que permiten mantener la tensión. Los extremos se componen de 2 elementos curvos, los cuales se despliegan al estar cerrado el invernadero, y se vuelven a plegar para permitir el ingreso <sup>F.[21]</sup>.



F.[22]

F.[22] Vistas de propuesta de Tuare Vega.

##### b. CASO 2

###### *Tuare Vega*

La propuesta consiste en una estructura que se conforma con 3 vigas principalmente, las cuales se ubican horizontalmente en la parte superior del invernadero. Estas se unen entre sí con 5 arcos de diferentes medidas los cuales recorren el perímetro curvo de la estructura. La forma del invernadero se asemeja a un barril.

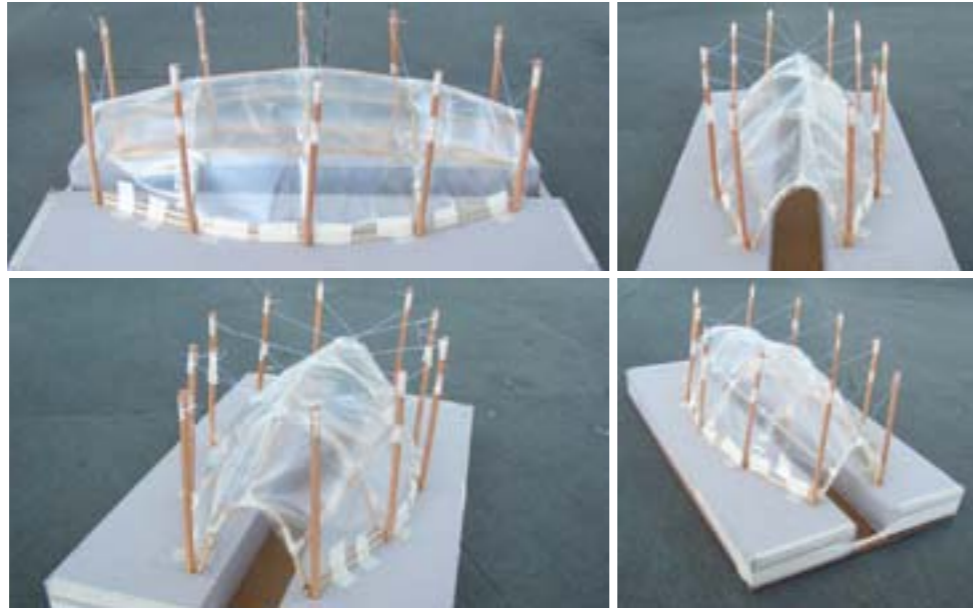
Se conforman 4 secciones que se componen de mangas de polietileno de 1,5 mts de ancho. Los accesos se proyectan como planos verticales que cierran la cubierta curva del invernadero.

La propuesta se planteó con 10 pilares, 5 a cada costado, pero al ser construida se comprueba que la estructura se sostiene por sí sola, por lo tanto no requeriría de pilares externos <sup>F.[22]</sup>.

##### c. CASO 3

###### *Diego Cortés*

Se plantea una estructura curva construida con tubos de PVC. Esta estructura consta de 5 arcos de diferentes tamaños los cuales están enterrados en el piso y se encuentran unidos por tres vigas de PVC (una central y dos laterales) y por dos listones de madera al nivel del suelo.



F.[23]

F.[23] Vistas de propuesta de Diego Cortés.

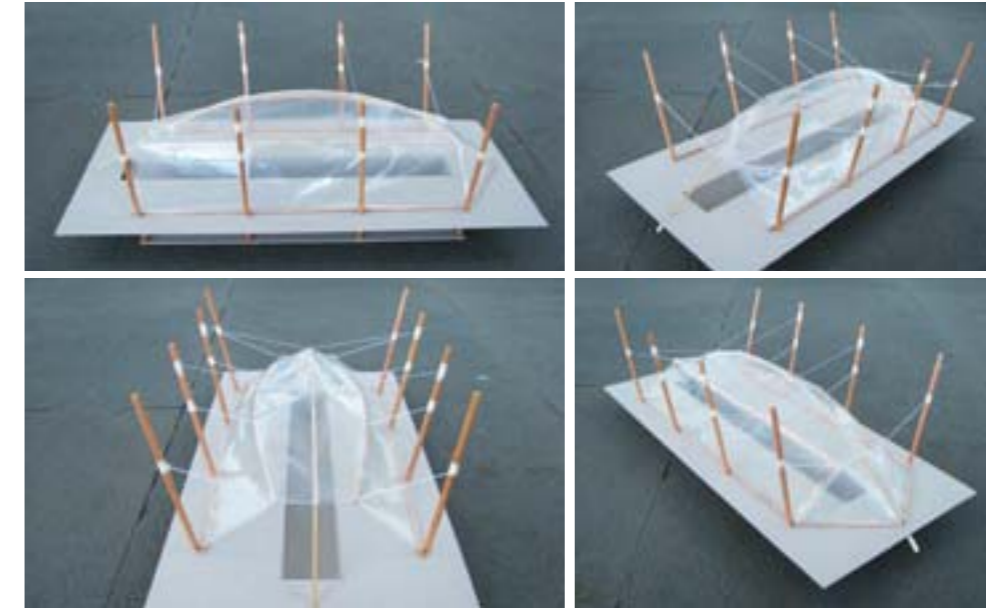
Se definen 5 pilares por lado, los cuales van frente a cada arco, ya que desde las intersecciones de estos con las vigas salen los tensores hacia el pilar. Los tensores cumplen la función de mantener fija la estructura y darle mayor resistencia al viento, pero esta se sostiene por sí misma. En cuanto al polietileno, está pensado en 4 secciones de 1,5 metros cada una, las cuales se traslapan para evitar que entre el agua y para otorgarle la forma curva se hacen pinzas en la cumbre. Para el suelo, se piensa hacer un pasillo de 80 cms de ancho por 60 cms de alto, permitiendo que el invernadero tenga sólo 160 cm de altura desde el suelo exterior; lo cual lo haría más resistente al viento <sup>F[23]</sup>.

#### d. CASO 4

*Alejandra Montenegro*

Al replantear la forma del invernadero y considerar una estructura curva, se propone que la curva abarque el total, es decir no por secciones como se ha llevado a cabo anteriormente. Para esto se traza una curva central, desde la cual deriva el resto de la estructura.

La estructura consiste en 3 vigas curvas, la principal que es la central y dos laterales, además de 8 pilares ubicados en el perímetro del invernadero, 4 a cada lado, que permiten lograr la tensión del



F.[24]

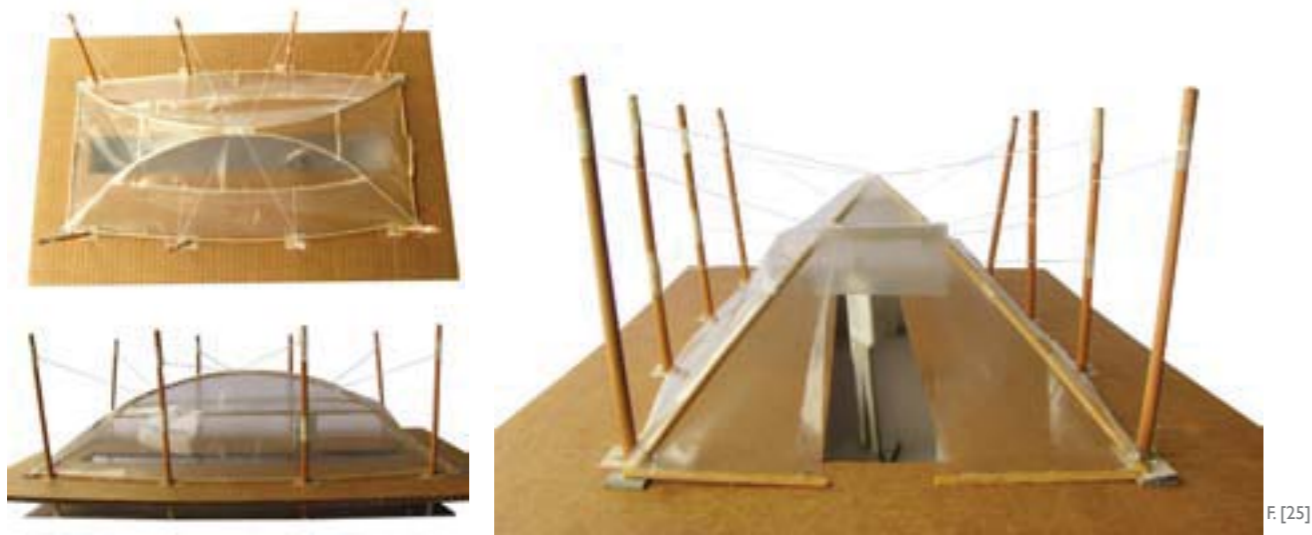
F.[24] Vistas de propuesta de Alejandra Montenegro.

polietileno al sujetar desde las vigas a los pilares.

Los tensores se ubican a 2 alturas; sujetando la viga central, la cual no requiere ser tensada sino que se refuerza para mantener su posición, y tensando las vigas laterales para conformar la cúpula al interior.

La ventilación del invernadero se proyecta en los centros de los costados, donde existiría la posibilidad de enrollar y fijar el polietileno cuando se requiera ventilar el interior. Los accesos aún no se abarcan, pero sí uno de los extremos el cual terminarían en punta de modo que continúe con la curva total del invernadero y además produciría menos oposición al viento <sup>F[24]</sup>.

El diseño de la última propuesta es el que se decide continuar, ya que uno de los aspectos favorables es la disminución de los pilares exteriores que beneficia en el presupuesto. Además la estructura proporciona la levedad que se busca en el diseño del invernadero para evitar la sombra en los cultivos.



F. [25]

#### 4.6. Mejoramiento estructura curva

Se vuelve a replantear la estructura y la forma que tendrá el invernadero, considerando el diseño de la propuesta anterior; además de la ventilación y los accesos.

##### a. CASO I

*Diego Cortés*

Se propone una estructura curva mas liviana y flexible que la anterior (4.5 propuesta C) la que consta principalmente con dos arcos estructurales que están separados 3 metros y se juntan en el centro formando la parte mas alta del invernadero. También tiene otros dos arcos laterales que ayudan a aumentar la cámara de aire dentro del invernadero y otros tubos más pequeños que cierran la estructura y desde los cuales se proyecta el acceso.

En cuanto a los pilares, se contemplan 4 por lado los que le dan la forma y sostienen la estructura total, estos tensan los arcos centrales y laterales.

El polietileno está pensado en 5 piezas, considerando que las que llegan a la base se puedan des- trabar y subir para dar paso a al ventilación.

Al interior del espacio se traza un pasillo y que desciende 60 cms, quedando con un alto total el

F.[25] Vistas de propuesta de Diego Cortés.



F. [26]

invernadero de 2 metros y 140 cm desde la superficie.

Para descender los 60 centímetros, se propone una escalera que empieza justo en el acceso del invernadero, así el surco queda en su totalidad al interior del invernadero <sup>F.[25]</sup>.

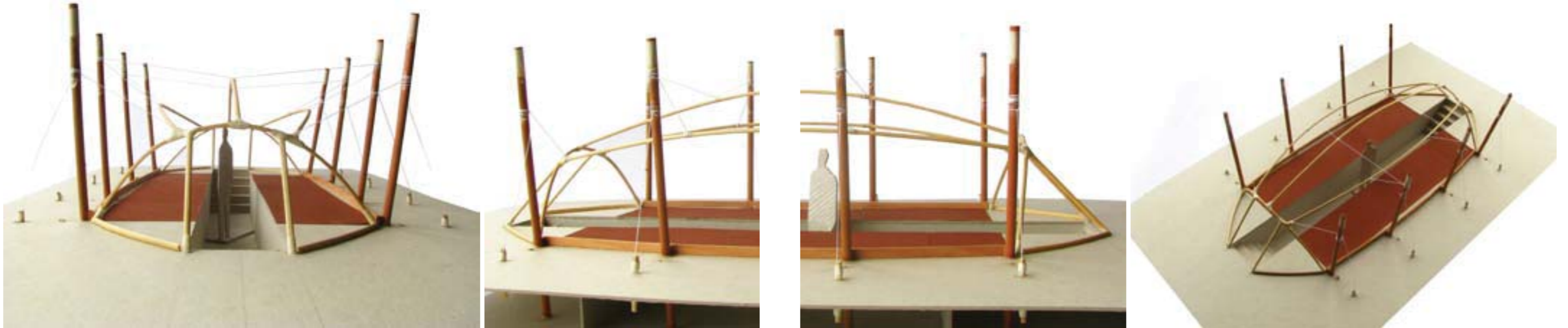
##### b. CASO 2

*Alejandra Montenegro*

Se siguen considerando 3 vigas curvas principales y se agregan 2 arcos en cada extremo para construir los accesos y además para poder unir las piezas de polietileno. Se proyecta el acceso en un solo extremo, este se construye con 2 tubos paralelos que se contraponen a la presión que ejerce la viga principal al estar curvada. Entre estos tubos se podrían ingresar al invernadero.

La altura máxima del invernadero es de 240 cms desde el suelo, y de 160 cms desde la superficie. La parte más baja, que es en la que se encuentra el acceso, es de 180 cms de altura de tal modo que permita el espacio para una persona que se encuentre de pie <sup>F.[26]</sup>.

F.[26] Vistas de propuesta de Alejandra Montenegro.



F.[27] Vista de propuesta de una estructura curva para ser construido en escala 1:1.

#### 4.7. Propuesta final para la construcción del espacio 1:1

Para llevar a cabo la maqueta que definirá cómo será la construcción del espacio 1:1 se replantea la propuesta anterior (4.6 propuesta B). La variación consiste en volver más simétrica la estructura por lo que se construyen 2 accesos, los cuales también servirán de ventilación, por lo tanto quedan 2 arcos en cada extremo que son contenidos por 2 tubos paralelos que forman la curva principal. El largo del invernadero se extiende a 770 cms, pero se considera como espacio de cultivo 2 franjas de 6 por 1,20 mts cada una. Además el pasillo tiene una altura de 80 cms lo que significa que disminuye la altura total del invernadero, quedando a 130 cms la altura máxima desde el nivel del suelo <sup>F.[27]</sup>.



F. [27]

## 5. CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO



F.[1] Trazado del perímetro y pasillo

F.[2] Excavación de zanja.

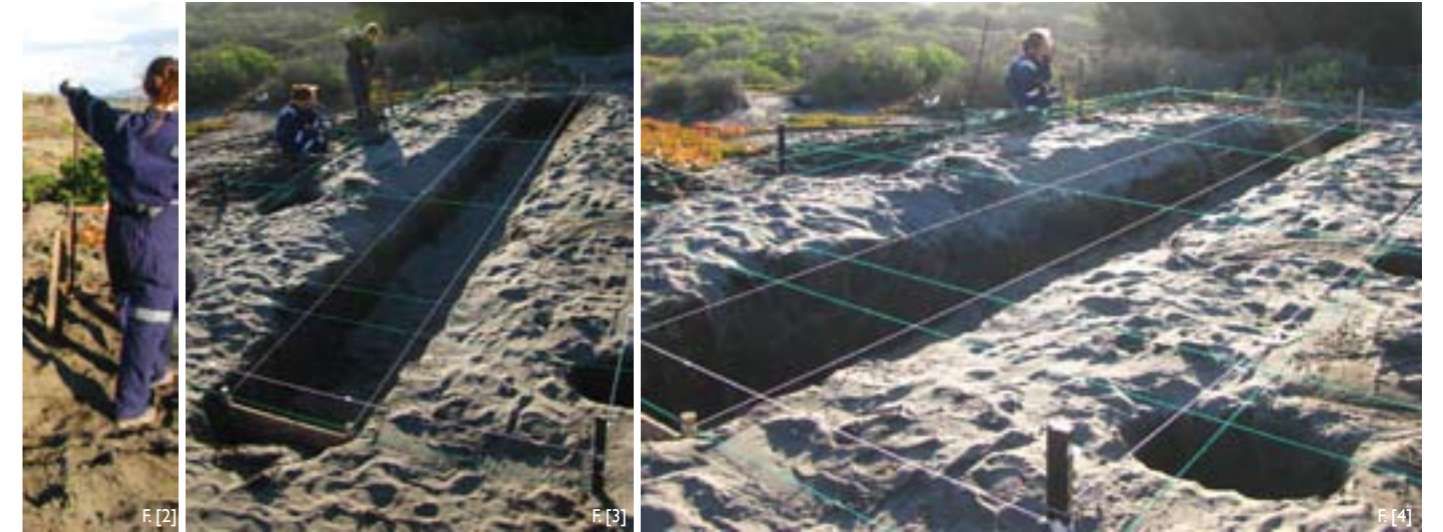
Luego de proyectar en la última maqueta cómo será la estructura y el diseño final del invernadero, se decide que para definir mejor las diferentes piezas y el orden de construcción, es necesario construir el invernadero a escala 1:1, para esto se lleva a cabo la propuesta en Ciudad Abierta.

### 5.1. Preparación del terreno

Se escoge el lugar donde se construirá y se traza un rectángulo de 3 x 7,70 mts, en el cual se inscribe el perímetro del invernadero. La dirección en que se proyecta se define según el viento predominante del lugar.

#### a. Trazado

Se inicia delimitando el contorno exterior que engloba la figura del invernadero. Se fija la primera estaca desde la cual se trazan guías que miden 3 mts de ancho y 7,70 mts de largo <sup>F.[1]</sup>. Luego se marca desde los extremos hacia el centro 110 cms, que pertenecen a la extensión del invernadero para construir los accesos, y continuo a esta medida se marcan 180 cms más hacia el centro <sup>F.[3]</sup>. Con estas medidas se identifican los puntos exactos donde irán los pilares que sostendrán la es-



tructura. Los 4 pilares que irán en el centro se ubican a 15 cms más hacia el exterior para lograr formar una curva en los base del invernadero.

#### b. Nivelación de terreno

Al tener 4 estacas que delimiten el terreno, se nivela el suelo desde la estaca que tenga una altura promedio, entre la que se encuentra más baja y más alta, de modo que se compense lo que haya que cavar y rellenar del terreno. La nivelación se logra gracias a una manguera de nivel.

#### c. Cavar zanja

En la parte más angosta del perímetro, es decir en los 3 mts, se marca en el centro 80 cms en ambos extremos, los cuales pertenecen al ancho del pasillo. La profundidad del pasillo es de 80 cms y 770 cms de largo <sup>F.[2]</sup>.

#### d. Excavación para pilares

Utilizando palas y chuzos se cavan los agujeros que contendrán los 8 pilares. Los hoyos tienen 40 cms de diámetro aproximadamente y 60 cms de profundidad <sup>F.[4]</sup>.

F.[3] Trazado de ubicación de los pilares.

F.[4] Excavación de orificios para fijar los pilares.



F.[5] Matriz para fijar los pilares.  
F.[6] Pilares fijos en el perímetro.

## 5.2. Pilares

Son 8 los pilares que se fijarán en el borde del perímetro del invernadero, los cuales tendrán  $10^\circ$  de inclinación. El polín, rollete o tubo de acero que se ocupe como pilar tendrá 3 mts de largo, por lo tanto se enterrará 120 cms y quedarán 180 cms sobre la superficie. En la prueba que se construye se reutilizan tubos de acero de 5 cms de diámetro y 3 metros de largo, sobre la superficie se consideran 240 cms, para poder realizar las pruebas pertinentes de acuerdo a la ubicación de los sensores.

### a. Perforaciones para tensores

Existen 2 alturas para fijar los tensores, la primera a 180 cms desde el nivel del suelo y la otra a 140 cms. El tensor más bajo se relaciona con los tubos laterales y el más alto para fijar el tubo central. Se perforan los tubos previamente, para luego poder insertar los tensores para levantar la estructura.

### b. Levantamiento de pilares

Se introducen los pilares en los hoyos hechos anteriormente y para fijarlos al terreno (en el caso



F.[7] Vista frontal de la ubicación de los 8 pilares.  
F.[8] Pilares de un costado del invernadero con  $10^\circ$  de inclinación.

de Ciudad Abierta es arena) se van rellendo con piedras y ladrillos. La finalidad es endurecer el terreno y poder mantener la posición de los pilares.

El procedimiento consiste en poner una primera capa de piedras, luego se introduce el pilar y se mantiene su posición e inclinación gracias a una matriz <sup>F.[5]</sup>. Se rellena alrededor del pilar con ladrillos y arena, constantemente se va echando agua y compactando con un apisonador. Se repite el método hasta llegar a 10 cms antes de la superficie, se rellena la última sección con arena y se humedece con abundante agua. Todo esto se apisona hasta lograr compactar lo máximo posible el terreno <sup>F.[6]</sup> y <sup>F.[7]</sup>.

### c. Colocación de estacas

La función de los pilares es sostener la estructura, por lo tanto se encuentran sometidos a una presión que los empuja hacia el interior del invernadero. Para contrarrestar esta fuerza se colocan estacas a 1,5 mts de cada pilar desde las cuales se tensa una cuerda que permite mantener la posición original del pilar <sup>F.[8]</sup>.



F.[9] Fijación de arcos en el terreno.

F.[10] Detalle de la separación de los arcos respecto al pilar.

### 5.3. Estructura

Principalmente la estructura se basa en 3 vigas curvas en la superficie y 2 arcos en cada extremo, además de 2 tablas de madera que unen los arcos a lo largo del invernadero.

#### a. Fijación de arcos

Se cavan 4 hoyos, continuos a los 4 pilares de los extremos. Cada agujero tiene un diámetro de 30 cms aproximadamente y 60 cms de profundidad. En ellos se inserta un tubo de 40 mm de diámetro y 480 cms de largo, el cual se curva para poder ser introducido en el agujero próximo. Antes de fijar el otro extremo del tubo se deben introducir 5 TEEs de PVC de 50 mm, las cuales se usarán para sujetar las vigas. El método para fijar los tubos al terreno es el mismo que se utilizó para asegurar los pilares.

Se repite el mismo procedimiento en el otro extremo del invernadero <sup>F.[9] y F.[10]</sup>.

#### b. Unión de maderas inferiores

Se requieren 4 listones de 5x1", los cuales se dimensionan a los 275 cms, para luego ser unidos entre sí y formar una sola pieza de 550 cms. Para unir la madera a los pilares es necesario construir



una pieza que forme un ángulo recto que reciba al listón, ya que los pilares se encuentran con 10° de inclinación. Se construyen 8 piezas, una para cada pilar, las cuales se fijan al nivel del suelo y luego a ellas se atornilla el listón, formándose una curva a lo largo del invernadero <sup>F.[11]</sup>.

#### c. Montaje viga central

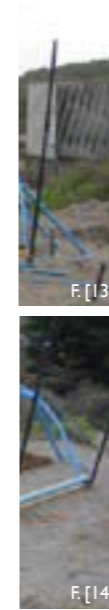
Se utiliza un tubo de PVC de 50 mm de diámetro y 586 cms de largo. Se introduce en la TEE central de un arco y luego en la TEE del otro extremo. Para sujetar y mantener la curva del tubo es necesario tensarla a los pilares.

#### d. Fijación de soportes de arcos

Para poder mantener la posición de los arcos al fijar la viga central se contraponen 2 tubos a cada lado, para contrarrestar la fuerza que ejerce la viga sobre el arco. Si no se colocaran estos soportes se disminuiría la curva de la viga, ya que esta tiende a estar recta.

Se ocupan 2 TEEs para fijar los tubos al arco. Los agujeros en el que insertarán los tubos de 50 mm de diámetro y 2 metros de largo se cavan a 110 cms del arco y a 80 cms de separación entre ellos. Esta medida coincide con la proyección del pasillo del invernadero.

F.[11] Montaje de listones de madera inferiores y viga central.



F[12] Vista frontal de estructura.

F[13] Referencia de altura de la estructura.

F[14] Vista lateral de estructura.

**e. Montaje vigas laterales**

Se ocupan 2 tubos de PVC de 50 mm de diámetro y 578,5 cms de largo. Se fijan del mismo modo que la viga central y también se deben tensar para mantener la forma que se propone.

**f. Unión de vigas**

Para reforzar la estructura y la posición de las vigas se fija a ellas un tubo de 25 mm de diámetro y 148 cms de largo que une las 3 vigas. Se ubica en 2 puntos la pieza, que son donde coinciden con los tensores, es decir a 185 cms de separación entre ellos.

**g. Arcos inferiores**

Se utilizan 4 tubos de PVC de 25 mm de 163 cms de largo. Se fijan a las maderas laterales y a los tubos que soportan los arcos. La manera de unir estas piezas es insertándolas en TEEs de PVC de 32 mm, que previamente han sido cortadas por la mitad (quedando un lado plano) y fijadas a la madera y tubos donde se conformará el arco <sup>F[12], F[13] y F[14]</sup>.

**5.4. Fijación Tensores**

Cómo se mencionó anteriormente, existen 2 alturas para fijar los tensores. A los 140 cms desde el nivel del suelo para tensar las vigas laterales, y a los 180 cms para fijar la viga central.

**a. Dimensionado del tensor**

Los tensores que van a los 140 cms en un principio eran ocho, 4 centrales sujetando las vigas laterales y 4 en los extremos sujetando los arcos. Luego se determinó que los tensores de los arcos no eran necesarios ya que sin ellos se mantenía la misma forma de la estructura. Cada tensor mide 105 cms.

Para sujetar la viga central son necesarios 4 tensores, los cuales se ubican en los 4 pilares centrales. Estos miden 190 cms cada uno, desde el tubo al pilar.

**b. Montaje tensor**

En la propuesta construida en Ciudad Abierta se utilizó una cuerda de polietileno torcido de 2 mm que resiste 20 kg. Si bien no es la que se utilizará para la propuesta final, este material proporciona la resistencia necesaria para realizar diversas pruebas <sup>F[15] y F[16]</sup>.

Los primeros tensores que se fijan son los de la viga central y luego los de las vigas laterales. En un principio se fijan con medidas al azar y después se van regulando para crear curvas simétricas.

**c. Propuesta de tensor**

El tensor que se propone para ser utilizado en el invernadero del condominio “30 vivienda mínimas” es cable de acero galvanizado, el cual requiere de un tensor de cable que regula gradualmente

F[15] Detalle del tensor desde el pilar al tubo.

F[16] Detalle de tensor que sostiene al pilar.





F.[17] Inicio de la fijación del polietileno en la primera prueba.

F.[18] Inicio de la tensión del polietileno en la primera prueba.

F.[19] Corte de restos de polietileno.

F.[20]Detalle de pieza abrazadera.

F.[21] Proceso de fijación del polietileno.

F.[22] Primera fijación del polietileno concluida.

F.[23] Molde de piezas obtenido de la primera prueba.

la fuerza que se va ejerciendo sobre la viga, logrando la medida justa para mantener la forma deseada de la curva.

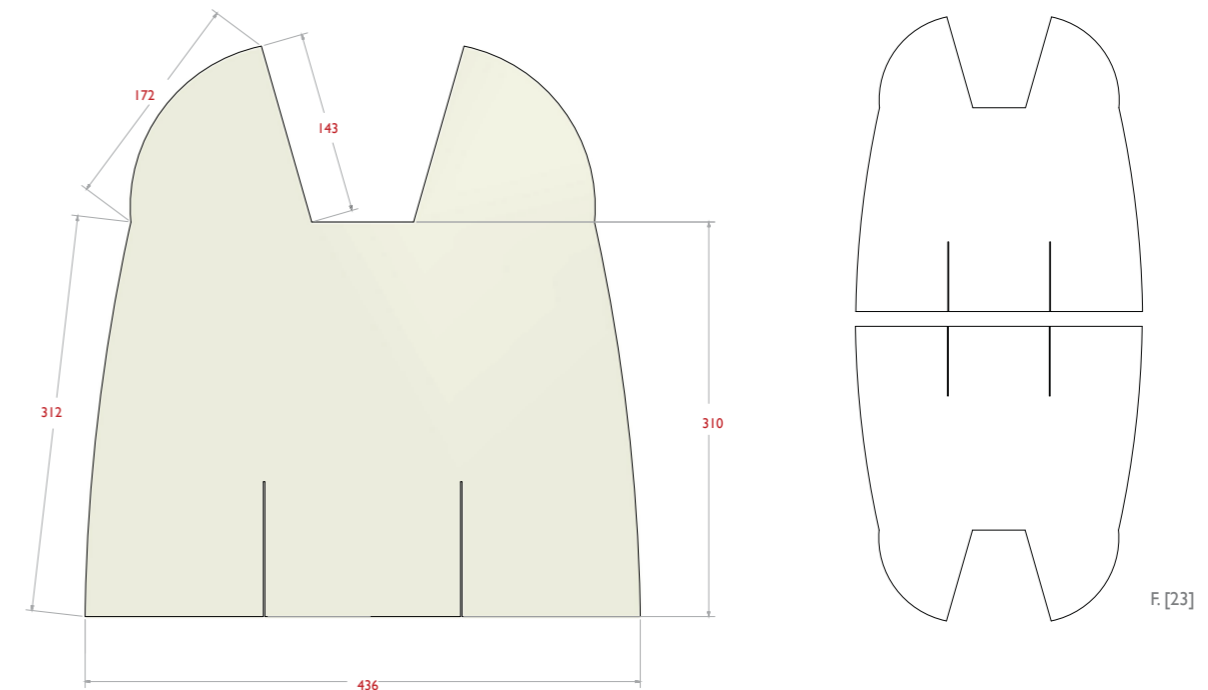
Si bien un tensor de este tipo aumenta el presupuesto del invernadero, garantiza medidas exactas y tiene mayor durabilidad que otro material.

### 5.5. Fijación Polietileno

La mayor dificultad de la construcción del invernadero radica en las dimensiones y fijación del polietileno. Por lo que se lleva a cabo una serie de procesos para lograr obtener el molde definitivo del polietileno extendido.

#### a. Primera aproximación de las dimensiones del polietileno

En primera instancia se cubre el invernadero con un manto de polietileno al cual se le confeccionan una serie de pliegues y cortes permitiendo aproximarse a la doble curvatura de la estructura <sup>F.[17]</sup>, <sup>F.[18]</sup>, <sup>F.[19]</sup>, <sup>F.[21]</sup> y <sup>F.[22]</sup>. Se realizan 2 pliegues principalmente por cada lado para lograr la forma del cuerpo del invernadero, y en los extremos de este se dimensionan piezas independientes que calzan en las 4 extensiones del espacio. Las uniones y fijaciones del polietileno se obtienen gracias a piezas de PVC que corresponden a  $\frac{3}{4}$  del perímetro del tubo, las cuales actúan como abrazaderas <sup>F.[20]</sup>.





F.[24] Primera sección de polietileno fijada en la estructura.

F.[25] Modo de tensar el polietileno para ser fijado en la parte inferior de la estructura.

### b. Cubicación del polietileno

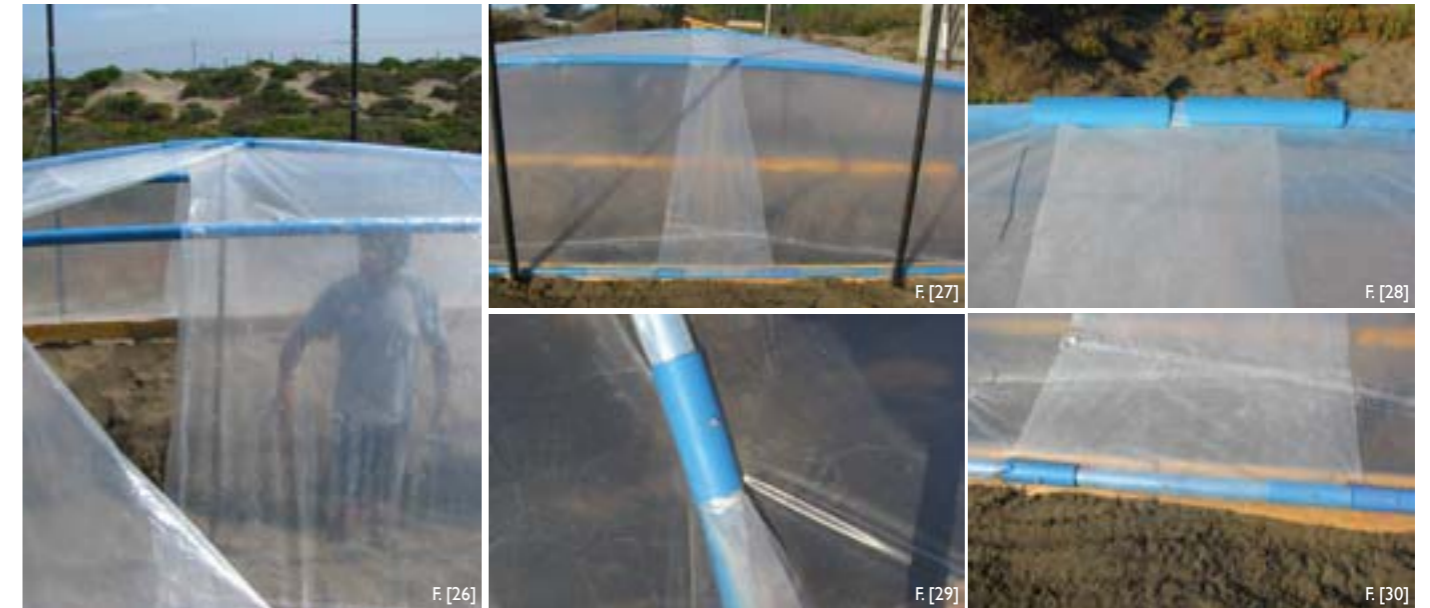
Al estar tensado el polietileno se marca todo su contorno para obtener el molde de su perímetro. El objetivo era lograr toda la cubierta con una sola pieza de polietileno la cual tuviera los cortes necesarios para lograr el volumen, pero al adaptar de manera más óptima el plástico y evitar la presencia de pliegues en la superficie se decide dimensionar el manto en 2 grandes piezas, las cuales se traslapan en el centro del invernadero.

Al marcar todo el polietileno se fracciona en 4 piezas el total. Estas se desprenden para luego ser extendidas y unidas entre ellas para ser utilizadas como matrices sobre el nuevo polietileno <sup>F.[23]</sup>.

### c. Montaje polietileno

Se inicia el proceso fijando una de las piezas <sup>F.[24]</sup>. Esta se extiende sobre la viga central calzando el centro de la manga de polietileno sobre el centro de la viga. Se marca por donde será el orificio que saldrán los tensores y luego se corta el plástico, teniendo el cuidado de reforzar el contorno de la circunferencia que se corte.

El proceso de tensión se inicia estirando el polietileno a la misma altura en la que se encuentran los



tensores y se fija provisoriamente con las piezas sujetadoras ya construidas <sup>F.[25]</sup>. Se vuelven a marcar por donde pasarán los tensores de las vigas laterales y se desprenden las cuerdas para atravesar el plástico e inmediatamente se vuelven a fijar en la posición correcta. Una vez hechos los orificios de los tensores se comienza a fijar el polietileno de manera definitiva. La primera parte que se debe tensar es a la altura de los arcos, este proceso se debe hacer simultáneamente de ambos lados para evitar que se desplace el centro de la cubierta. Se continúa estirando el polietileno desde los arcos hacia el centro quedando un pliegue en el extremo del manto, el cual desaparece al realizar un corte a la altura de la viga lateral que permite traslapar el polietileno y mantenerlo tensado <sup>F.[26]</sup>. El resto del manto sin tensar corresponde a las extensiones del invernadero que se encuentran a los costados del acceso. El modo de tensarlo es desde los tubos que sostienen el arco hacia la esquina del invernadero. Esto permite tener tensa la superficie excepto en la unión del arco con el listón de madera, donde se produce un pliegue que desaparece al fijar una pieza de abrazadera, que permite lograr la tensión <sup>F.[29]</sup>.

Para fijar el otro manto se repite el mismo procedimiento <sup>F.[27]</sup> y <sup>F.[30]</sup>, excepto que antes de que se fije a los bordes inferiores se coloca una pieza de abrazadera en la parte central del invernadero, que sujeta ambas piezas de polietileno <sup>F.[28]</sup>.

F.[26] Corte horizontal para posterior traslape.

F.[27] Traslape de piezas de polietileno.

F.[28] Piezas que fijan la parte superior del invernadero.

F.[29] Pieza que fija el pliegue que se produce en las esquinas del invernadero.

F.[30] Vista exterior del traslape de las piezas de polietileno sujetas por las abrazaderas.



F.[31] Vista exterior del acceso.  
 F.[32] Vista interior del acceso.  
 F.[33] Estructura del acceso.  
 F.[34] Detalle bisagras del acceso.

## 5.6. Accesos

Los accesos deben coincidir con la separación que queda entre los tubos que sostienen a los arcos, lo cual corresponde a 80 cms <sup>F.[36]</sup>.

### a. Conformación del marco

Los accesos deben tener un perímetro exterior de 80 cms de ancho y 133 cms de altura. Se construyen marcos con tubo de PVC de 32 mm, que se unen con codos de PVC respectivos al diámetro del tubo <sup>F.[33]</sup>.

### b. Propuestas de aperturas

Se construyen 2 métodos de apertura. El primero consiste en hacer girar la puerta en un eje, que corresponde a un tubo de menor diámetro que se fija a un costado de la apertura. Se inserta el marco en el tubo y gira sobre este.

El otro sistema de acceso es utilizando 2 bisagras <sup>F.[34]</sup>, emulando una puerta tradicional. Esta segunda propuesta es la que resulta más efectiva, ya que garantiza un movimiento uniforme, al contrario de la otra proposición que tiende a correrse.

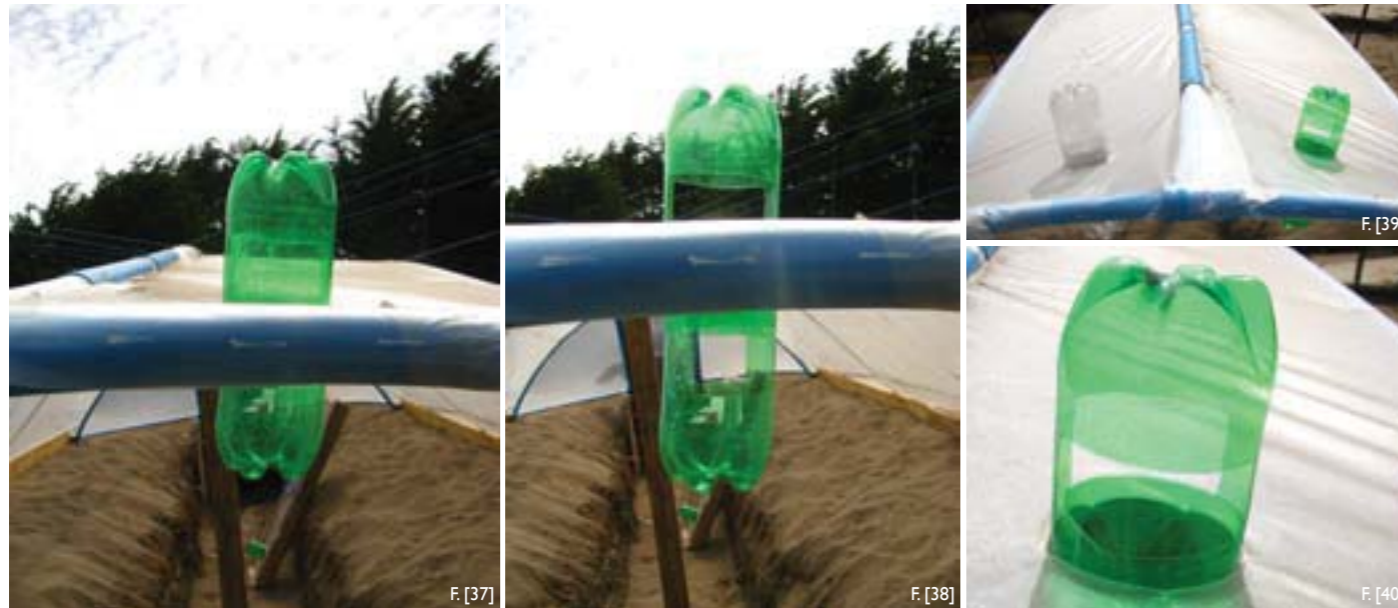
### c. Sellado de los accesos

Para evitar que la puerta siga girando hacia el interior cuando se cierra, se construye una pieza que consiste en 1/3 de un tubo de PVC de 50 mm, que se fija en el lado opuesto de donde se encuentra la bisagra. Cuando se cierra la puerta la pieza calza sobre el tubo que sostiene al arco, y además permite sellar el intersticio que queda entre la puerta y el tubo <sup>F.[31]</sup> y <sup>F.[32]</sup>.

### d. Dirección de apertura de los accesos

En las propuestas construidas en el prototipo de Ciudad Abierta se comprobó que la apertura de la puerta debe ser en la misma dirección del viento, independientemente de la dirección habitual, ya que la fuerza que ejerce el viento sobre el plano hace que se golpee la puerta <sup>F.[35]</sup>.

F.[35] Modo de apertura del invernadero.  
 F.[36] Modo de ingreso al invernadero.



F.[37] Ventilación cerrada.

F.[38] Ventilación abierta.

F.[39] Propuestas en invernadero.

F.[40] Detalle de apertura de la ventilación.

## 5.7. Ventilación

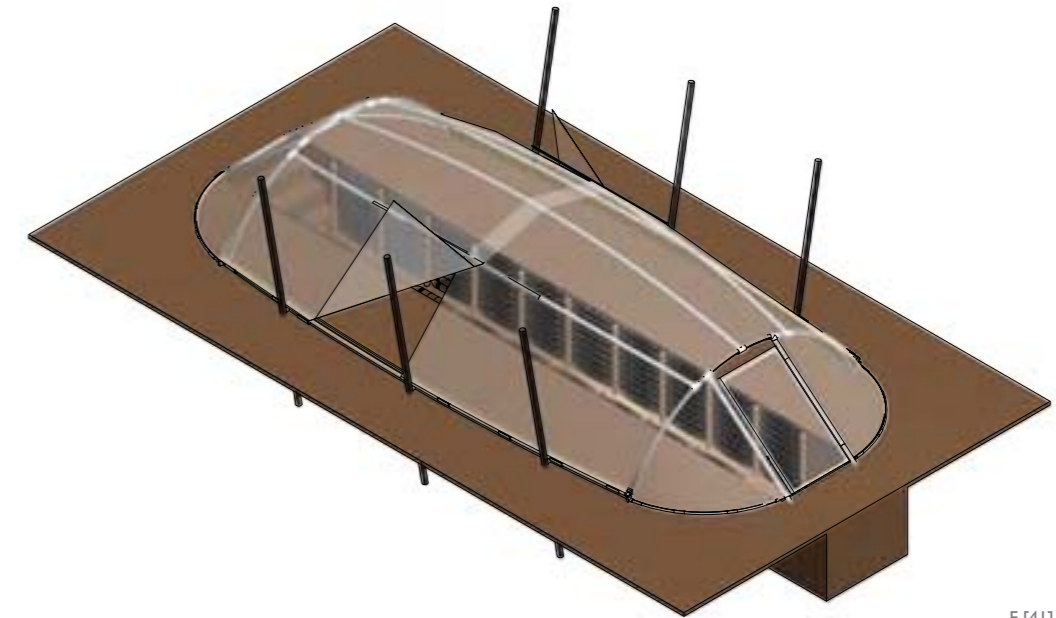
En invernaderos tradicionales, de 30 metros de largo, la ventilación se ubica en la lucarna y además en todo el perímetro, ya que se levantan todas sus paredes. En el invernadero que se está construyendo en Ciudad Abierta, con dimensiones bastante menores, no es necesario que se levante todo su contorno, pero sí que tenga aberturas que permitan que circule el aire en el interior.

### a. Propuestas de ventilación

Se realizan pruebas de ventilación reutilizando botellas PET desechadas.

**CASO 1:** Se desprende una botella de su parte superior e inferior, quedando un tubo simétrico. Se agrega una pieza redonda, del diámetro de la botella, la cual se fija en el interior de esta para poder regular la ventilación, simulando el sistema de una chimenea. Para impedir el ingreso del agua en caso de lluvia, se corta media botella que se fija en la parte superior del tubo.

**CASO 2:** El método de ventilación consiste en cortarle a 2 botellas su parte superior y que luego se encajen entre ellas. Se corta en ambas botellas una sección determinada, que se cubre al juntar



F.[41]

F.[41] Proyección de la ventilación.

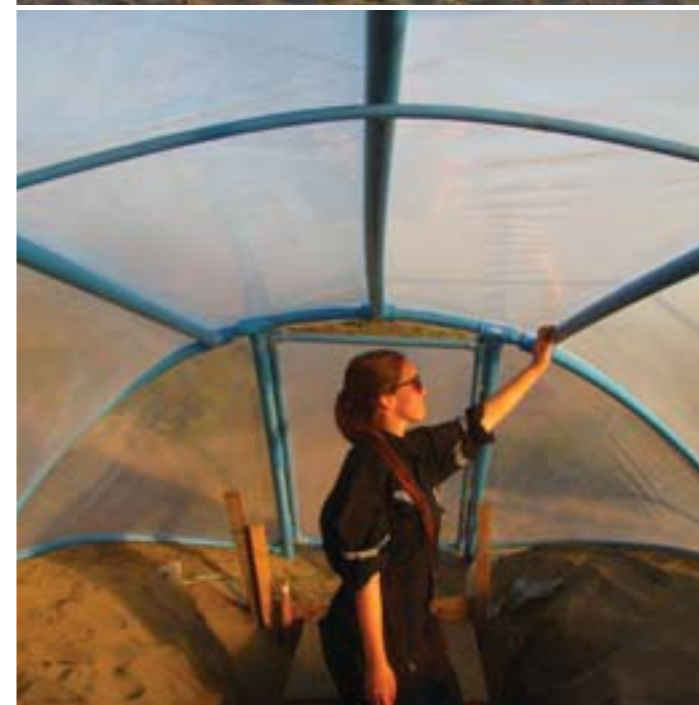
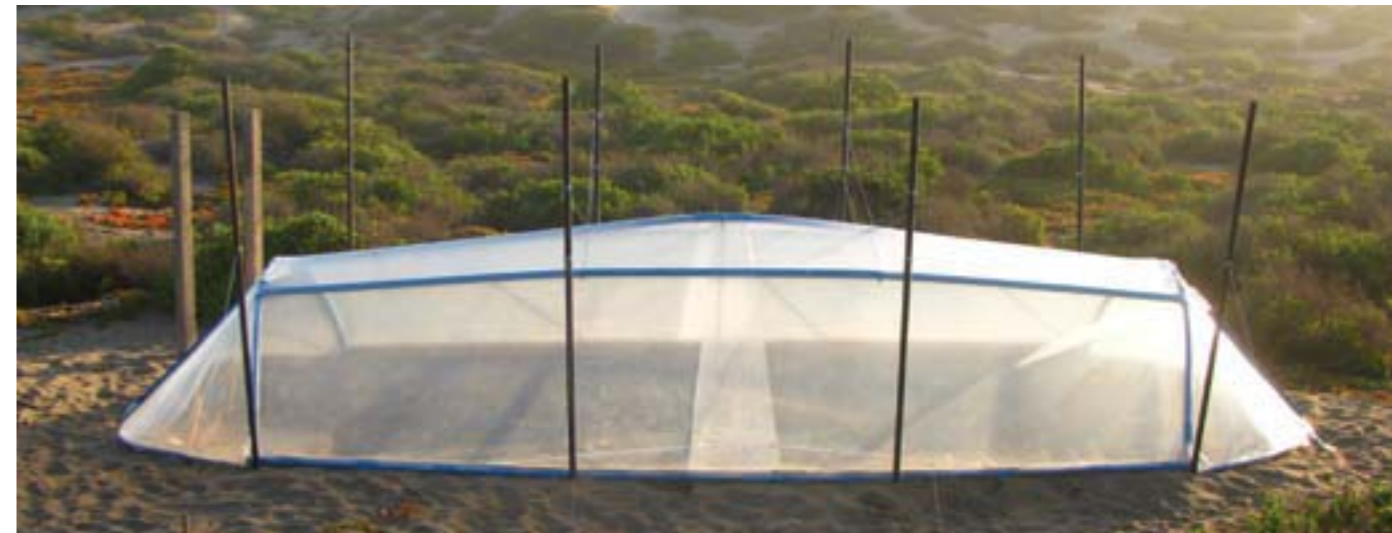
las botellas <sup>F.[37]</sup> y se abre al separarlas <sup>F.[38]</sup>, esto permite que emane el aire caliente al exterior, y el frío hacia el interior <sup>F.[39]</sup> y <sup>F.[40]</sup>.

### b. Proyección de la ventilación

Si bien las propuestas resultan funcionales no se complementan al diseño del invernadero, ya que sobresalen puntos específicos a modo de protuberancias que interfieren con la forma curva de la superficie del invernadero. Por lo tanto se proyecta la ventilación con una abertura más amplia que además pueda recibir el viento sin ejercer presión sobre él.

Se propone entre la unión de las 2 piezas de polietileno, que es en la mitad del invernadero. Desde este punto se desprenderá la capa de la cubierta que va sobre la otra, hacia el exterior fijándose en uno de los pilares. Por lo tanto quedarán 2 orificios con forma triangular en cada lado.

5.8. Vistas del total del espacio construido

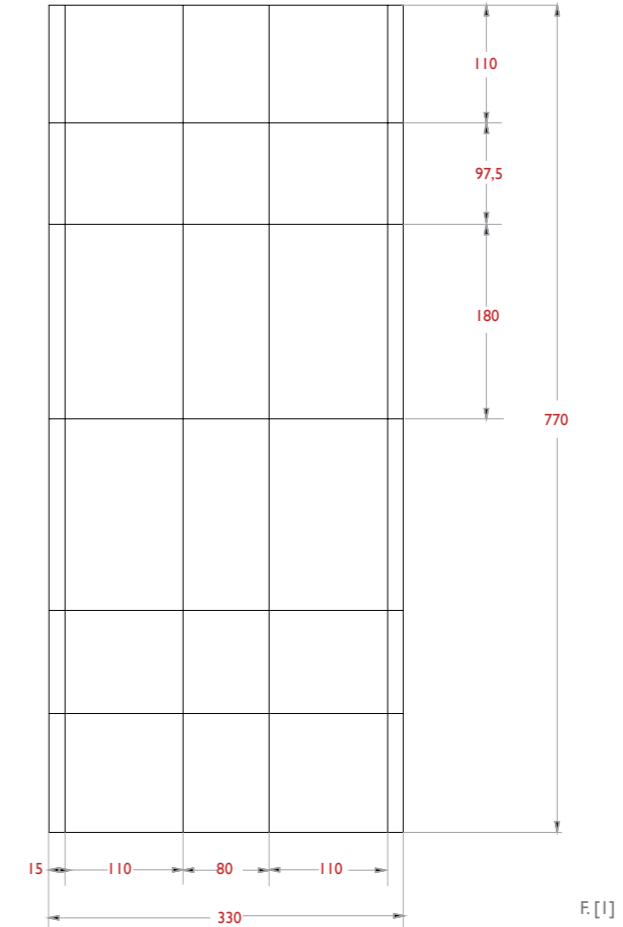


## 6. PROPUESTA DE SISTEMA CONSTRUCTIVO

Luego de haber llevado a cabo la construcción del prototipo en Ciudad Abierta se propone a continuación el método constructivo que se deberá seguir para que la comunidad del condominio “30 vivienda mínimas” pueda construir su propio invernadero, o para que cualquier persona o institución quiera replicarlo.

### 6.1. Cálculo de materiales

| CANTIDAD | MATERIAL  | PRECIO UNIDAD | PRECIO TOTAL |
|----------|---|---------------|--------------|
| 10 mts   | Manga de polietileno de 2,5 o 3 mts de ancho          | \$1.200 x mt  | \$12.000     |
| 10       | TEEs de PVC de 50 mm                                  | \$730         | \$7.300      |
| 8        | TEEs de PVC de 32 mm                                  | \$230         | \$1.840      |
| 8        | Codos de pvc de 32 mm                                 | \$200         | \$1.600      |
| 1        | Tubo de PVC de 32 mm x 6 mts                          | \$2.490       | \$2.490      |
| 2        | Tubos de PVC de 25 mm x 6mts                          | \$1.990       | \$3.980      |
| 4        | Tubos de PVC de 40 mm x 6 mts                         | \$5.270       | \$21.080     |
| 4        | Tubos de PVC de 50 mm x 6 mts                         | \$6.700       | \$26.800     |
| 1        | Tubo de PVC de 50 mm x 3 mts                          | \$3.350       | \$3.350      |
| 4        | Pino dimensionado verde 5x1”                          | \$1.490       | \$5.960      |
| 1        | Pino dimensionado verde 2x3”                          | \$1.275       | \$1.275      |
| 6        | Polines de 3 mts                                      | \$6.081       | \$36.486     |
| 11       | Polines de 3” por 2,4 mts para contención del pasillo | \$1.616       | \$17.776     |
| 30 mts   | Cable acerado trenzado                                | \$490 x mt    | \$14.700     |
| 12       | tensores  | \$1.590       | \$19.080     |
| 4        | Bisagras de 1 ½”                                      | \$160         | \$640        |
| 100      | Tornillos #6 1 ¼”                                     | \$10          | \$1.000      |
| 1        | Cinta adhesiva  | \$300         | \$300        |
| 13 mts   | Malla hexagonal galvanizada                           | \$818         | \$10.634     |
|          | TOTAL:  |               | \$188.291    |



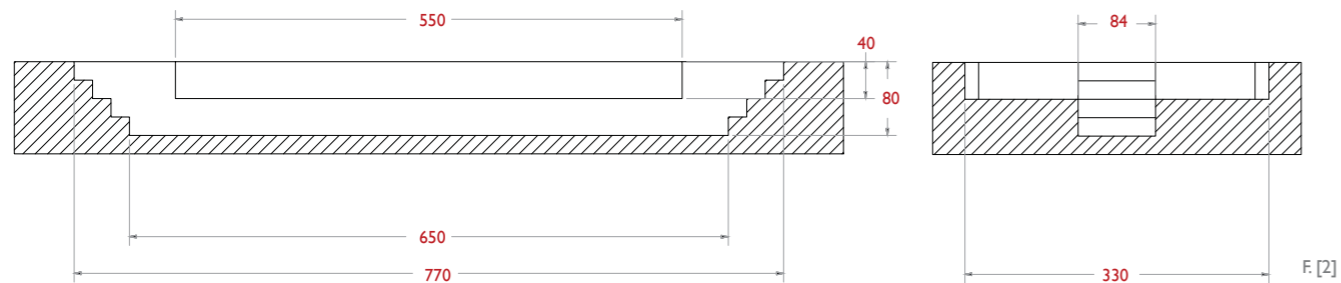
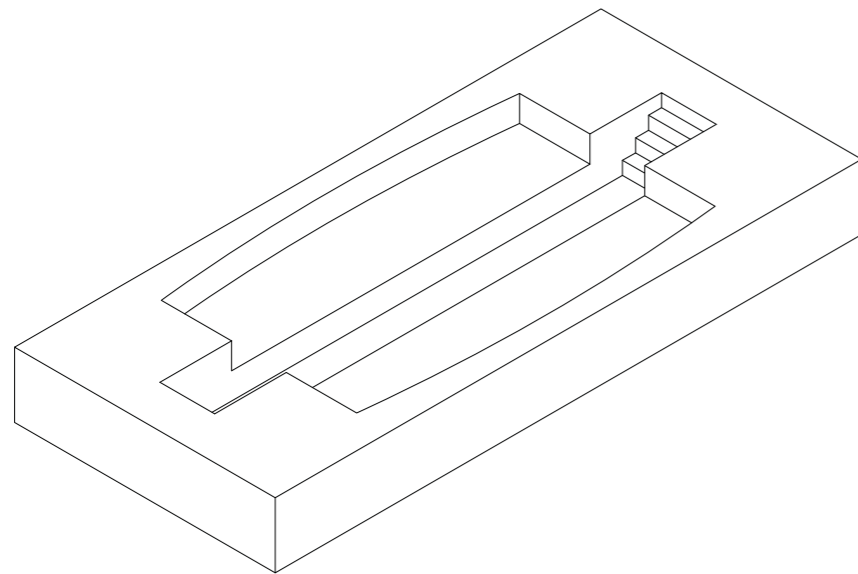
## 6.2. Conformación del terreno

### 6.2.1. Medidas

Se plantea la construcción del invernadero en un terreno relativamente parejo. En él se debe trazar un rectángulo de 3 por 7,70 mts. Se fijan 4 estacas en cada extremo y luego se nivelan las guías para tener la referencia de la elevación del terreno <sup>F[1]</sup>.

En cada costado del perímetro se marcan las medidas de separación de los pilares y la ubicación de los arcos que componen la estructura.

F.[1] Trazado del terreno.



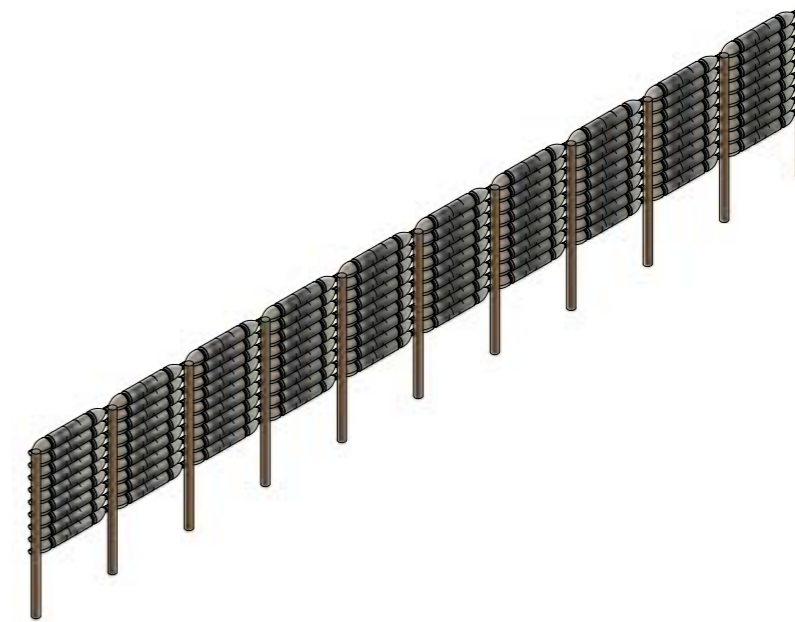
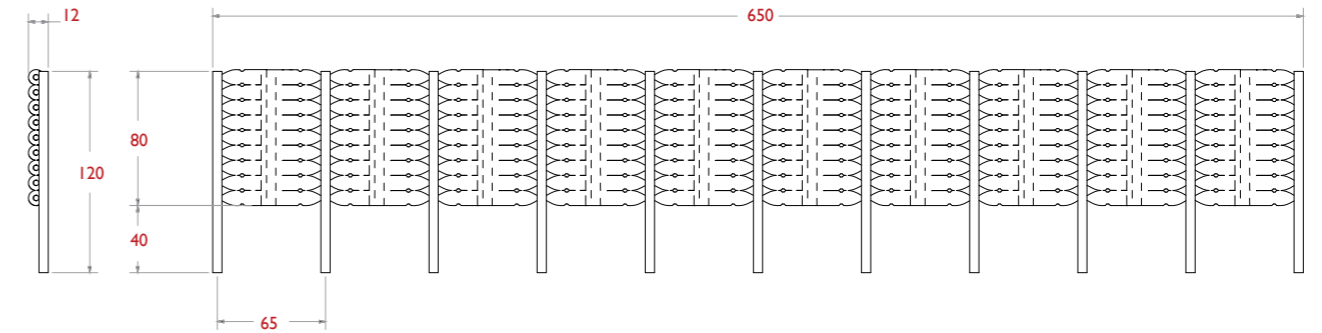
F.[2] Planos de las profundidades que se deben cavar.

### 6.2.2. Excavación

Las estacas que señalen cada medida deben quedar distanciadas de la zona a intervenir, ya que se debe cavar gran parte del perímetro <sup>F.[2]</sup>. En el caso que la tierra sea apta para el cultivo sólo se debe cavar la zanja que conformará el pasillo del invernadero.

### 6.2.3. Contención de zanja

Para conformar el pasillo es necesario construir una estructura que contenga el volumen de tierra de los cultivos. Por lo tanto se propone una estructura compuesta con envases de botellas desechadas al igual que las columnas planteadas durante el Título I y II.



F.[3]

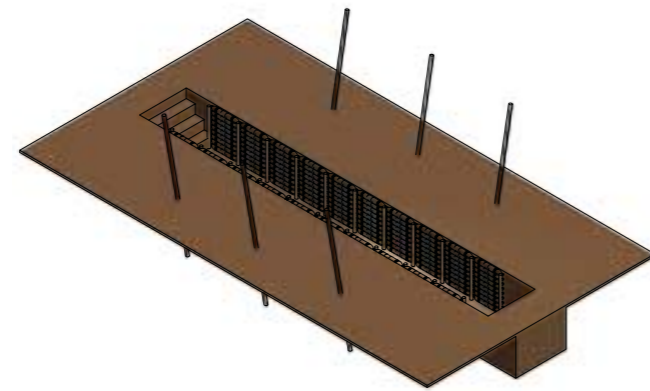
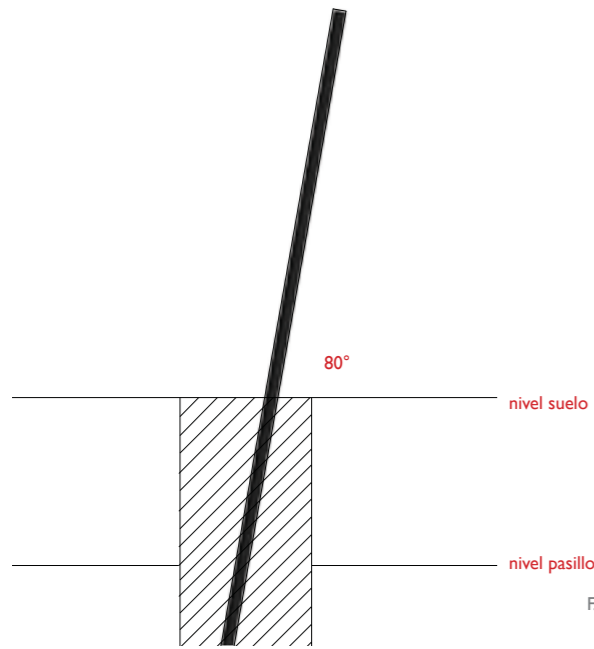
Se construyen columnas de 4 envases las cuales se rellenan con arena o tierra, para dar mayor consistencia a la estructura. Se ubican de manera horizontal y en sus extremos se sostiene a polines verticales que se ubican a 65 cms de distancia.

Es necesario conformar 180 columnas de botellas las cuales se sostendrán con una malla hexagonal galvanizada y 22 polines de 1,20 mts de 2 a 3" que reforzarán la estructura <sup>F.[3]</sup>.

### 6.2.4. Relleno de tierra

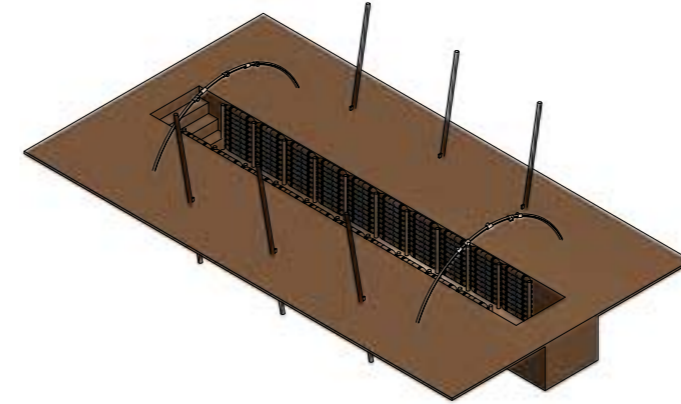
Las áreas que pertenecen al cultivo se deben rellenar con tierra apta para su desarrollo, quedando nivelado el suelo del interior con el del exterior.

F.[3] Esquema de contención de la zanja.

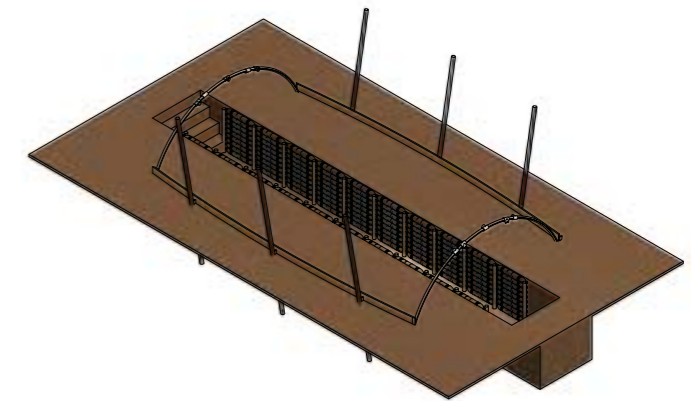


F.[4]

F.[5]



F.[6]



F.[7]

### 6.3. Instalación de pilares

#### 6.3.1. Excavación de hoyos

Las guías trazadas anteriormente indican la ubicación de los hoyos que se deben cavar para fijar los pilares que sostendrán parte de la estructura. Cada agujero debe tener 120 cms de profundidad y un diámetro de 40 cms aproximadamente.

#### 6.3.2. Fijación de pilares

Para mantener los pilares con una inclinación de 10° hacia el exterior, se debe construir una matriz que permita mantener esta postura <sup>F.[4]</sup>.

Se inserta el pilar en el agujero y se fija con un relleno de piedras, tierra y agua, para lograr compactar el terreno y volverlo más resistente <sup>F.[5]</sup>.

Se fijan los refuerzos que sostendrán el pilar a 1,5 mts de distancia de cada uno.

F.[4] Corte de fijación de los pilares.  
F.[5] Esquema de montaje de pilares.

### 6.4. Levantamiento de estructura

#### 6.4.1. Arcos

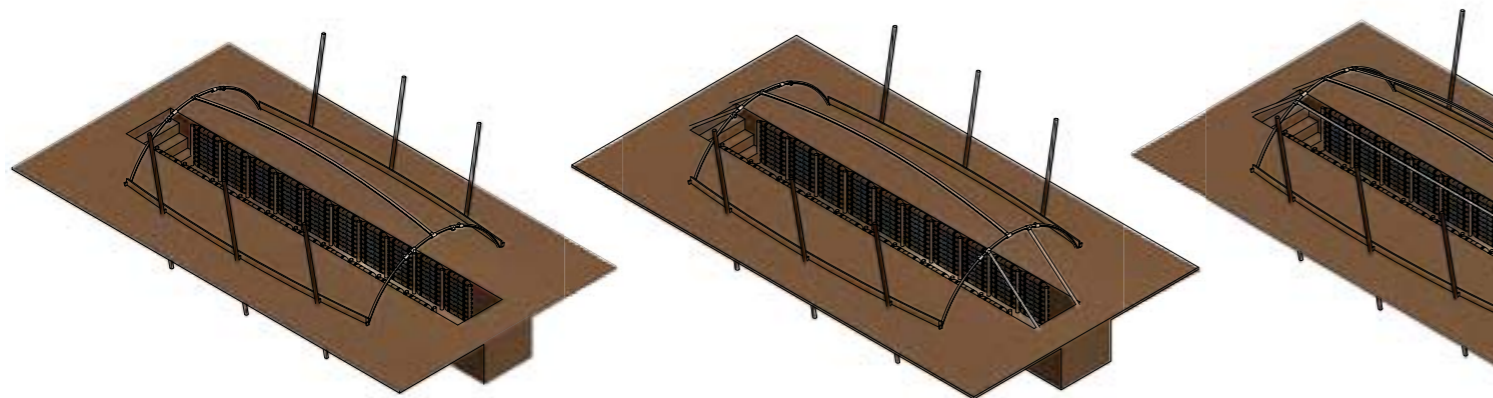
Son necesarios 2 tubos de PVC de 40 mm de diámetro y 480 cms de largo. Se cavan 2 agujeros de 60 cms de profundidad en cada esquina del invernadero. Se curvan simultáneamente ambos extremos del arco para lograr una curva simétrica. Antes de poner los arcos en los agujeros se deben insertar 5 TEEs de PVC de 50 mm que luego fijan las vigas a la estructura. El modo de fijar los tubos al terreno es el mismo utilizado en la fijación de los pilares <sup>F.[6]</sup>.

#### 6.4.2. Listones inferiores

Se unen 2 listones de madera de 1x5" de 275 cms, conformando una sola pieza de 550 cms. Esta viga se fija a los pilares de los costados, adoptando la curva en la que estos se encuentran ubicados. Para lograr la unión del listón a los pilares que se encuentran en 10° de inclinación se construye una pieza que recibe la madera en 90° <sup>F.[7]</sup>.

F.[6] Esquema de montaje de arcos.  
F.[7] Esquema de montaje de listones inferiores.





F.[8]

#### 6.4.3. Viga superior

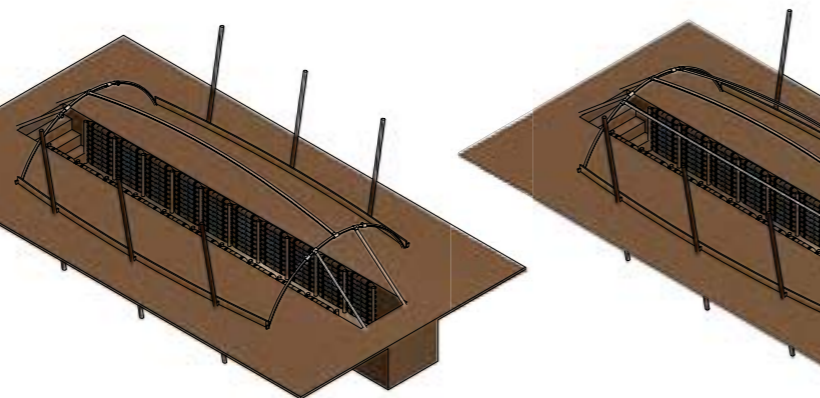
Se utiliza un tubo de PVC de 50 mm de diámetro de 586 cms de largo, el cual se inserta en las TEEs centrales que se encuentran en los arcos. Se debe introducir el tubo 2 a 3 cms en las TEEs y luego ser fijado con tornillos. Además se instalan los tensores para sujetar el tubo, ya que sin estos tiende a deformarse <sup>F.[8]</sup>.

#### 6.4.4. Contención de arcos

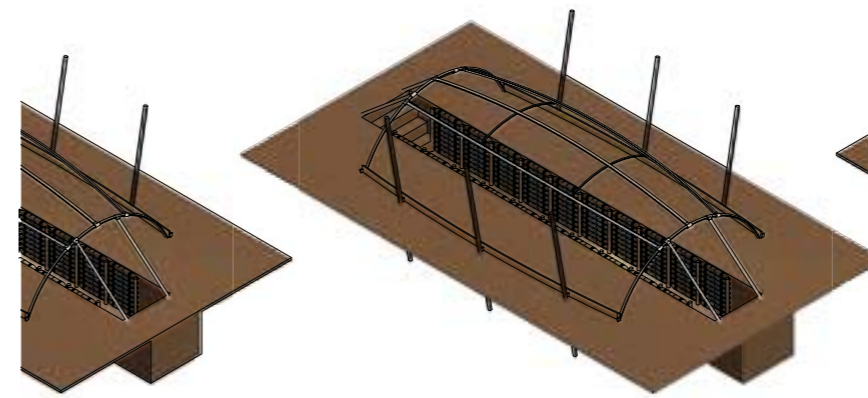
Al fijar la viga superior en los arcos, estos tienden a inclinarse hacia el exterior por la fuerza ejercida por el tubo central. Por lo tanto se contiene la estructura con 2 tubos de PVC de 50 mm, por lado, de 2 metros de largo.

Se cavan 2 hoyos en cada extremo de 70 cms de profundidad, en los cuales se insertan los tubos con 50° de inclinación y se fijan al arco con las TEEs de PVC colocadas previamente <sup>F.[9]</sup>.

F.[9]



F.[9]



F.[10]

#### 6.4.5. Vigas laterales

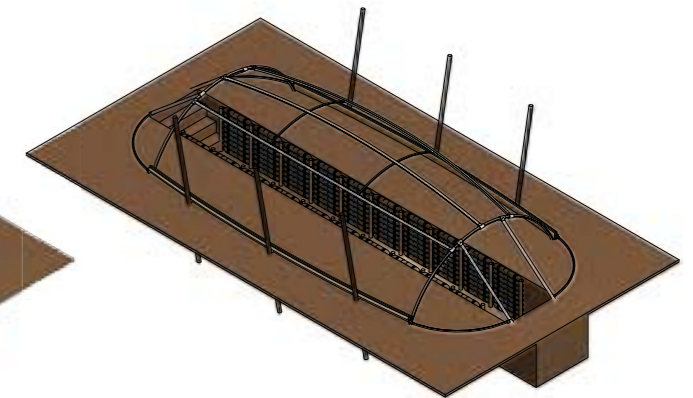
Se necesitan 2 tubos de PVC de 50 mm de 578,5 cms de largo cada uno. Se fijan al arco con las TEEs de PVC y se mantiene la curva de la viga tensándola a los pilares laterales <sup>F.[10]</sup>.

#### 6.4.6. Unión de vigas

Se unen las 3 vigas de PVC con 2 tubos de 25 mm de 148 cms de largo. Estos se ubican a 92,5 cms desde la mitad de la estructura hacia los bordes, es decir a 185 cms de separación entre ellos. Se fijan a los tubos con tornillos para reforzar la estructura <sup>F.[11]</sup>.

#### 6.4.7. Arcos inferiores

Se requieren 4 tubos de PVC de 25 mm de 163 cms de largo. Estos se fijan a las vigas de madera inferiores y a los tubos que soportan los arcos, mediante TEEs de PVC de 32 mm cortadas por la mitad <sup>F.[12]</sup>.



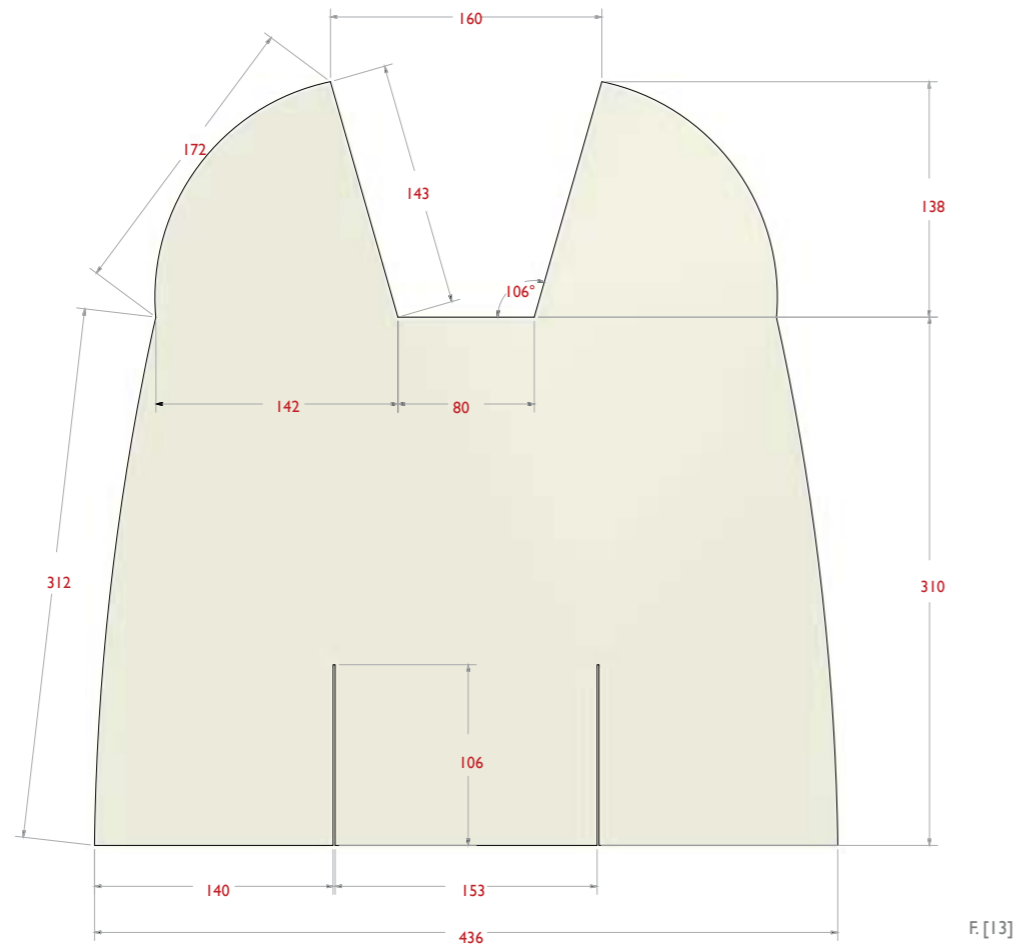
F.[11]

F.[10] Esquema de montaje de vigas laterales.

F.[11] Esquema de montaje de las uniones de vigas.

F.[12] Esquema de montaje de arcos inferiores.

F.[12]



F.[13] Esquema de las dimensiones de las piezas de polietileno.

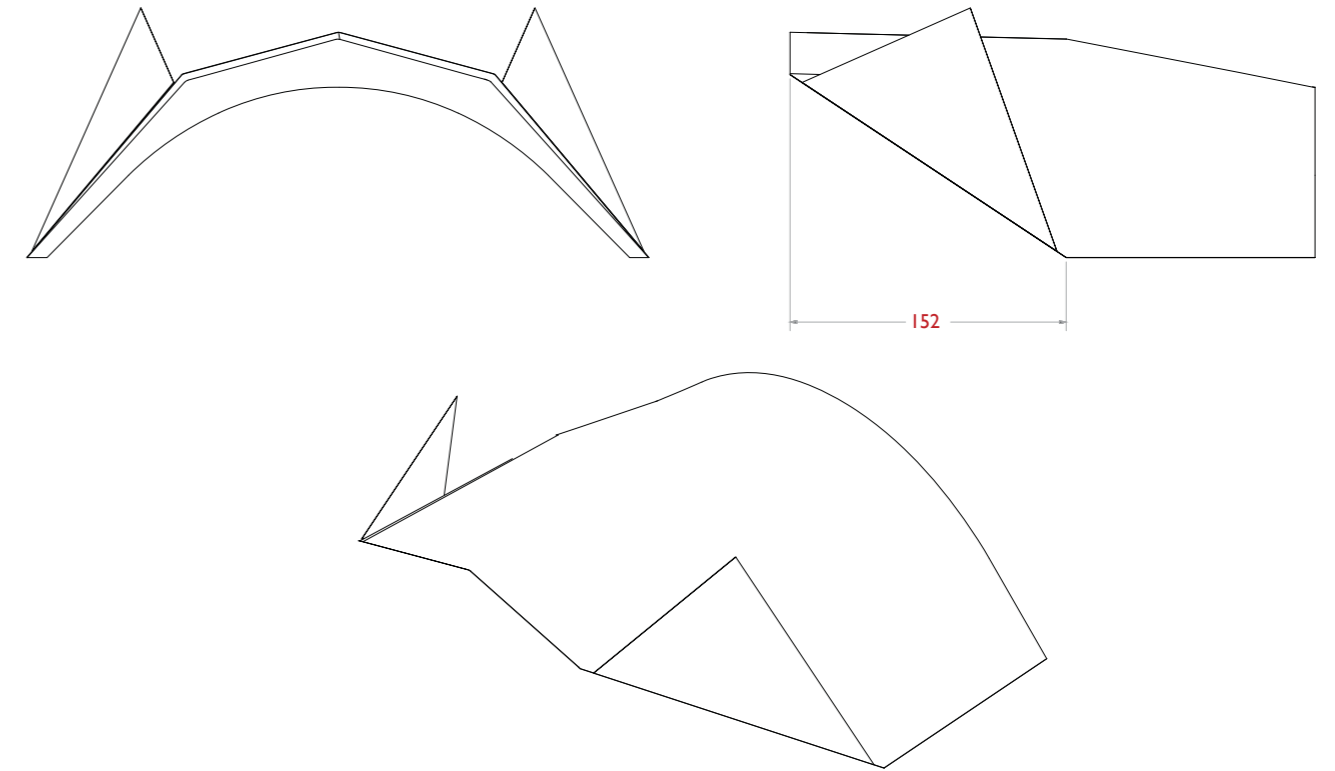
## 6.5. Fijación de la cubierta de polietileno

### 6.5.1. Dimensionado polietileno

El polietileno que cubre el invernadero se compone de 2 secciones que miden 5 metros de largo cada una y con un ancho 2,5 a 3 metros (de modo que cuando esta se abra forme un manto de 5 a 6 metros). Se marca y dimensiona el polietileno siguiendo las medidas del esquema F.[13].

### 6.5.2. Montaje

Se fija primero una de las piezas de polietileno, la cual se va tensando gracias a las abrazaderas que se ubican en el borde inferior. Luego se monta la otra sección de polietileno



F.[14]

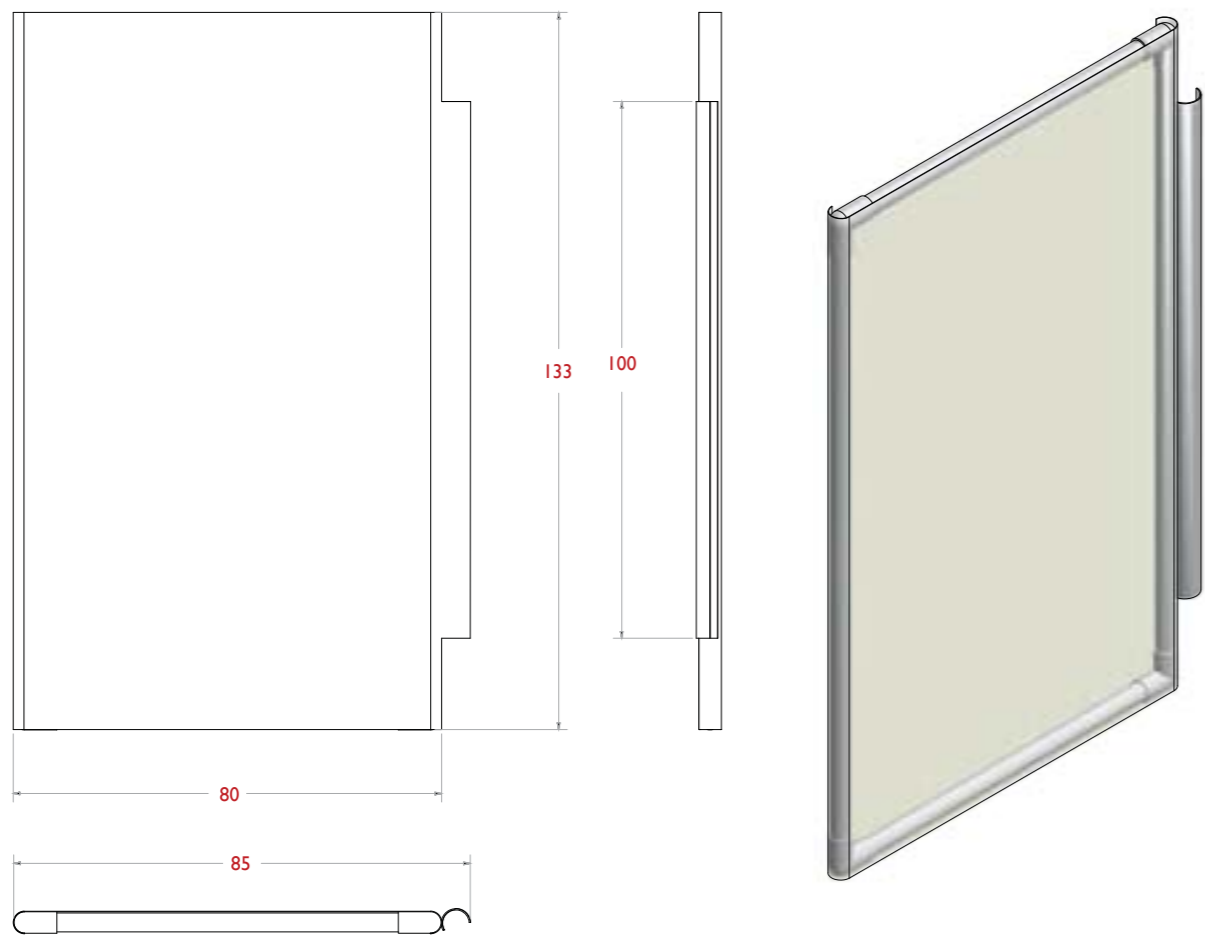
F.[14] Esquema de ventilación.

traslapándose con la que está instalada, conformándose el total.

### 6.5.3. Ventilación

La ventilación se ubica en el traslape de los 2 mantos de polietileno. Al polietileno que queda sobre el otro se le sacan las abrazaderas lo cual permite plegarlo para ventilar el interior y disminuir la temperatura. Es importante considerar que la abertura debe estar en el mismo sentido del viento, para que este no pueda dañar la estructura F.[14].

La sección que se abre se sujeta al pilar para mantener la forma.



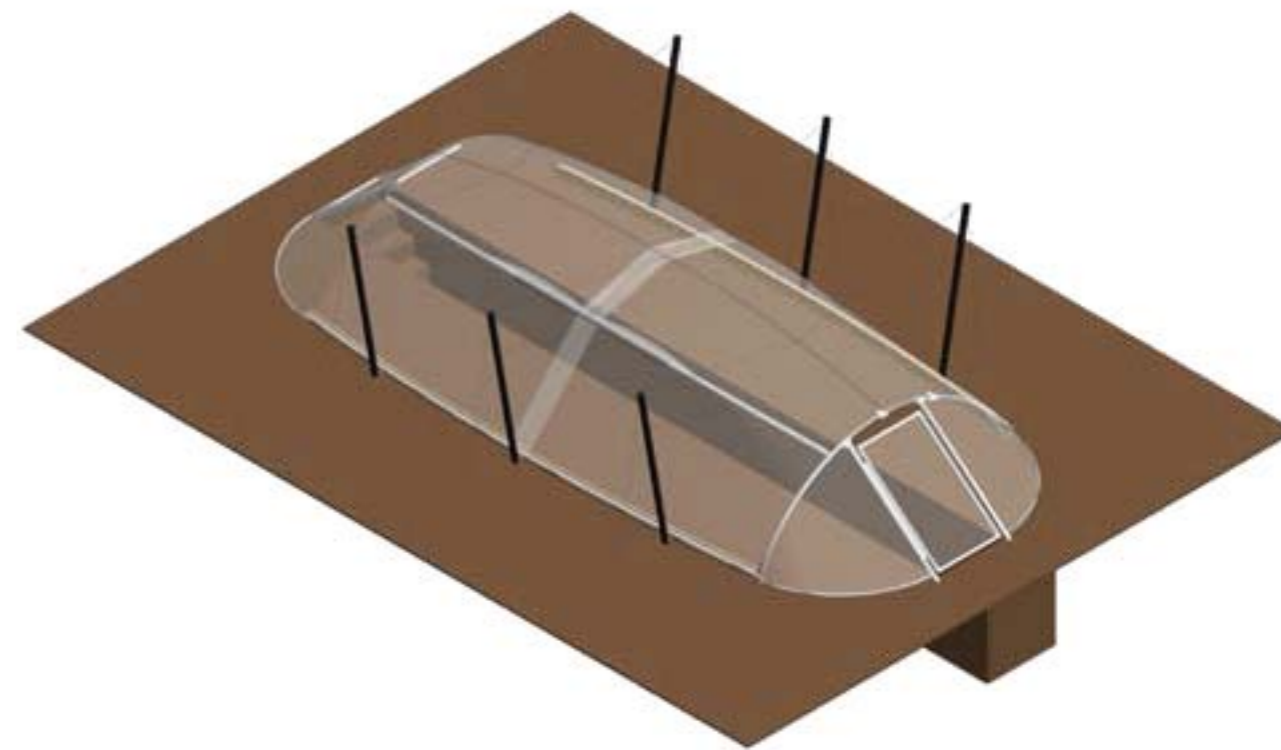
F.[15]

## 6.6. Accesos

### 6.6.1. Confección de marcos

Se construyen los accesos con 4 tubos de PVC de 32 mm de diámetro, 2 de ellos miden 75 cms de largo y 2 de 130 cms. Se unen a través de codos de PVC de 32 mm. El polietileno se dimensiona de 90 por 143 cms (se ocupa el plástico que sobra del dimensionado del cuerpo del invernadero) y se fija con piezas de abrazadera del mismo diámetro que los tubos. Además se fija una pieza, que corresponde a medio tubo de 50 mm, a un costado del marco que permite que no pivotee la puerta hacia el interior del invernadero <sup>F[15]</sup>.

F.[15] Medidas de los marcos de los accesos.



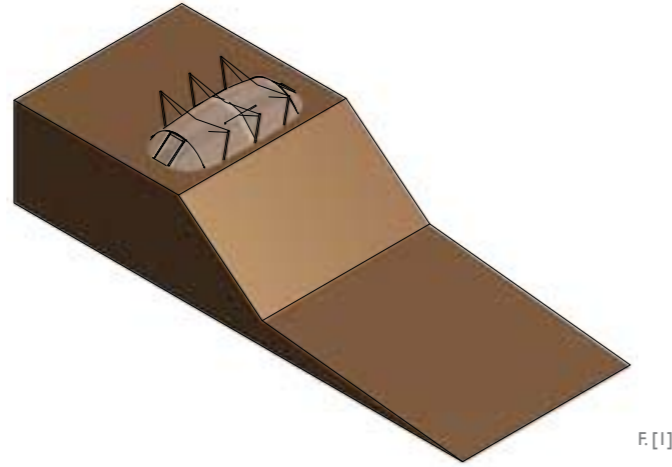
F.[16]

### 6.6.2. Montaje

Al tener construidas las 2 puertas para los accesos, se fijan a los tubos con 2 bisagras por cada puerta <sup>F[16]</sup>.

Entre el arco y el marco de la puerta queda un espacio sin cubrir el cual se pretende sellar con una lámina de PVC transparente de 2 mm de espesor.

F.[16] Esquema de invernadero finalizado.



F.[1]

## 7. PROYECCIÓN DE PROYECTO FOSIS

### 7.1. Visualización del invernadero en el lugar

La experiencia llevada a cabo en Ciudad Abierta determinó las medidas y dimensiones que tendría el invernadero, pero todo esto se construyó en un terreno relativamente plano, por lo tanto aún queda adaptar la estructura a la pendiente del lugar.

El espacio que se considera para construir el invernadero se encuentra continuo al sector de los estacionamientos y contiene una pendiente de 38 grados. El trayecto que contiene este desnivel es de 5 mts y luego se presenta otra pendiente con una menor inclinación, de 6 grados. Por lo tanto al conocer las características del terreno se presentan 3 opciones para adaptar el diseño al condominio.

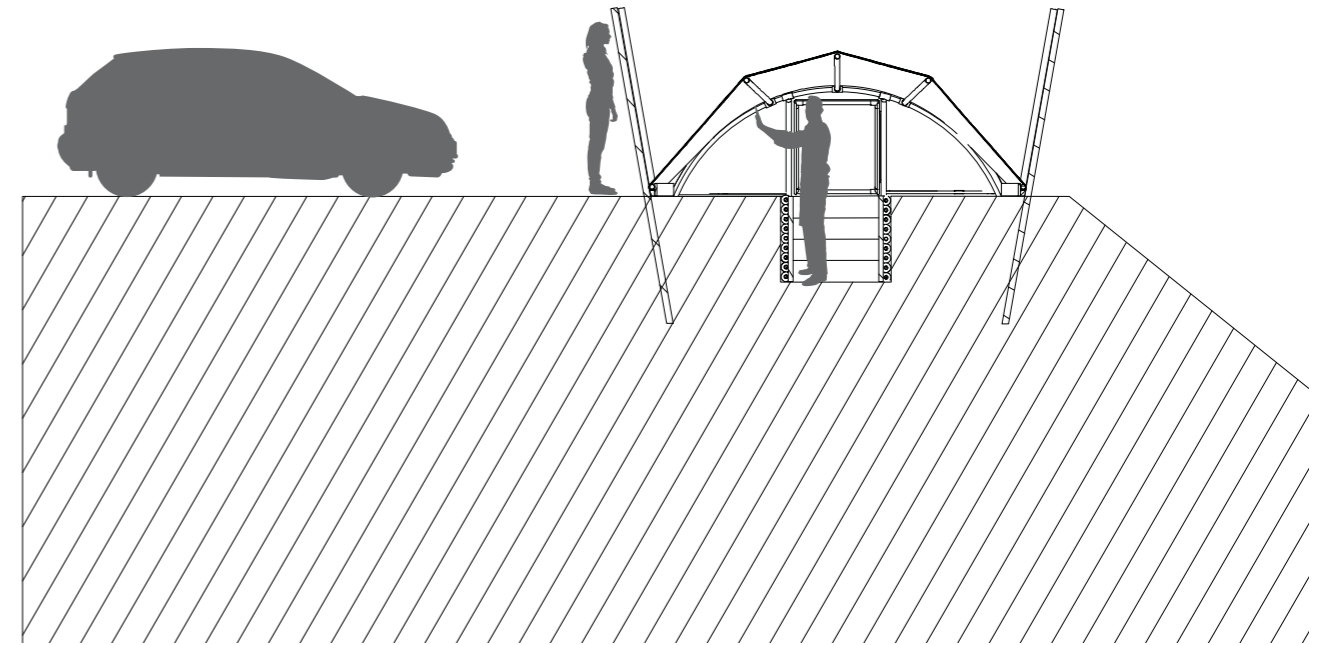
#### 7.1.1. En el sector de estacionamientos

El lugar donde se encuentran los estacionamientos contiene aproximadamente 10 mts de ancho de terreno plano, de los cuales se considera 7 mts de estacionamiento quedando 3 mts para poder construir.

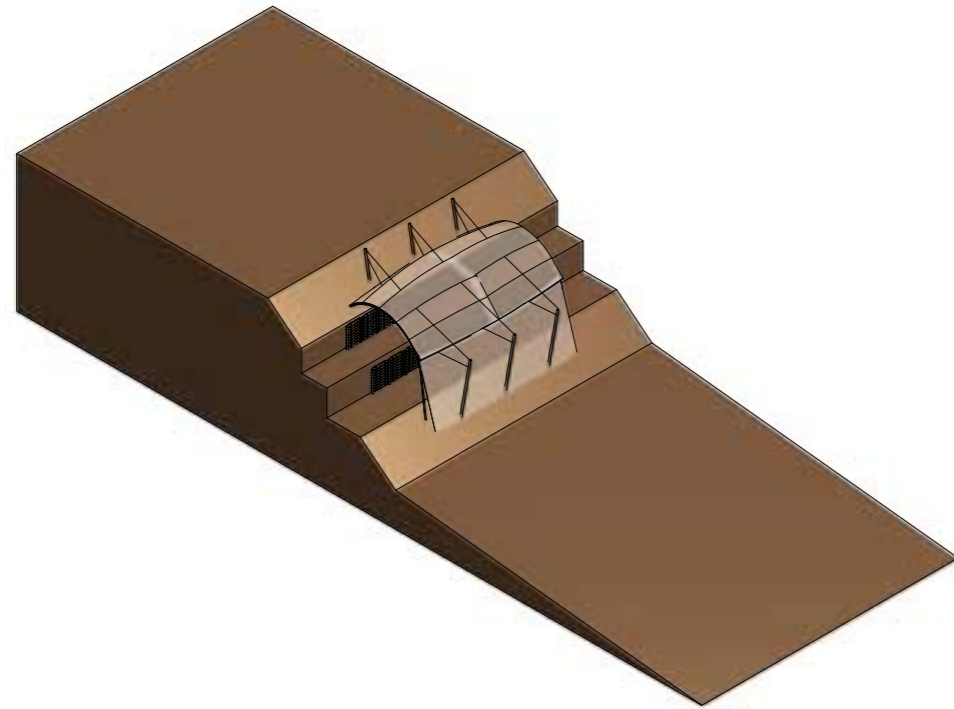
Se llevaría a cabo el mismo método de construcción planteado anteriormente en un terreno parejo. Las desventajas de construir en este espacio es que quedaría una distribución muy acotada, ya que hay que considerar los otros elementos que plantea establecer el FOSIS en el lugar <sup>F.[1] y F.[2]</sup>.

F.[1] Proyección del invernadero en el sector de estacionamientos.

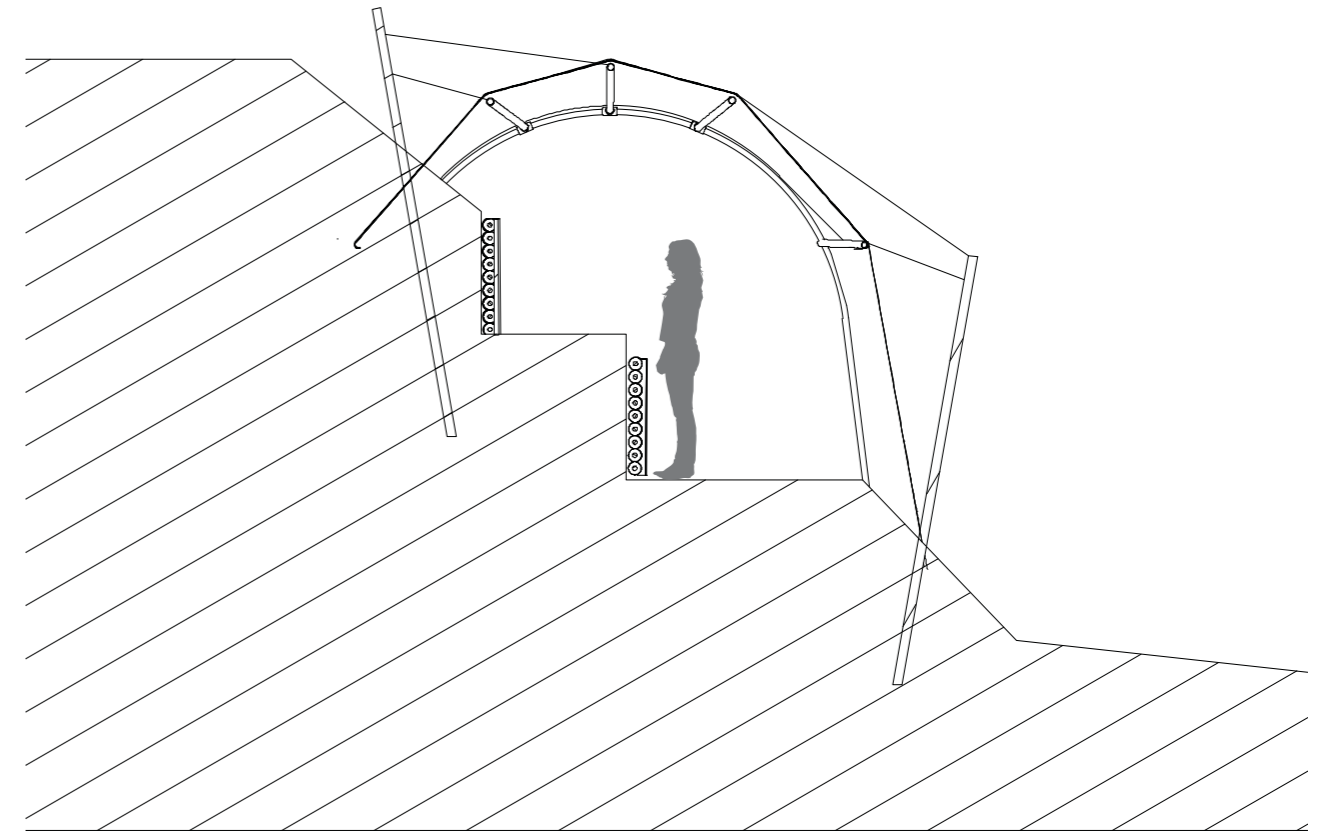
F.[2] Corte de la propuesta en el sector de estacionamientos



F.[2]



F.[3]



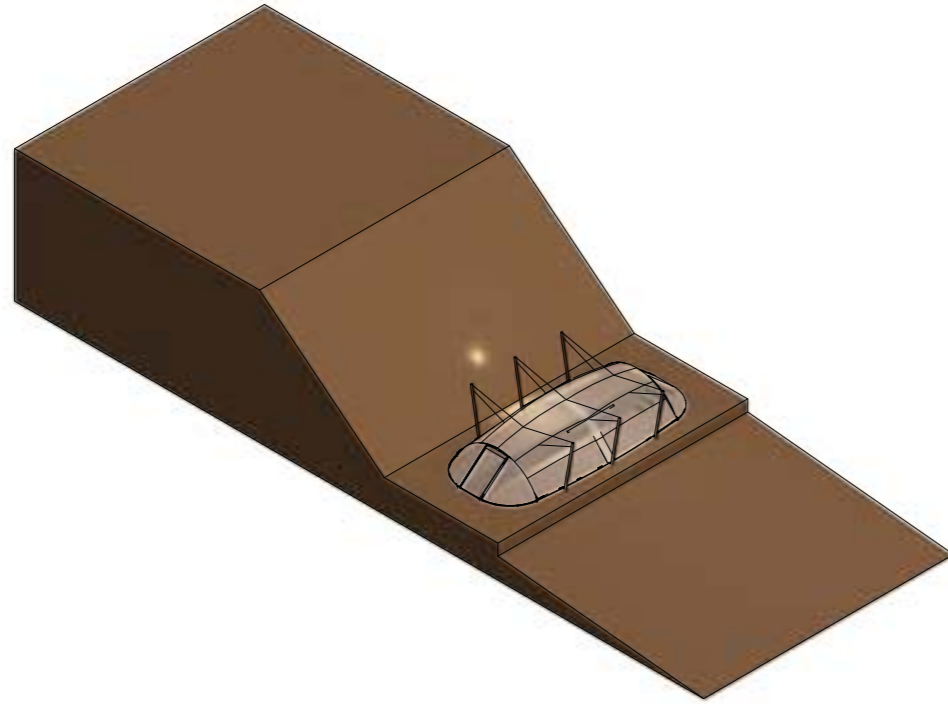
F.[4]

### 7.1.2. En la pendiente

Se plantea adaptar la estructura prolongando uno de sus lados y reduciendo el otro para adaptarse a la inclinación de la pendiente. El interior del invernadero variaría en la distribución de los cultivos, ya que se plantea a modo de terrazas. En la terraza superior se desarrollarían los cultivos bajos, ya que quedaría en altura (al igual que las terrazas del invernadero propuesto anteriormente) y en la terraza inferior se encontraría el pasillo para transitar el espacio y los cultivos altos que se encuentran al mismo nivel <sup>F.[3]</sup> y <sup>F.[4]</sup>.

F.[3] Proyección del invernadero en la pendiente.

F.[4] Corte de la propuesta en la pendiente



F. [5]

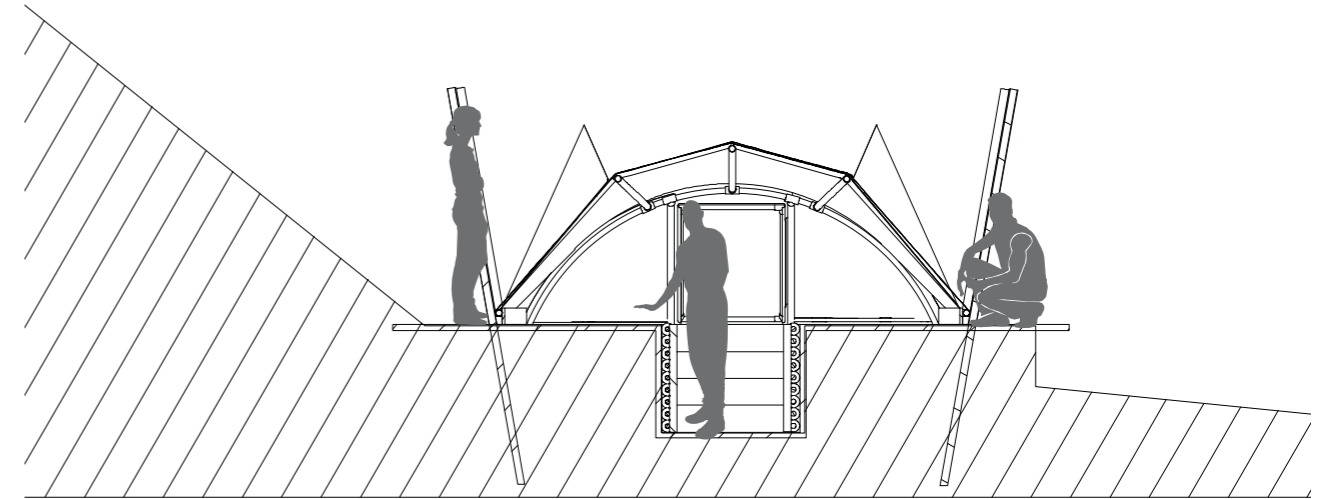
F.[5] Proyección del invernadero en el sector bajo la pendiente.

F.[6] Corte de la propuesta en el sector bajo la pendiente.

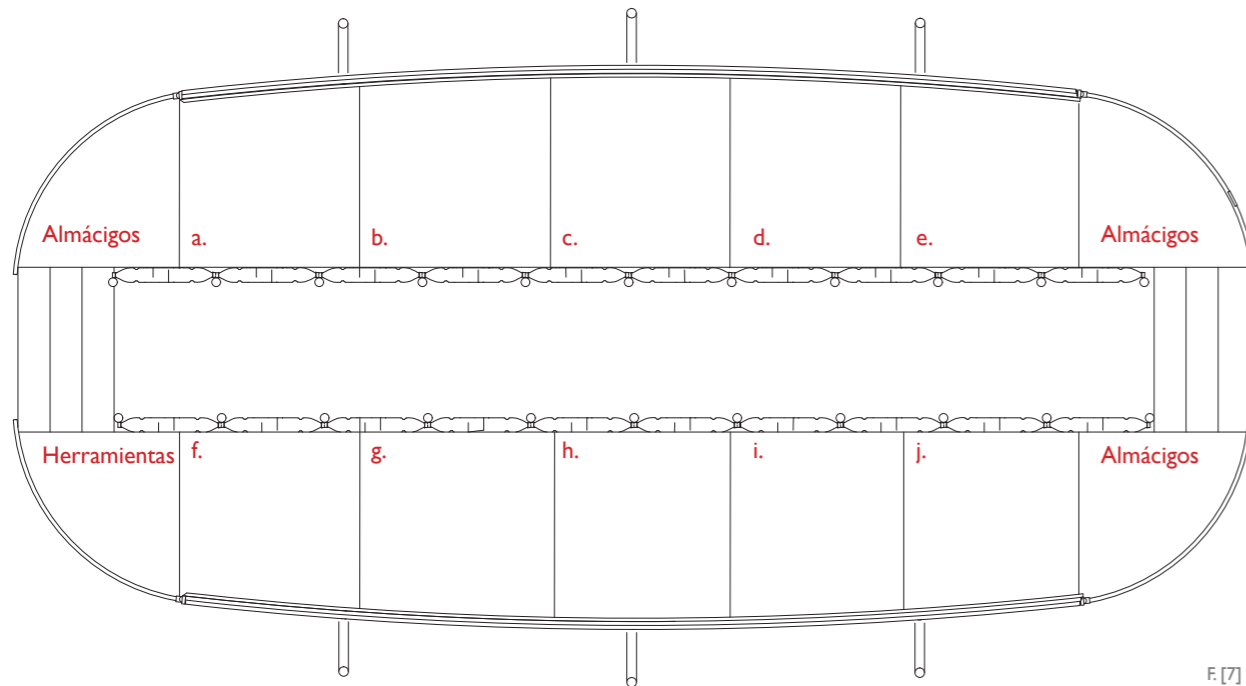
### 7.1.3. En el sector bajo

Contiguo a la pendiente cambia el terreno volviéndose más uniforme, con una inclinación menor. Por lo tanto se podría intervenir cavando o rellenando para lograr la simetría del suelo y construir el invernadero con las mismas medidas y dimensiones planteadas en un principio.

Esta última opción es la más viable, ya que no estorbaría en la vista panorámica que existe en el sector de los estacionamientos (punto importante para los habitantes del condominio) y recibiría el sol constantemente, a diferencia de la propuesta en la pendiente, donde gran parte de los cultivos se encontrarían bajo sombra durante el sol de la mañana (considerado importante para lograr el efecto invernadero) <sup>F.[5] y F.[6]</sup>.



F. [6]



F.[7]

F.[7] Plano de la distribución de los cultivos.

F.[8] Tabla de cultivos. Lo destacado en rojo corresponde a los cultivos que se proponen para el invernadero.

### 7.2. Propuesta de cultivo

Se propone la siguiente distribución y elección de los cultivos para realizar en el invernadero del condominio <sup>F.[7]</sup>. Esta información fue facilitada por las agrónomas del FOSIS. <sup>F.[8]</sup>

Se considera ocupar los espacios que quedan en las esquinas para ubicar los almácigos de las hortalizas que se trasplantaran a las áreas de cultivo, ya que muchas de estas no son de siembra directa y requieren de este proceso previo. Además se puede considerar una, de los 4 esquinas, para almacenar las herramientas que se ocupen para desarrollar el cultivo, tales como; tridente, escarificador de mano, pala, guantes, tijeras, cuchillo, tutores, regaderas, etc.

### 7.3. Continuidad y desarrollo del proyecto

Durante el período de titulación se abarcó la mayoría de los aspectos para llevar a cabo la ejecución del diseño del invernadero encargado por el FOSIS, por lo tanto quedan detalles pendientes de los cuales se hará cargo el profesor Ricardo Lang junto a la titulante Tuare Vega.

Los aspectos pendientes tienen relación principalmente con guiar la construcción del invernadero en el condominio “30 viviendas mínimas” y habilitar el invernadero construido en Ciudad Abierta.

|                  | CULTIVO             | SIEMBRA          | MÉTODO         | TRASPLANTE   | COSECHA       |          |
|------------------|---------------------|------------------|----------------|--------------|---------------|----------|
| a.               | <b>Acelga</b>       | Todo el año      | Dire/alm       | 20 a 40 días | 90 días       |          |
|                  | Achicoria           | Todo el año      | Directa        |              | 50 a 70 días  |          |
| b.               | <b>Ají</b>          | Julio a Agosto   | Almácigo       |              | 60 a 90 días  |          |
|                  | Ajo                 | Abril a Agosto   | Directa        |              | 180 días      |          |
|                  | Albahaca            | Agosto a Sept.   | Almácigo       | Sept. a Nov. | 80 días       |          |
|                  | Alcachofa           | Febrero y marzo  | Hijuelos       | Agosto       | 80 a 90 días  |          |
|                  | Apio                | Todo el año      | Almácigo       | 70 días      | 70 días       |          |
|                  | Arvejas             | Mayo a Agosto    | Directa        |              | 90 días       |          |
|                  | <b>Berenjena</b>    | Sept. a Dic.     | Almácigo       | 50 a 60 días | 90 días       |          |
|                  | Betarragas          | Agos. a Sept.    | Almácigo       |              | 90 días       |          |
|                  | Brócoli             | Todo el año      | Almácigo       | 30 a 40 días |               |          |
|                  | Coles de Bruselas   | Abril a Noviem.  | Directa        | 90 días      | 150 días      |          |
| c.               | Cebolla Temprana    | Oct. a Febrero   | Almácigo       | A los 20 cm. | 100 días      |          |
|                  | Cebolla tardía      | Abril            | Almácigo       | A los 20 cm. | 100 días      |          |
|                  | Cilandro            | Agosto a Sept.   | Directo        |              | 90 días       |          |
|                  | Coliflor            | Todo el año      | Almácigo       | 90 días      | 130 días      |          |
|                  | Escarola            | Todo el año      | Dire/alm       | 20 a 40 días | 90 días       |          |
|                  | <b>Espinacas</b>    | Todo el año      | Directa        |              | 60 a 90 días  |          |
|                  | Frutillas           | Abril a Mayo     | Espolón        |              | 120 días      |          |
|                  | Garbanzos           | Sept. a Octubre  | Directa        |              | 110 días      |          |
|                  | Habas               | Abril a Junio    | Directa        |              | 90 días       |          |
|                  | <b>Lechugas</b>     | Todo el año      | Dire/alm       | 20 a 40 días | 90 días       |          |
| d.               | Maíz                | Sept. a Diciemb. | Directa        |              | 120 días      |          |
|                  | Melón               | Sept. a febrero  | Dire/Alm       | 30 a 40 días | 120 días      |          |
|                  | Papas               | Febrero a Mar.   | Directa        |              | 90 días       |          |
|                  | <b>Pepinos</b>      | Sept. a Dic.     | Dire/Alm       | 30 a 40 días | 120 días      |          |
|                  | Perejil             | Todo el año      | Directa        |              | 90 días       |          |
|                  | <b>Pimiento</b>     | Julio a Agosto   | Almácigo       | Octubre      | 90 días       |          |
|                  | Porotos variedad    | Octubre a Enero  | Directa        |              |               |          |
|                  | <b>Poroto verde</b> | Sept. a Enero    | Directa        |              | 80 días       |          |
|                  | Puerros             | Sept. a Mayo     | Almácigo       | 15 a 20 cm.  | 120 días      |          |
|                  | Quínoa              | Agosto a Sept.   | Directa        |              | 90 a 125 días |          |
| e.               | Rabanitos           | Todo el año      | Directa        |              | 60 días       |          |
|                  | Repollo de invierno | Todo el año      | Almácigo       | 30 a 40 días | 100 días      |          |
|                  | Sandía              | Sept, a febrero  | Dire/Alm       | 30 a 40 días | 120 días      |          |
|                  | <b>Tomate</b>       | Agos. a Sept.    | Almácigo       | Nov. a Dic   | 90 días       |          |
|                  | <b>Zanahoria</b>    | Todo el año      | Directa        |              | 120 días      |          |
|                  | Zapallo Italiano    | Sept. a Enero    | Dire/Alm       | 30 a 40 días | 100 días      |          |
|                  | Zapallo camote      | Sept. a Dic.     | Directa        |              | 200 días      |          |
|                  | f.                  | <b>Pepinos</b>   | Sept. a Dic.   | Dire/Alm     | 30 a 40 días  | 120 días |
|                  |                     | Perejil          | Todo el año    | Directa      |               | 90 días  |
|                  | g.                  | <b>Pimiento</b>  | Julio a Agosto | Almácigo     | Octubre       | 90 días  |
| Porotos variedad |                     | Octubre a Enero  | Directa        |              |               |          |
| h.               | <b>Poroto verde</b> | Sept. a Enero    | Directa        |              | 80 días       |          |
|                  | Puerros             | Sept. a Mayo     | Almácigo       | 15 a 20 cm.  | 120 días      |          |
| i.               | Quínoa              | Agosto a Sept.   | Directa        |              | 90 a 125 días |          |
|                  | Rabanitos           | Todo el año      | Directa        |              | 60 días       |          |
| j.               | Repollo de invierno | Todo el año      | Almácigo       | 30 a 40 días | 100 días      |          |
|                  | Sandía              | Sept, a febrero  | Dire/Alm       | 30 a 40 días | 120 días      |          |

F.[8]





## ÍNDICE ANEXOS

### CAPÍTULO I

#### MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. Introducción del reciclaje</b>     | <b>166</b> |
| 1.1. Estrategia jerarquizada de residuos | 167        |
| 1.2. Reciclaje a nivel mundial           | 169        |
| <b>2. Proyectos similares</b>            | <b>170</b> |
| 2.1. POLLI-Brick™                        | 170        |
| 2.2. Proyecto Emium                      | 171        |
| 2.3. Campaña Ecoladrillos                | 172        |
| 2.4. Escuela Rautén                      | 173        |
| <b>3. Planimetría</b>                    | <b>174</b> |
| 3.1. Propuestas constructivas            | 174        |

### CAPÍTULO II

#### CONSTRUCCIÓN DE UN ESPACIO PARA LA COMUNIDAD

|   |            |
|---|------------|
| <b>1. Estudio de espacios reducidos</b> | <b>182</b> |
| <b>2. Planimetría</b>                   | <b>190</b> |
| 2.1. Paneles                            | 190        |
| 2.1.1. Panel muro pequeño               | 190        |
| 2.1.2. Panel muro grande                | 196        |

|  |     |
|--|-----|
| 2.1.3. Panel esquina                         | 200 |
| 2.1.4. Panel horizonte de luz                | 202 |
| 2.1.5. Panel ventana                         | 206 |
| 2.1.6. Panel techo                           | 208 |
| 2.2. Piezas de tela para paneles traslúcidos | 212 |
| 2.2.1. Horizonte de luz                      | 212 |
| 2.2.2. Panel techo                           | 213 |
| 2.2.3. Panel ventana                         | 214 |
| 2.2.4. Membrana                              | 215 |
| 2.3. Conformación de muros                   | 216 |
| 2.4. Entramado suelo                         | 218 |
| 2.5. Cubierta                                | 220 |
| 2.6. Espacio construido                      | 222 |

### CAPÍTULO III

#### DISEÑO DE INVERNADERO PARA CONDOMINIO “30 VIVIENDAS MÍNIMAS” DE PLAYA ANCHA

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. Plano de la ubicación del condominio</b>   | <b>226</b> |
| <b>2. Planimetría</b>                            | <b>228</b> |
| 2.1. Vistas del invernadero                      | 228        |
| 2.2. Propuesta de alero                          | 231        |
| 2.3. Propuesta de unión de piezas de polietileno | 232        |

MÉTODO CONSTRUCTIVO A BASE DE LA REUTILIZACIÓN DE BOTELLAS  
ANEXO



F.[1] Tabla de degradación.

A continuación se detallarán los datos, documentos y estudios en los que se basa la información y el trabajo de la presente tesis.

## I. INTRODUCCIÓN DEL RECICLAJE

En la naturaleza no existen los residuos, por lo que la generación de estos es una característica propia de cualquier organización social y se vuelve más problemático cuando aparecen grandes asentamientos de población. Esto exige una gestión adecuada que no afecte a la salud y el medio ambiente.<sup>F[1]</sup>

Una mala gestión puede tener los siguientes impactos ambientales:

- Afectación de la calidad del agua, tanto superficial y subterránea
- Alteración de la biomasa, vegetación y fauna
- Alteración de la fertilidad del suelo, terminando en erosión
- Emisiones Atmosféricas tóxicas
- Emisión de gases de efecto invernadero fruto de la degradación de residuos en rellenos sanitarios
- Impactos paisajísticos

### I.1. Estrategia jerarquizada de residuos

Para evitar los efectos explicados anteriormente, se determina un orden en el tratamiento de residuos, empezando por el menos contaminante hasta el más contaminante.

#### a. Prevención

Acciones o medidas destinadas a evitar o reducir la generación de residuos, disminuir la presencia de sustancias peligrosas o contaminantes en ellos, y minimizar los impactos significativos sobre el medio ambiente o la salud de las personas que estos generen. Puede ser acompañada de campañas, informativos y cualquier medio de enseñanza e información para la ciudadanía.

#### b. Reutilización

Acciones de valorización mediante las cuales los residuos son transformados en nuevos productos, excluyendo la valorización energética. La principal característica es que se puede hacer a menor escala, y no requiere que el residuo pase por un proceso complejo.



F. [2]

F.[2] Pirámide de estrategia jerarquizada.

Fuente: Informe Medioambiental Chile 2011.

**c. Reciclaje**

Acción consistente en el uso de un material o producto previamente utilizado como insumo en el proceso productivo que le dio origen. Normalmente los residuos se acopian, se trituran y se vuelven a fundir (metales, plásticos y vidrios).

**d. Valorización energética**

Empleo de un residuo como combustible en un proceso productivo. Acá los residuos se convierten en energía. Principalmente se queman, produciendo calor el cual es usado como energía. La desventaja principal es que este proceso es que de todas maneras contamina al expulsar humo y gases tóxicos al aire.

**e. Eliminación**

Acciones que tienen por objeto disponer en forma definitiva los residuos en lugares autorizados para ello en conformidad a la normativa vigente. En Chile existen dos tipos: Rellenos Sanitarios y Vertederos.

**1.2. Reciclaje a nivel mundial**

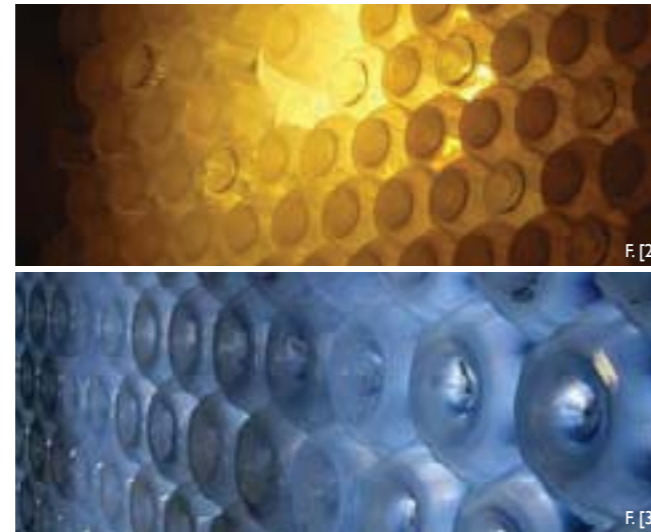
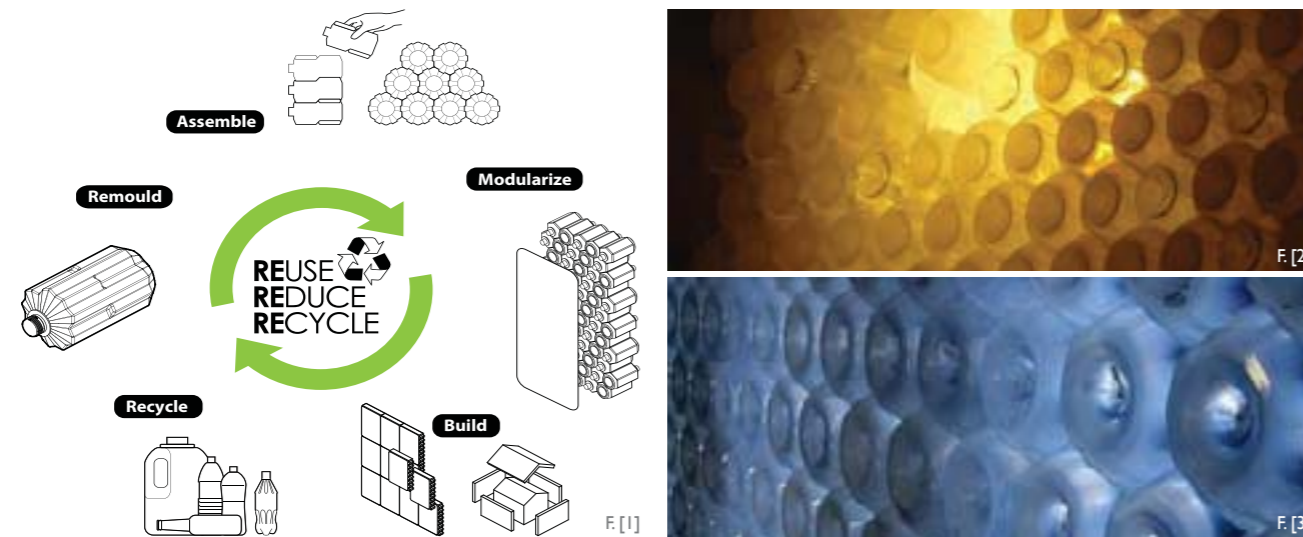
A nivel mundial, hay pocos países o regiones que tienen un sistema de reciclaje óptimo de sus residuos. Principalmente países desarrollados como Estados Unidos o los que componen la Unión Europea presentan niveles más altos de valorización de residuos sólidos urbanos, acompañado también de una cultura y responsabilidad ciudadana con el medio ambiente. Gracias a esto se han logrado políticas ambientales exitosas como en Suiza, donde solamente el 3% de la basura va a los vertederos y el resto es reciclado o tratado de alguna manera. Otro ejemplo es Alemania, donde el 35% de los residuos plásticos es reciclado y el 60% es aprovechado energéticamente, lo que significa que solo el 5% de la basura plástica es eliminada. Comúnmente en estas naciones el reciclaje se ve no solamente como una manera de contribuir al medio ambiente, sino que está acompañado de la idea de usar la basura como “recurso” al que le explotan su potencial económico y energético.

Por otra parte, regiones como América Latina o algunas regiones de Europa y Asia, las tasas de reciclaje son aún muy bajas o nulas, ejemplo de esto son Bulgaria y Eslovenia, donde el 100% y el 99%, respectivamente, de los residuos van a parar a los vertederos, y demoran al menos 100 años en degradarse.

Al contrario de lo que pasa en las sociedades desarrolladas, gran parte de la población no considera el reciclaje como hábito, mostrando una falta de “cultura ambiental”, además los gobiernos no financian programas de reciclaje, ya que ocupan gran tiempo y recursos al tener que implementar la maquinaria técnica y todas las estaciones del proceso, como la recolección, separación, etc.

Tomando el ejemplo las botellas como residuo, tenemos que tener en cuenta que anualmente se producen 245 millones de toneladas de plástico en el mundo (China, Japón y Alemania son los que más producen) y el 20% corresponde a envases PET.

Según datos de la Unión Europea, en el 2008, se generaron 30.6 kg de envases plásticos per cápita, siendo Irlanda y Luxemburgo los con más altos índices 55 y 52 kg per cápita respectivamente.



## 2. PROYECTOS SIMILARES

A continuación se muestra una pequeña recopilación de proyectos insertos dentro del mismo ámbito, en Chile y en el mundo. Estos proyectos se investigaron para conocer lo que está realizado y poder distinguir una forma de abordar el encargo.

### 2.1. POLLI-Brick™ MiniWiz, Taiwan 2010

El POLLI-Brick™, es un proyecto llevado a cabo por la compañía taiwanesa MiniWiz, la cual usa envases PET, y mediante el reciclaje y su posterior termoformado desarrolla nuevos envases, los que tienen la característica que permiten usarse como ladrillos que pueden ser utilizados en numerosas estructuras <sup>F.[1]</sup>.

Los envases tienen una forma que permite acoplarlos entre sí y al juntarse recuerdan la forma de un panal de abejas. Al ensamblarse unos con otros forman módulos con los cuales se puede construir <sup>F.[2]</sup> y <sup>F.[3]</sup>. Los módulos van unidos con una malla metálica y con unas placas plásticas resistentes a los rayos UV, al fuego y al agua, además se le pueden agregar celdas solares y luces led dentro de las botellas. Lo más impresionante del proyecto es su precio, que alcanza ¼ de lo que cuesta el sistema convencional de construcción.



Estos paneles se usaron para la construcción del pabellón de Taiwán “EcoARK” en la Expo Internacional de Taipei del 2010, un edificio completamente sustentable y desarmable donde se usaron 1.5 Millones de envases reciclados.

### 2.2. Proyecto Emium Mirta Facsi y Luis Pittau, Argentina 2010

Emium es la abreviación de Envase Modular Interconectable de Usos Múltiples, creado por un matrimonio de creativos argentinos en el año 2010. La idea principal del proyecto es que todo lo que se consume; agua, leche, jugos, gaseosas, etc. esté contenido en estos envases para posteriormente ser reutilizados, ya sea para divertirse, como también para armar estanterías, mesas, sillas o hasta incluso una vivienda <sup>F.[5]</sup> y <sup>F.[6]</sup>. El Emium es el envase más premiado dentro de Argentina y también en el mundo llegando a ser utilizado por Coca Cola México para envasar jugos <sup>F.[4]</sup>. Además el diseño aporta otras características positivas que tiene que ver con el almacenamiento y transporte ya que al acoplarse aprovechan mejor el espacio y el volumen que ocupan además de disminuir los costos y tiempos de los procesos.

F.[1] Esquema de procesos del proyecto POLLI-Brick™.

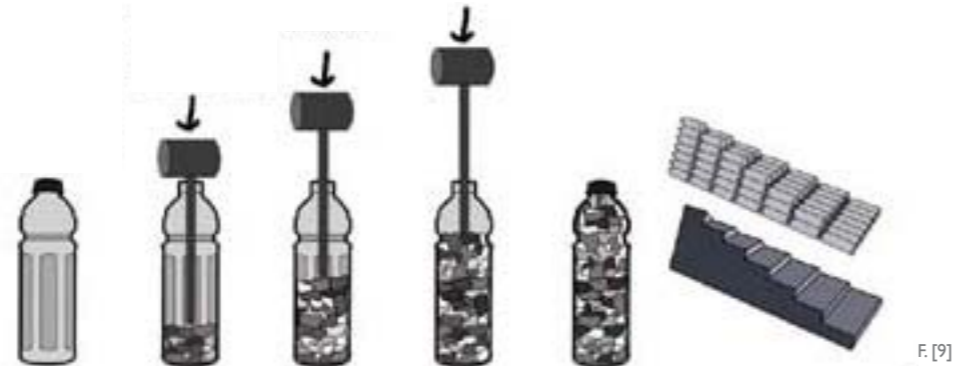
F.[2] Vista luminosa de manto de envases del proyecto POLLI-Brick™.

F.[3] Vista de manto de envases del proyecto POLLI-Brick™.

F.[4] Envase del proyecto Emium.

F.[5] Construcción de un espacio utilizando envases del proyecto Emium.

F.[6] Espacio construido con envases del proyecto Emium.



### 2.3. Campaña Ecoladrillos Grupo Sustenta, Chile 2010

Ecoladrillo es una campaña del grupo Sustenta, especialistas en construcción ecológica <sup>F.[9]</sup>. La idea es usar los envases plásticos usados y rellenarlos con otros residuos difíciles de reciclar o de degradarse como bolsas plásticas, papeles plastificados, envoltorios, etc <sup>F.[7]</sup>, para después usarlos en la construcción de espacios <sup>F.[8]</sup>. El grupo Sustenta ha difundido la idea para educar y fomentar el uso de los ecoladrillos mediante talleres, además de hacer campañas para la recolección de estos. Un ecoladrillo puede ser un aislante acústico y térmico, e incluso antisísmico, que funciona muy bien, pero al ser artesanal requiere de mucha mano de obra.

F.[7] Envases para ser utilizados como ecoladrillos.

F.[8] Espacio construido con ecoladrillos.

F.[9] Esquema de la conformación de un ecoladrillo.



### 2.4. Escuela Rautén Escuela Cristina Durán, Quillota Chile

Este proyecto fue llevado a cabo en la escuela Cristina Durán, ubicada en Rautén, comuna de Quillota. El diseño fue dirigido por la profesora Abigail Collao como proyecto final de un diplomado de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Se construyó junto con la comunidad y la municipalidad un invernadero con envases PET. Lo valioso de la construcción fue educar y generar una conciencia ambiental en los alumnos y desarrollar su espíritu emprendedor. <sup>F.[10], F.[11], F.[12], F.[13], F.[14] y F.[15]</sup>

F.[10] y F.[11] Vista exterior de invernadero de Rautén.

F.[12] Detalle de unión de los muros.

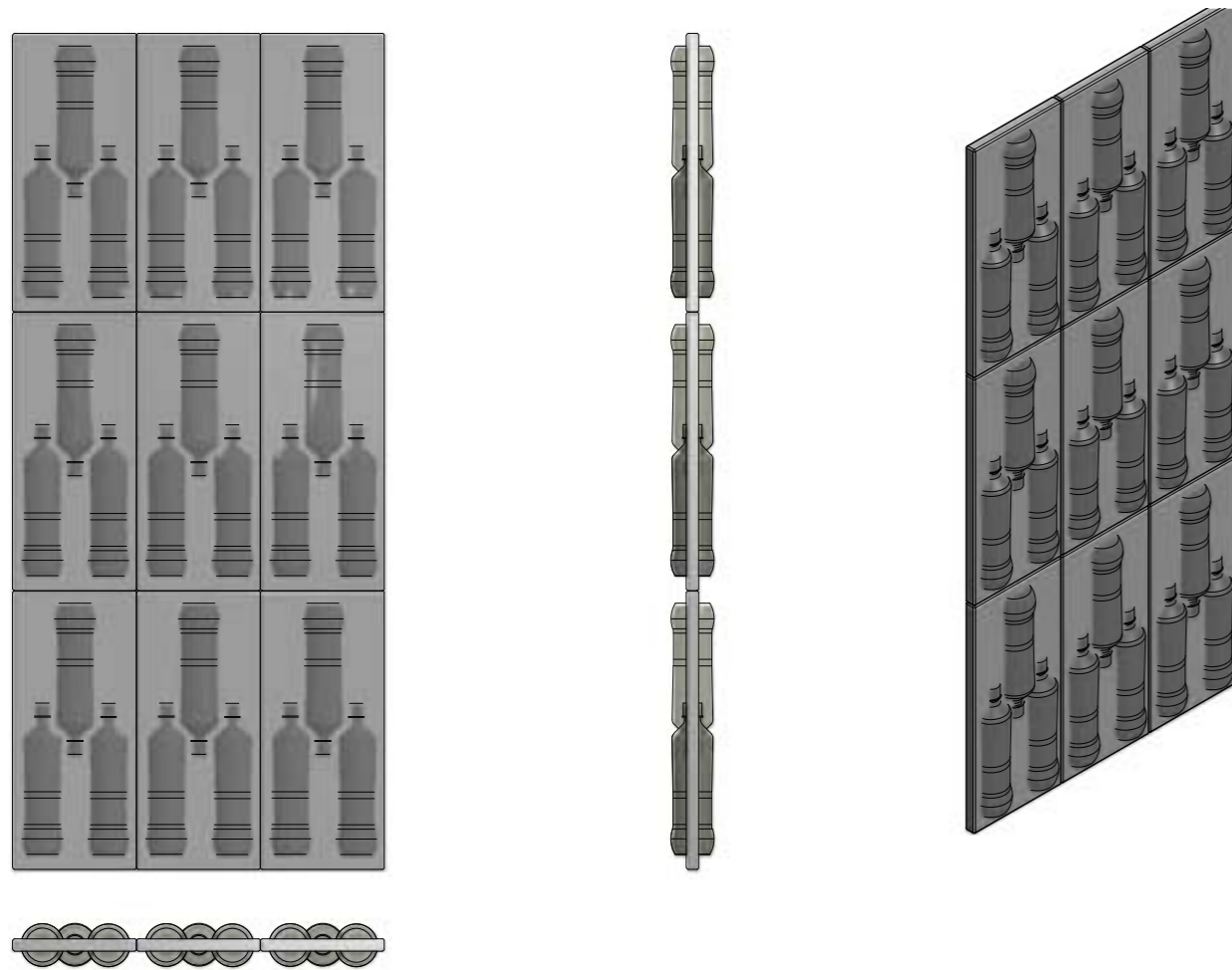
F.[13], F.[14] y F.[15] Vista interior de invernadero de Rautén.

### 3. PLANIMETRÍA

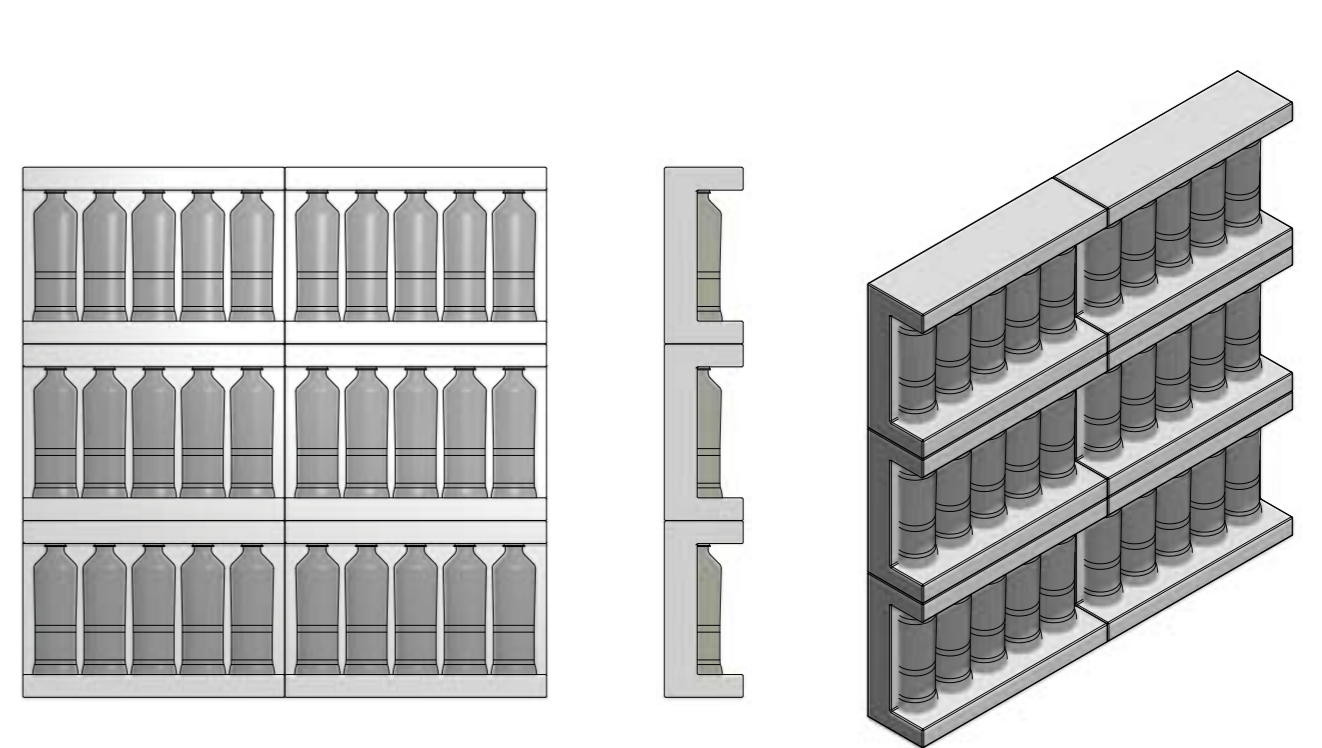
#### 3.1. Propuestas constructivas

Proyección de los muros que conformarían cada propuesta de argamasa y cortes de botellas.

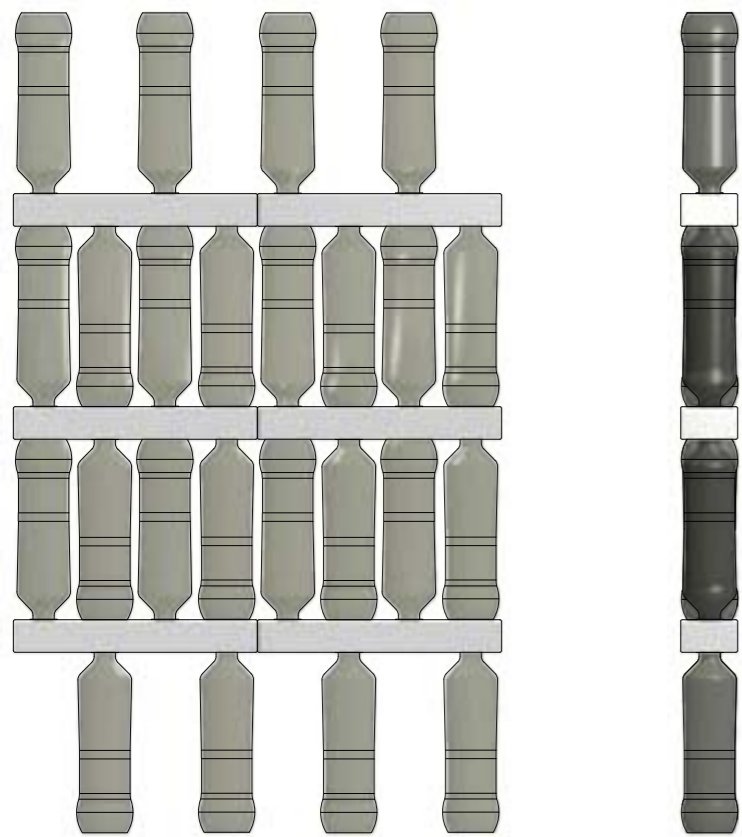
##### Propuesta argamasa CASO 1



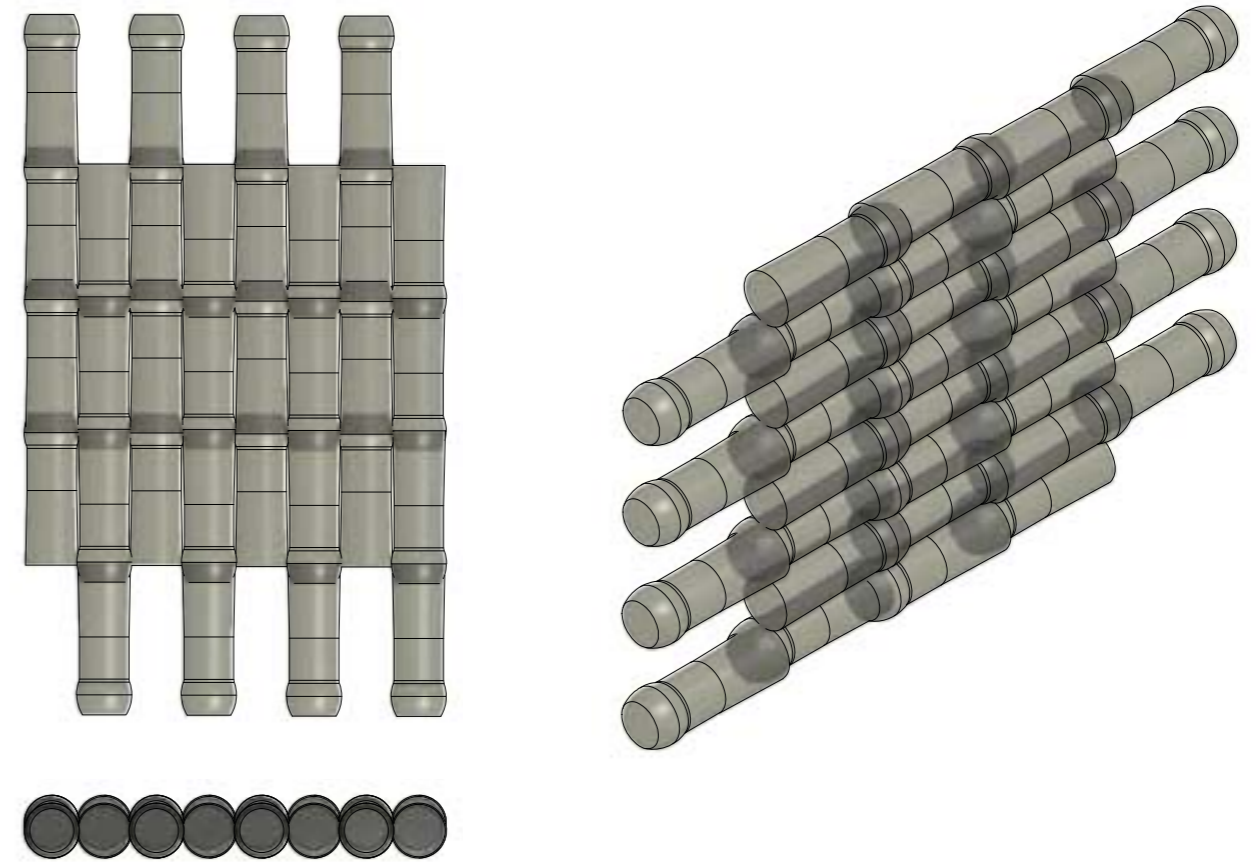
##### Propuesta argamasa CASO 2



Propuesta argamasa CASO 3

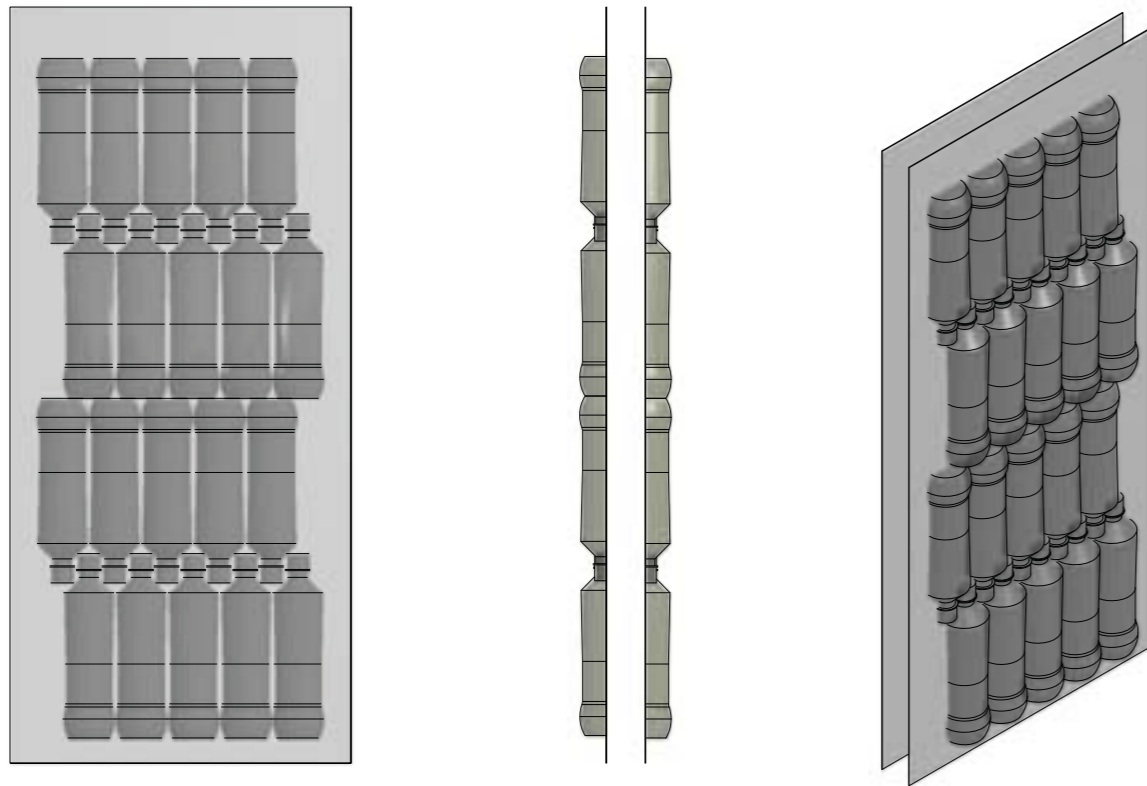


Propuesta cortes CASO I

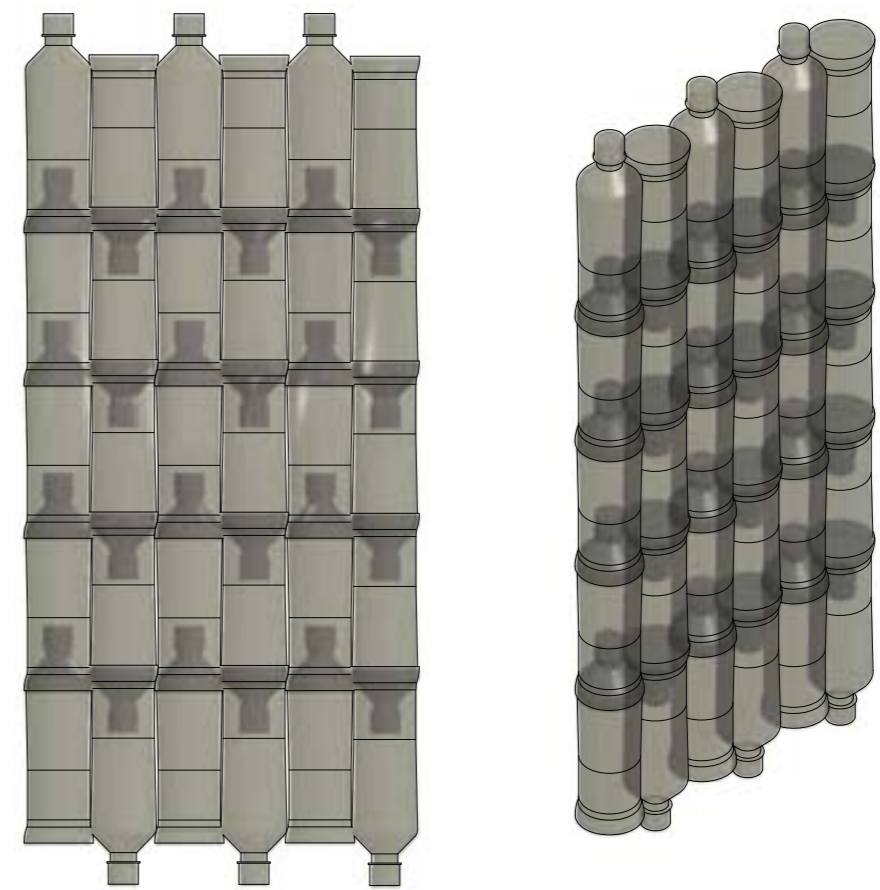




Propuesta cortes CASO 2



Propuesta cortes CASO 3



CONSTRUCCIÓN DE UN ESPACIO PARA LA COMUNIDAD  
ANEXO



F[1] Vista al interior de un vagón.

F[2] Interior del vagón de un ferrocarril.

F[3] Espacio que se conforma entre dos asientos.

## I. ESTUDIO DE ESPACIOS REDUCIDOS

Para lograr tener cierta aproximación a las características que tendría un lugar como el que se ha propuesto en esta etapa se desarrolla un estudio de distintos espacios reducidos, que dejan entrever cómo es el habitar de un recinto de estas dimensiones. Se establecen algunos parámetros para comenzar a abarcar el estudio tales como definir espacios reducidos de habitar esporádicos, como es un ferrocarril, yate o autobús, y espacios de habitar permanente como un submarino, casa rodante o mediagua. A continuación se detallan las particularidades de cada uno de estos espacios.

### I.1. Espacios reducidos de habitar esporádicos

Son espacios que están acondicionados para que se puedan desarrollar las actividades cotidianas de una persona, tales como dormir, comer, asearse, etc. Estos recintos coinciden que son medios de transportes por lo tanto están adaptados para otorgar comodidad a los pasajeros.

#### I.1.1. Ferrocarril

El ferrocarril surge para transportar cargas, pero al pasar los años se van modificando los vagones para transportar pasajeros (año 1800).<sup>F[1], F[2], F[3], F[4] y F[5]</sup>



F[4] Posición de los asientos frontal.

F[5] Posición de los asientos posterior.

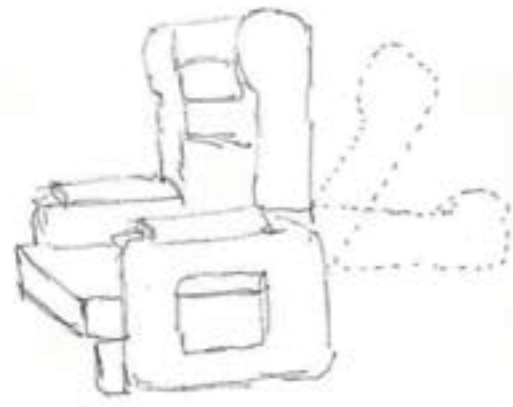
En sus inicios era bastante incómodo para los viajeros utilizar el ferrocarril, ya que estaba destinado para llevar mercaderías. Al empezar a realizarse trayectos más largos se piensa en el confort de los pasajeros, dividiéndose en 3 clases:

- Tercera clase: Viajaba de pie.
- Segunda clase: Asientos de madera.
- Primera clase: Asientos mullidos y tapizados.

No existía calefacción, iluminación, ni menos la posibilidad de dormir o comer durante el trayecto, lo que contrasta con los trenes actuales.

George Pullman en 1863 inicia el diseño de vagones dormitorios y comedores, siendo el primero en pensar en estos espacios de una manera habitable.

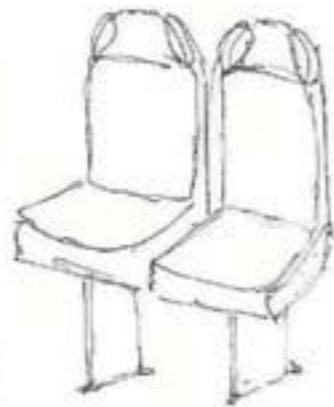
Tanto en buses como en trenes los asientos se hicieron personalizados, es decir que ya no se comparte el mismo asiento y respaldo con la persona contigua. El acto de comer ya no sólo se da en vagones comedores, sino que también en el propio asiento, gracias a una bandeja que se desprende de la parte trasera del asiento delantero.



F.[6]



F.[7]



F.[8]

F.[6] Asiento clase business.

F.[7] Asiento clase intermedia.

F.[8] Asiento clase económica.

### 1.1.2. Autobús

El habitar en un bus radica en la comodidad del usuario durante el trayecto de su viaje, esta comodidad se define con el diseño del interior del autobús.

En un principio los buses eran tirados por caballos y con espacios muy reducidos, por lo tanto evidentemente la comodidad del usuario era precaria. El confort de viajar en autobús hoy en día no sólo depende de la estructura y forma del asiento sino también de la tecnología que este tenga. Como es el caso de los buses que descienden en las paradas quedando el suelo a la altura de la berma, lo que facilita el acceso especialmente a la gente discapacitada.

La comodidad de un autobús va ligada al espacio que se pueda tener dentro de él. Este espacio varía según las clases; económica <sup>F.[8]</sup>, intermedia <sup>F.[7]</sup> y business <sup>F.[6]</sup>. La clase económica tiende a ser menos cómoda, con menos espacios y sin tantos servicios como la business. Esta última es la que más cambios y nuevos diseño ha tenido.



F.[9]



F.[10]



F.[11]



F.[12]

## 1.2. Espacios reducidos de habitar prolongado

### 1.2.1. Submarino

Los primeros submarinos eran simplemente campanas acuáticas, donde los tripulantes podían respirar en su interior y caminar en el lecho marino o se propulsaban mecánicamente mediante remos. El primero submarino (1770) tenía capacidad para una sola persona, además no permitía su uso por períodos largos, máximo unas horas.

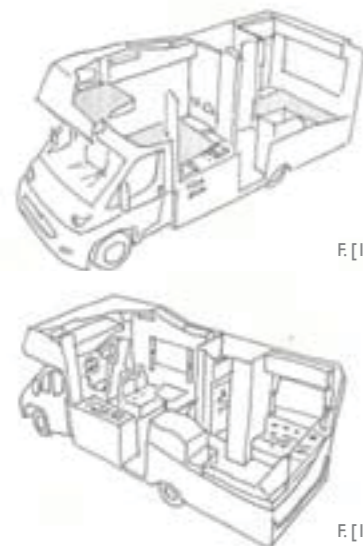
A principios del siglo XX, las nuevas tecnologías permitieron añadirle un número más grande de tripulantes y permitieron otorgarle una mayor autonomía a su uso <sup>F.[9]</sup>. Esto llevo a los diseñadores a tener que distribuir óptimamente el pequeño espacio interior para permitir las faenas correspondientes y el habitar de la tripulación <sup>F.[10], F.[11] y F.[12]</sup>.

F.[9] Vista exterior del submarino.

F.[10] Bodegas bajo suelo.

F.[11] Literas submarino.

F.[12] Baño submarino.



F.[13]



F.[15]



F.[16]



F.[17]

- F.[13] Despliegue de una casa rodante durante la noche.
- F.[14] Pliegue de una casa rodante durante el día.
- F.[15] Litera casa rodante
- F.[16] Interior casa rodante.
- F.[17] Asiento-cama casa rodante.

### 1.2.2. Casa rodante

Las casas rodantes o motorhome surgen hace 75 años atrás aproximadamente con la finalidad de vender un remolque que se adaptaran a las grandes camionetas y que estuvieran perfectamente equipadas para cumplir con las necesidades básicas de un hogar y con la capacidad de autoabastecerse de agua potable, calefacción, cocina y electricidad. Luego se expandió la infraestructura que hizo posible que las personas pudieran viajar miles de kilómetro, funcionando como hogares temporales para una población flotante que viajaba por entretenimiento, turismo o trabajo.

Debido a que los espacios dentro de una casa rodante son reducidos, cada rincón es ocupado, no queda nada al azar<sup>F.[16]</sup>. Una característica primordial de las motorhome es lo desplegable, tanto en los objetos como en los espacios.

#### - Espacios expansibles

Al ser el espacio un tema fundamental en el habitar de una casa rodante, existen algunos modelos que se expanden al estar detenidas, aumentando su perímetro. Con estos despliegues no aparecen nuevos objetos sólo aumenta la superficie del vehículo lo cual se relacionar con el momento de dormir<sup>F.[15] y F.[17]</sup>.



F.[18]

Las transformaciones del espacio o del mobiliario de una casa rodante se relacionan con el acto de dormir y/o descansar. En esto radica la dificultad de reducir una casa a un espacio pequeño, ya que tanto en la cocina como en el baño, no le afecta al habitante disminuir las dimensiones, en cambio al acostarse y/o estar en una posición horizontal el cuerpo necesita esa dimensión, no es algo modificable. Una cama no puede ser más pequeña que la altura de una persona.

#### - Transformación DÍA/NOCHE

Hay dos momentos en una casa rodante, el día y la noche. Durante el día todo permanece cerrado para que el interior sea más espacioso<sup>F.[14]</sup>, y en la noche se despliegan las camas<sup>F.[13]</sup>, modificando los elementos del día, como mesas, sofás, etc.

### 1.2.3. Yate

Los yates son todas aquellas embarcaciones medianamente pequeñas destinadas a deportes, entretenimiento u ocio. Esta característica llevo a los diseñadores ofrecer ciertas comodidades en su interior aprovechando al máximo su espacio<sup>F.[18]</sup>.

Tal cual como en las casas rodantes, el mobiliario es plegable, ya sea en el baño, cocina o dormi

- F.[18] Esquema interior de un yate.
- a. Litera 1
- b. Litera 2
- c. Litera 3
- d. Baño 1
- e. Baño 2
- f. Cocina
- g. Comedor
- h. Comandos de navegación
- i. Escalera hacia el exterior



F. [19]



F. [20]

F.[19] Vista exterior de una mediagua.

F.[20] Vista interior de una mediagua.

1. Información extraída de <http://es.wikipedia.org/wiki/Mediagua>

torio. Comúnmente el espacio habitable se divide en tres habitaciones, la cabina principal, donde se desarrollan las actividades comunes, como cocinar, comer, descansar, etc. Las otras habitaciones son el baño y un dormitorio donde se desarrollan actividades más privadas.

Cada lugar dentro de la cabina está contenido en su espacio justo, el cual está determinado por las medidas del cuerpo humano, además para evitar que los objetos se muevan al estar el yate en movimiento.

#### 1.2.4. Mediagua

Las mediaguas es un tipo de vivienda social prefabricada que se construye para personas indigentes o que han sufrido una catástrofe natural.

Una mediagua estándar tiene 18,3 m<sup>2</sup> y alberga a una familia de 4 personas. Consta de 8 paneles (2 pisos, 2 laterales, 2 frontales y 2 traseros), 2 cumbresas, aislante, 8 láminas de zinc, 15 pilotes y 8 tablas de 1x4" (vigas) y 6 palos de 2x2" (costaneras) para el envidado del techo <sup>1</sup>.



F. [21]



F. [22]

Si bien las mediaguas son viviendas de emergencia, suelen establecerse como espacios de residencia permanente. A diferencia de los otros espacios reducidos estudiados, donde los objetos se adaptan a las exigencias del espacio, en las mediaguas no ocurre así. Los objetos que se encuentran en ella son los mismos que se utilizan en un casa de otras dimensiones, por lo tanto el interior queda saturado y sin un previo diseño de la distribución y/o adaptación de los objetos. <sup>F.[19], F.[20], F.[21] y F.[22]</sup>

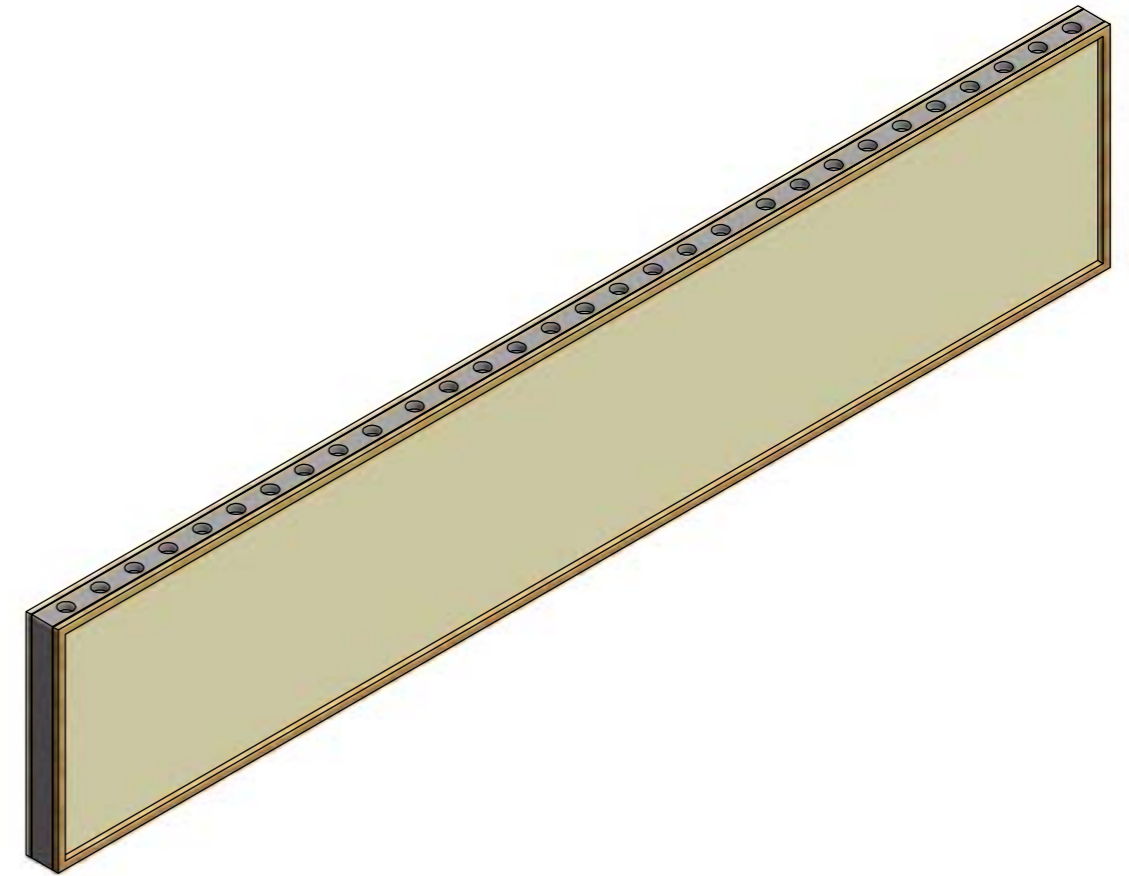
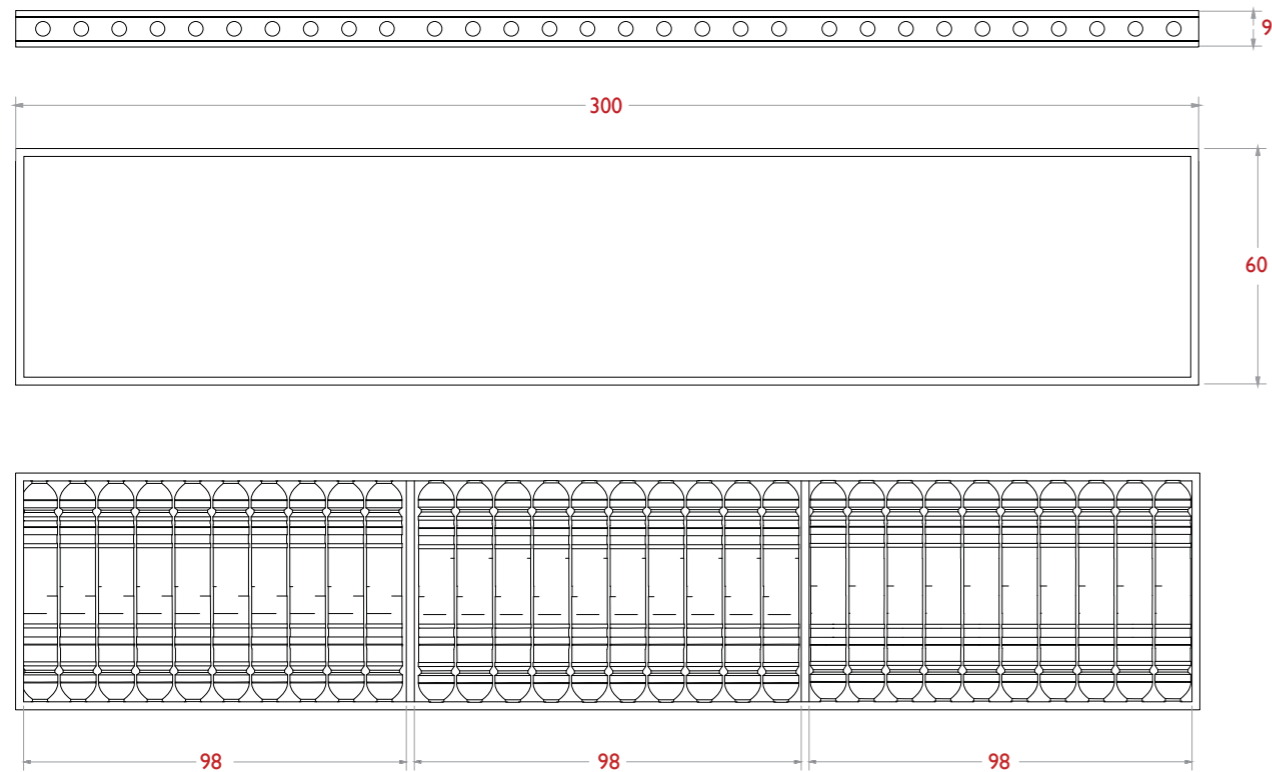
F.[21] Construcción de una mediagua.

F.[22] Conjunto de mediaguas.

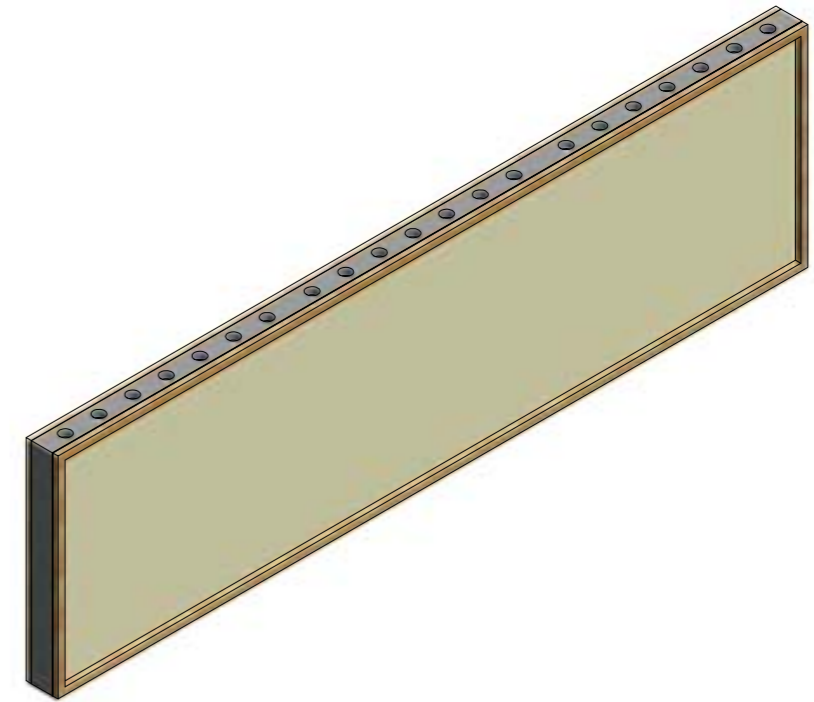
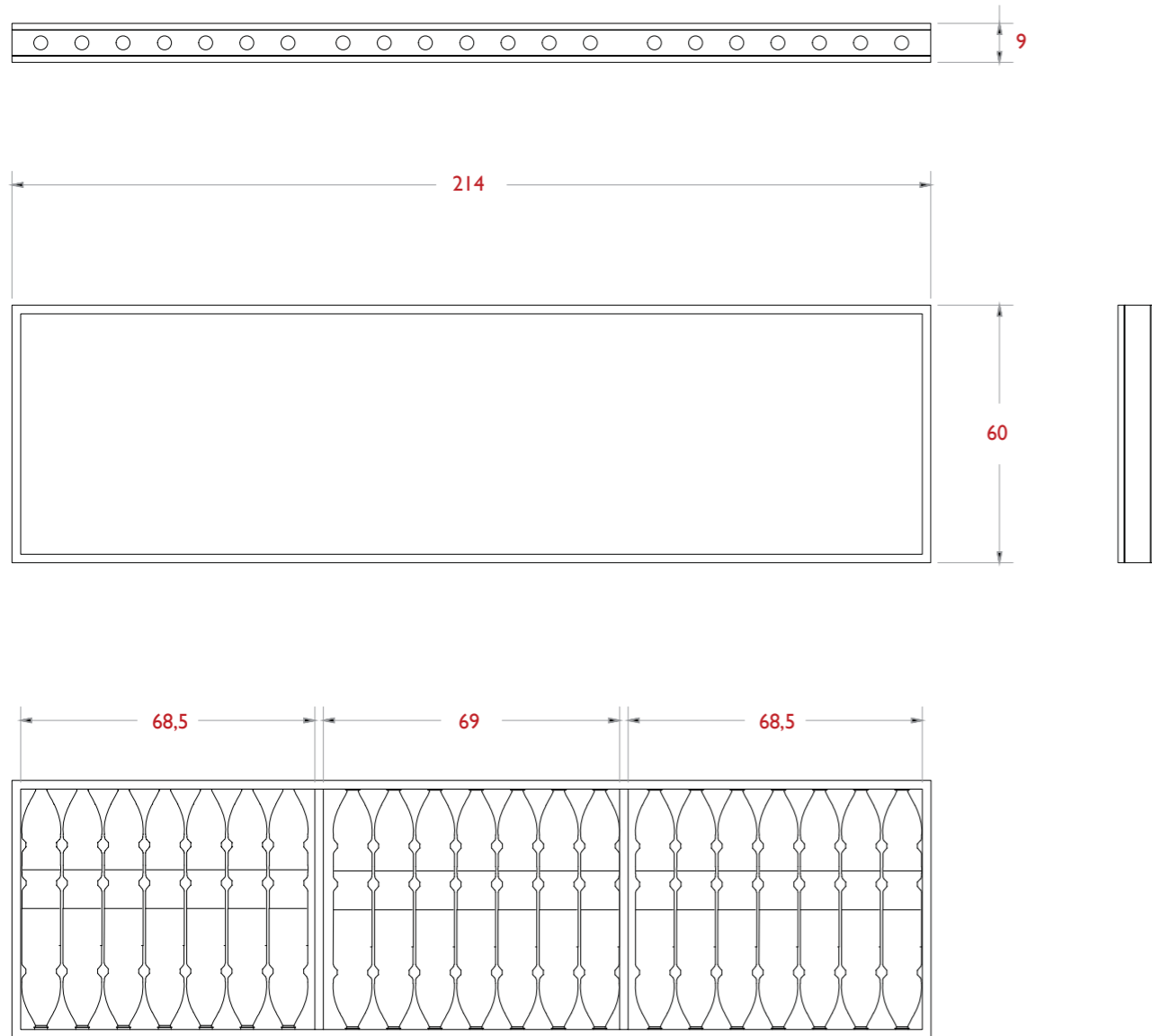
## 2. PLANIMETRÍA

### 2.1. Paneles

#### 2.1.1. Panel muro pequeño

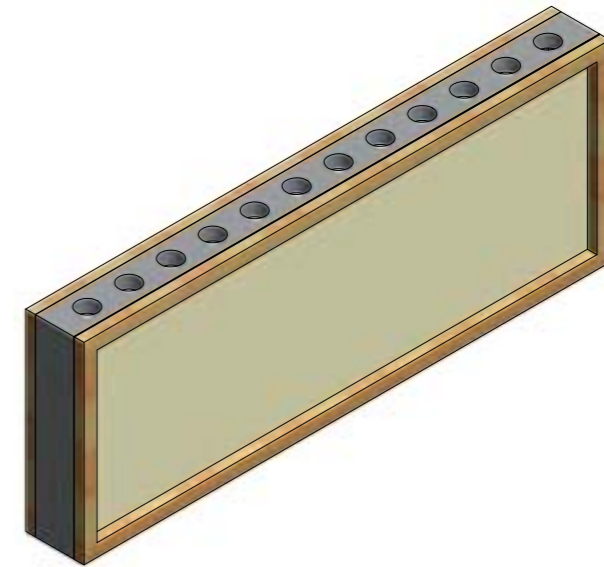
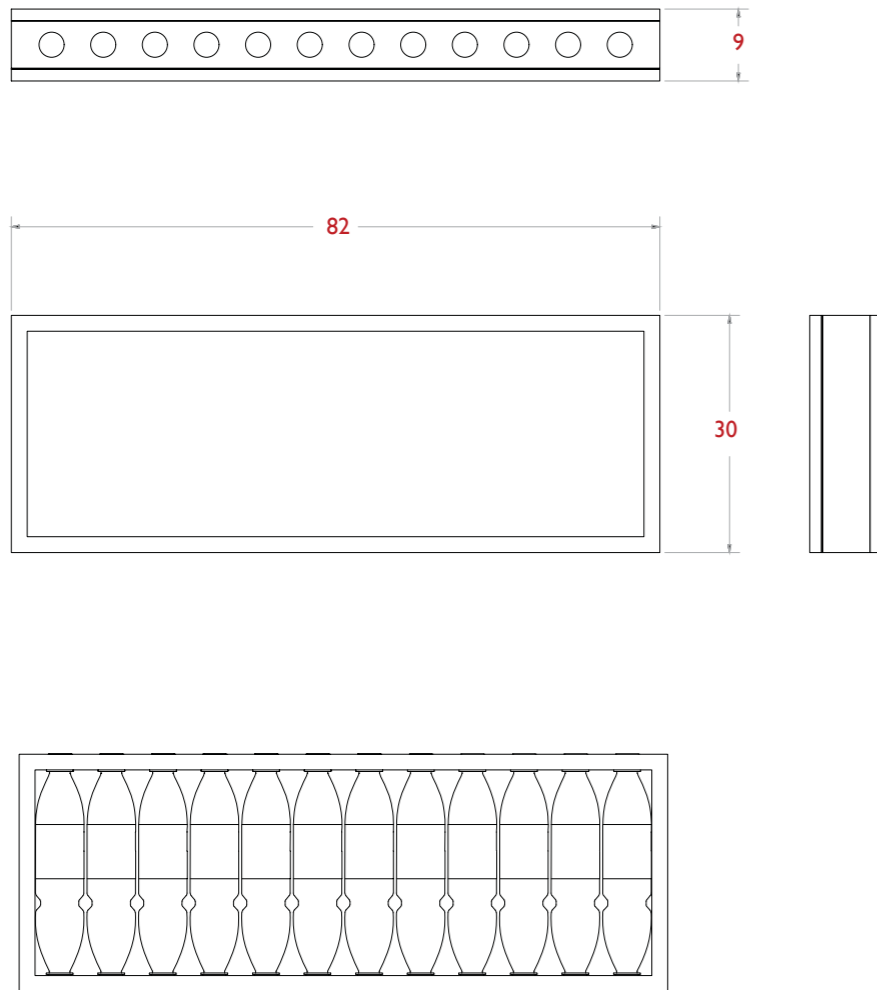


Panel muro pequeño, pared puerta

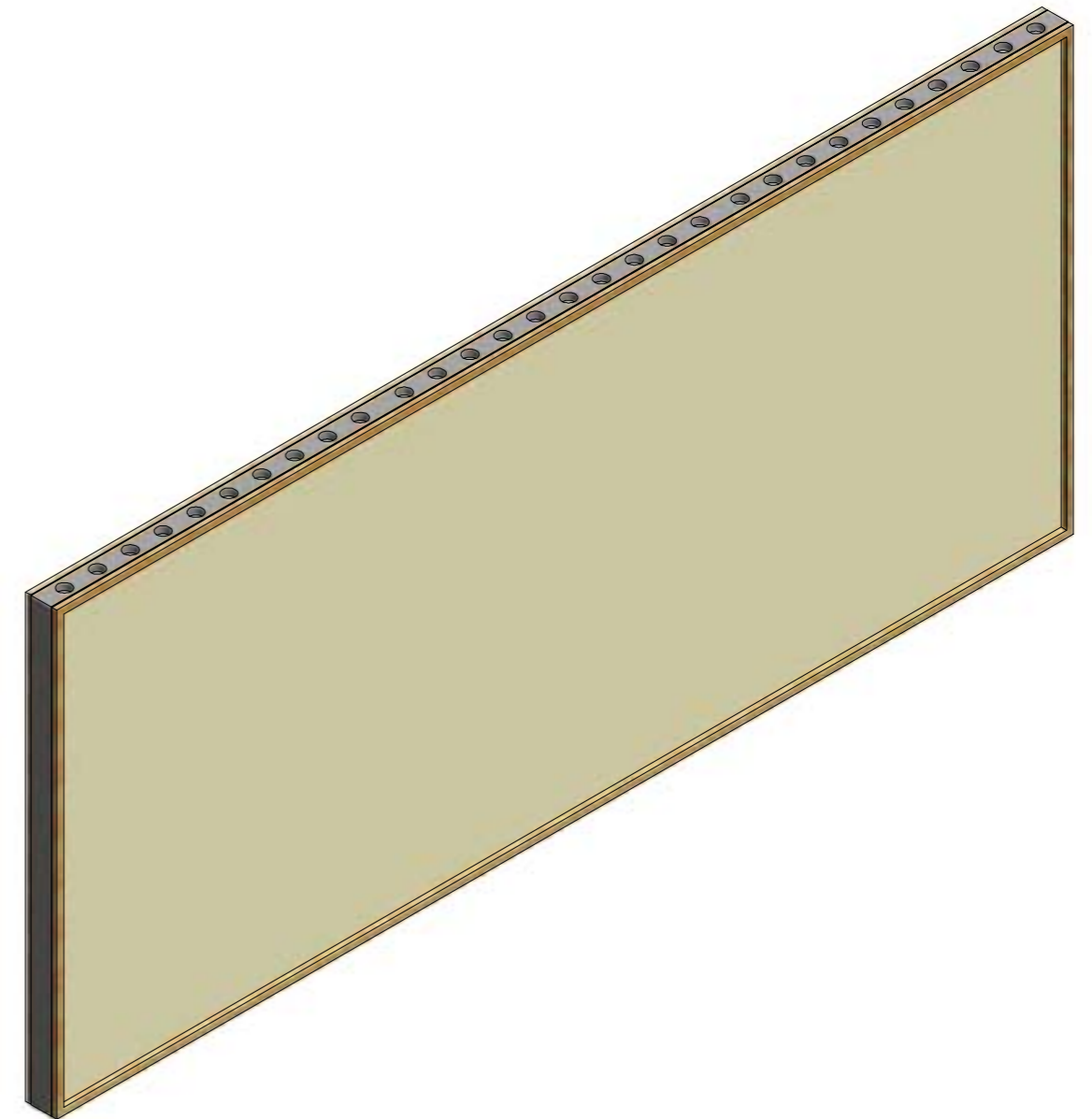
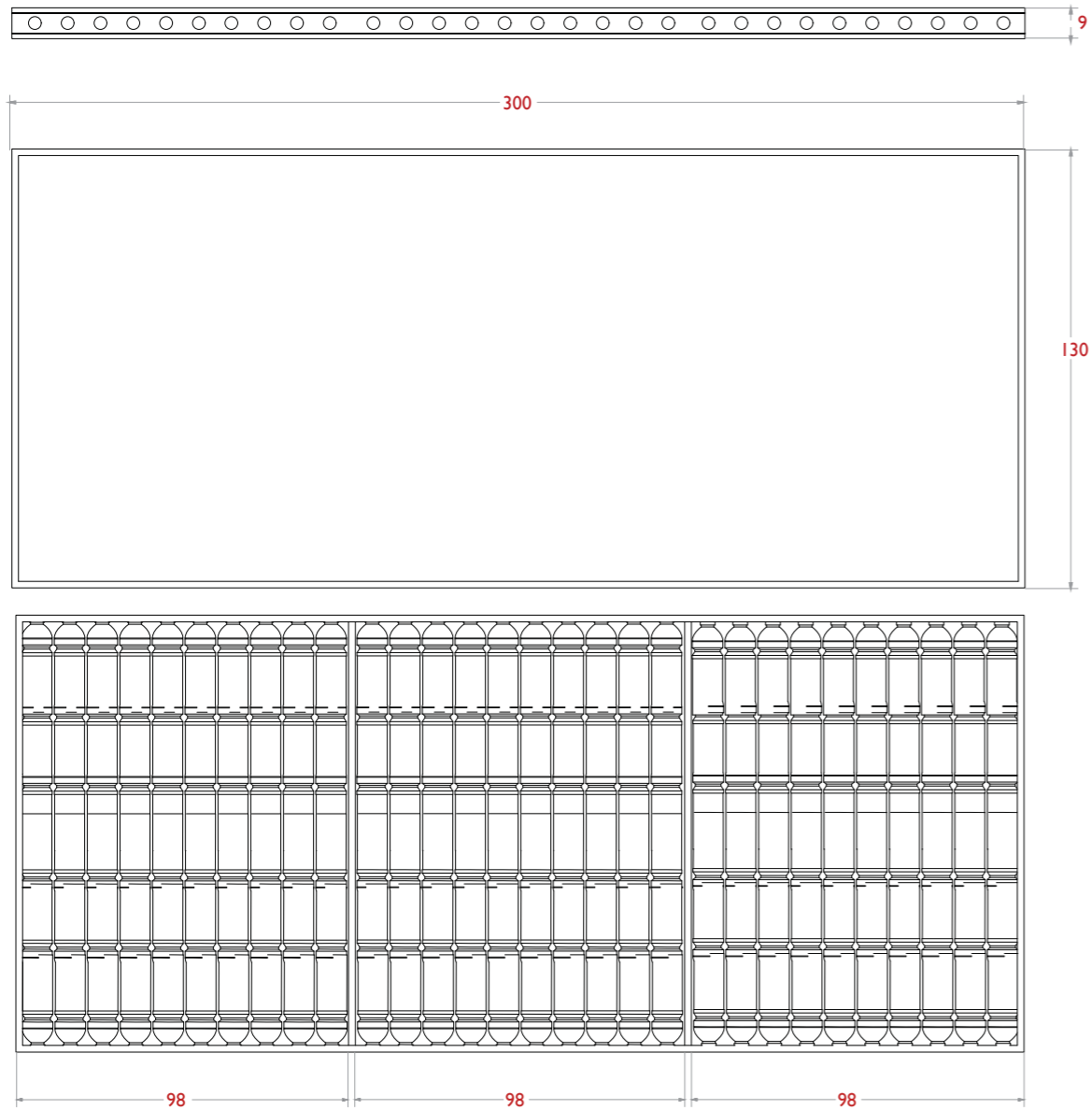




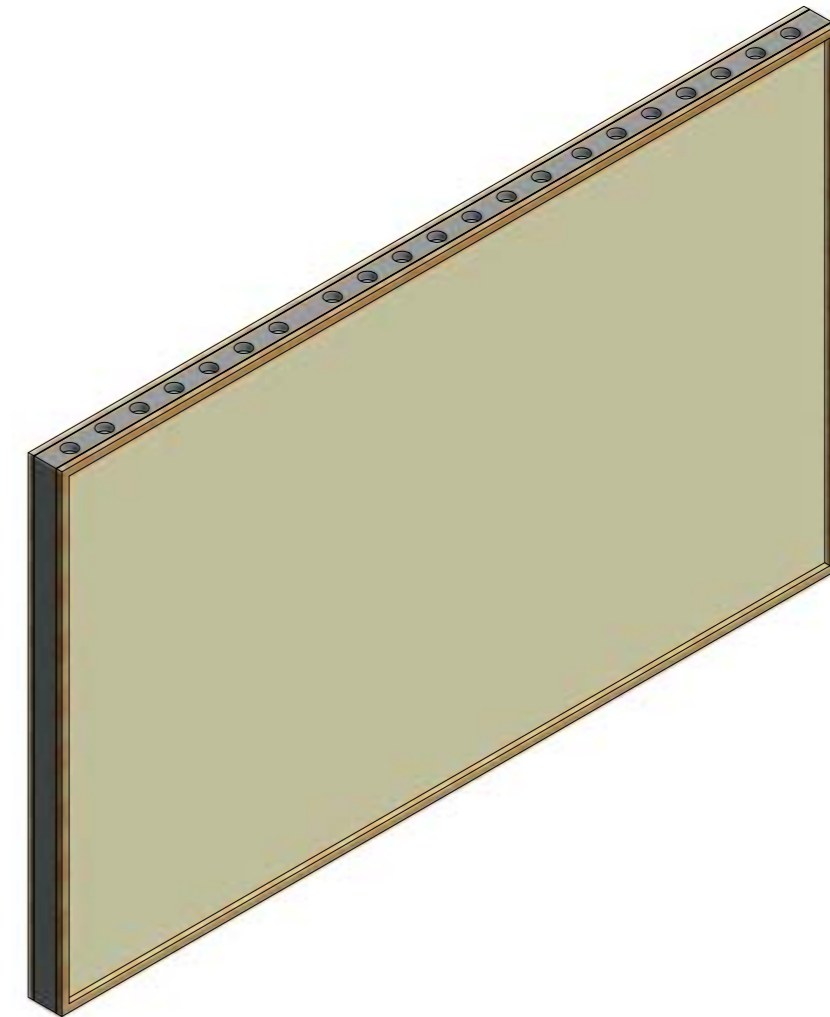
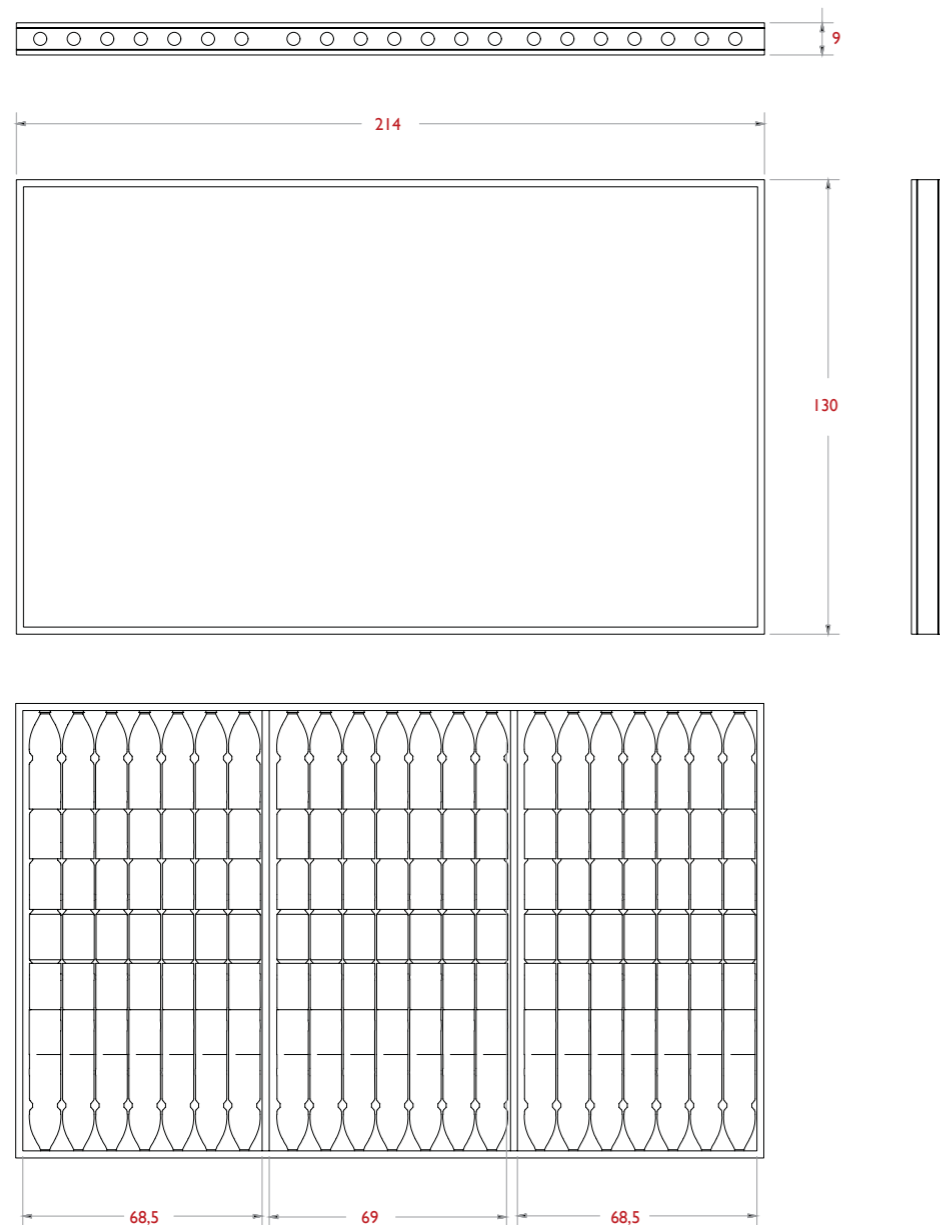
Panel anexo, para la conformación de la pared que incluye la puerta



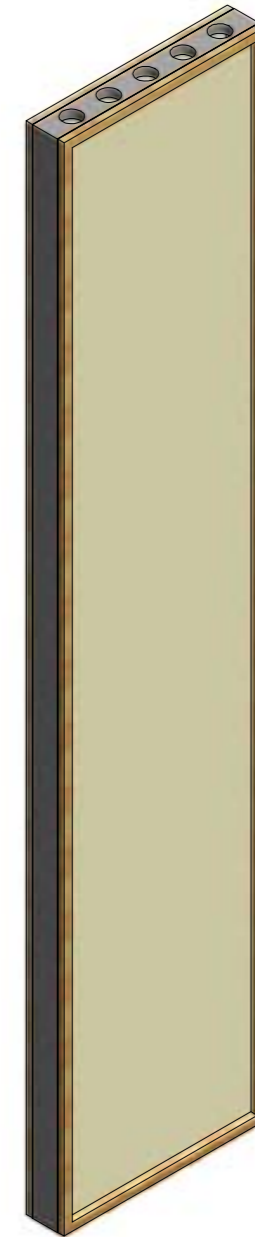
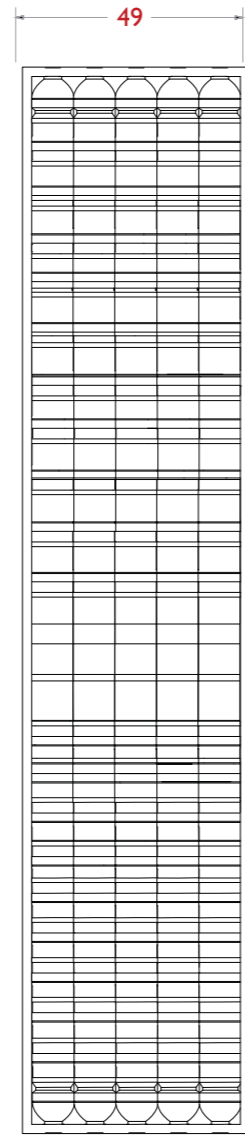
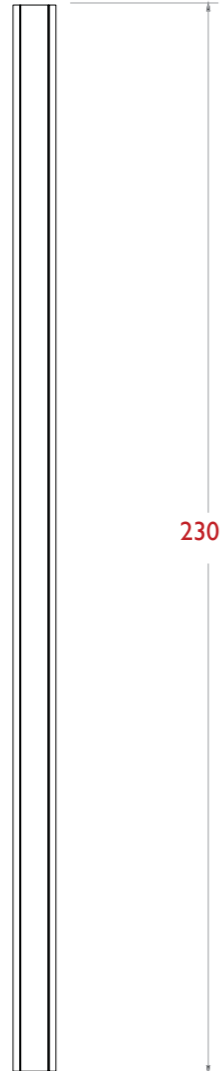
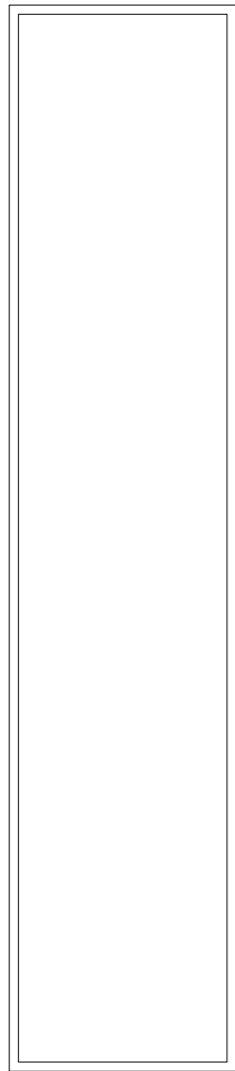
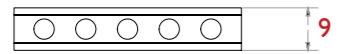
2.1.2. Panel muro grande



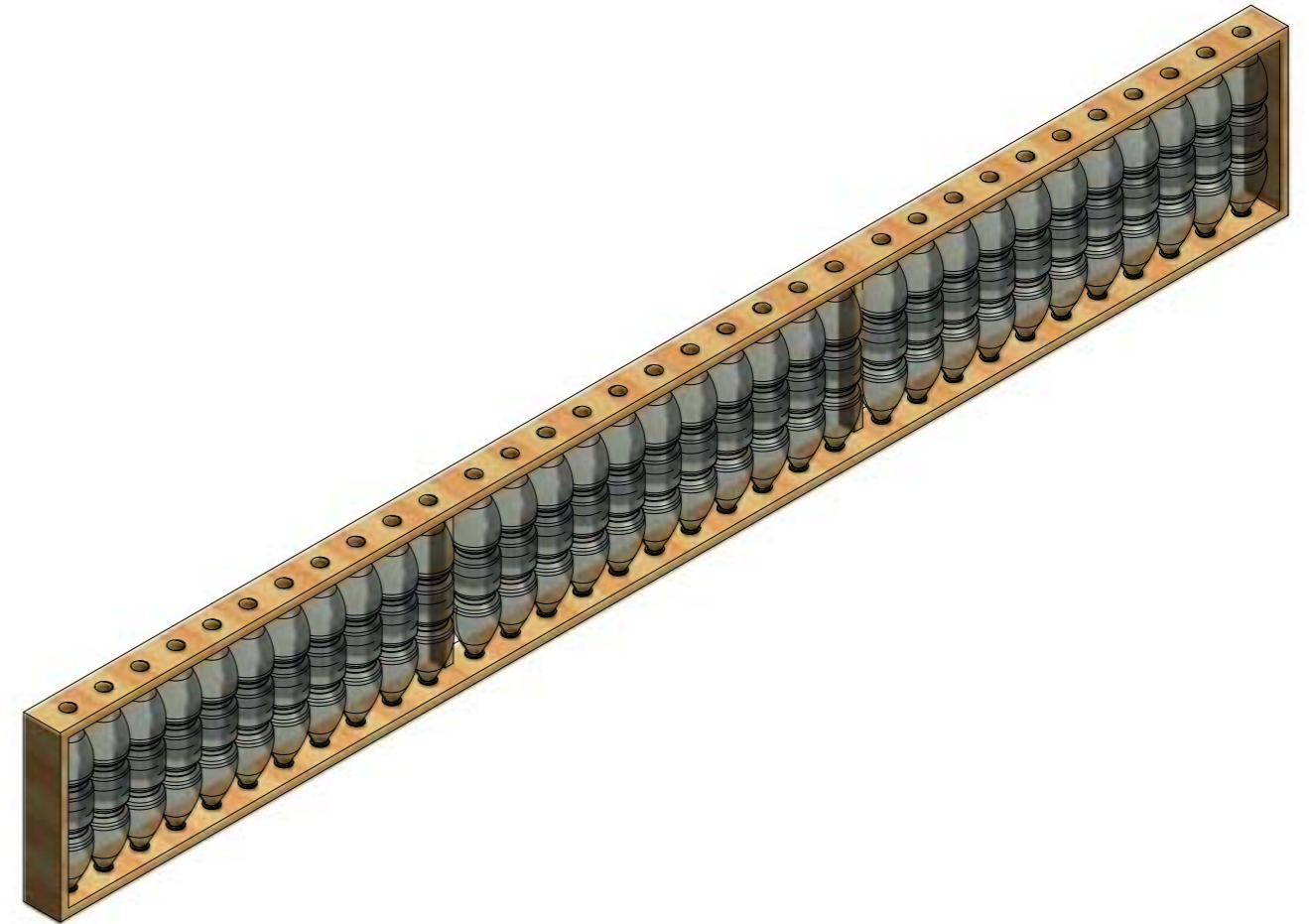
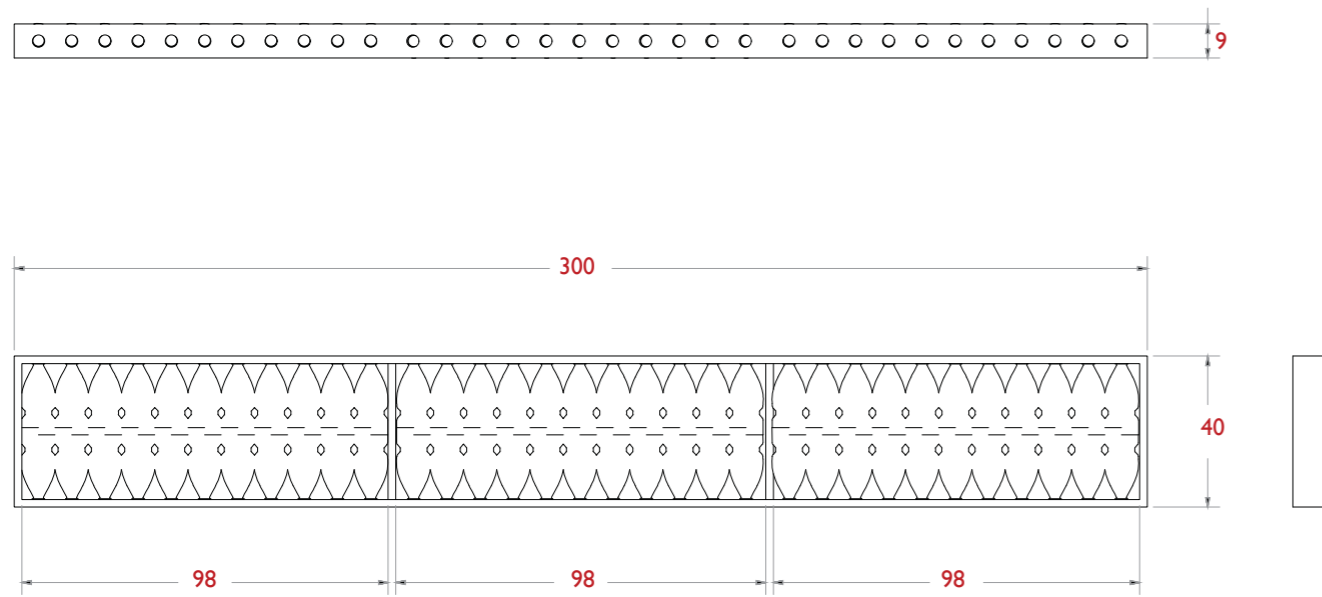
Panel muro grande, pared puerta



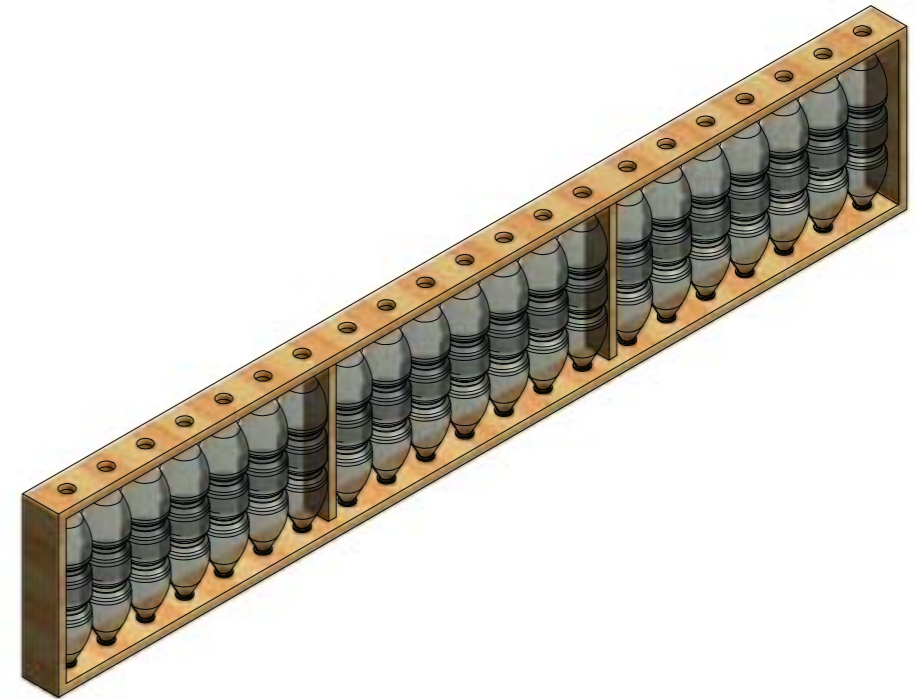
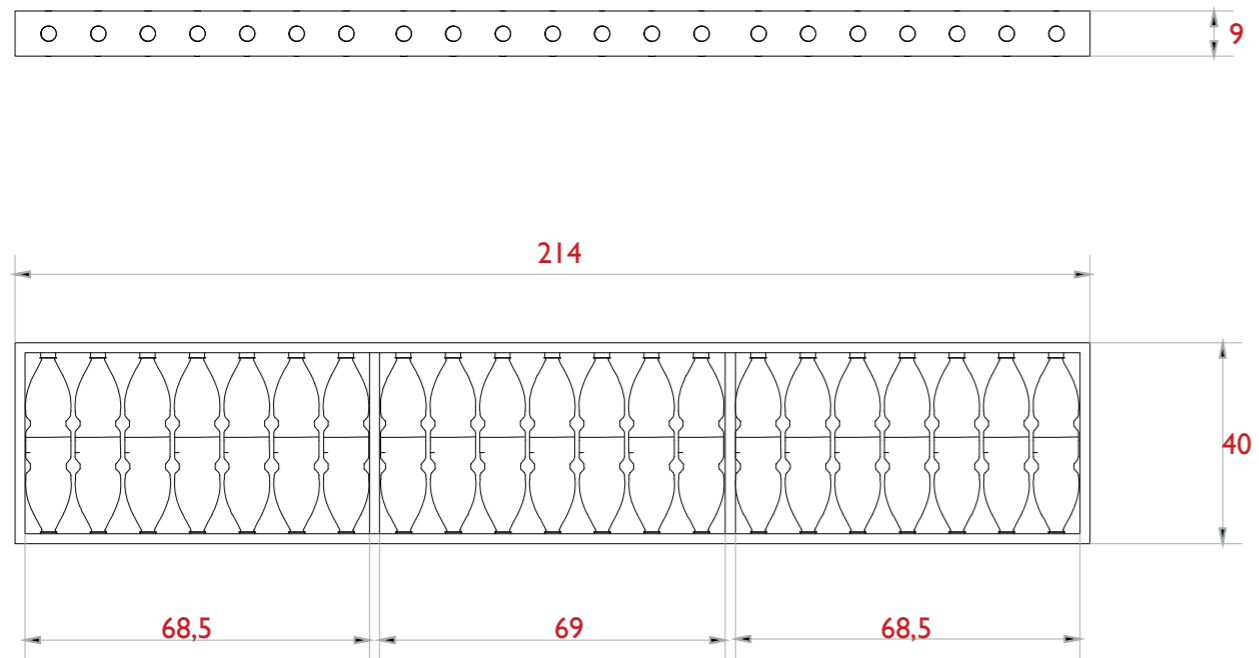
2.1.3. Panel esquina



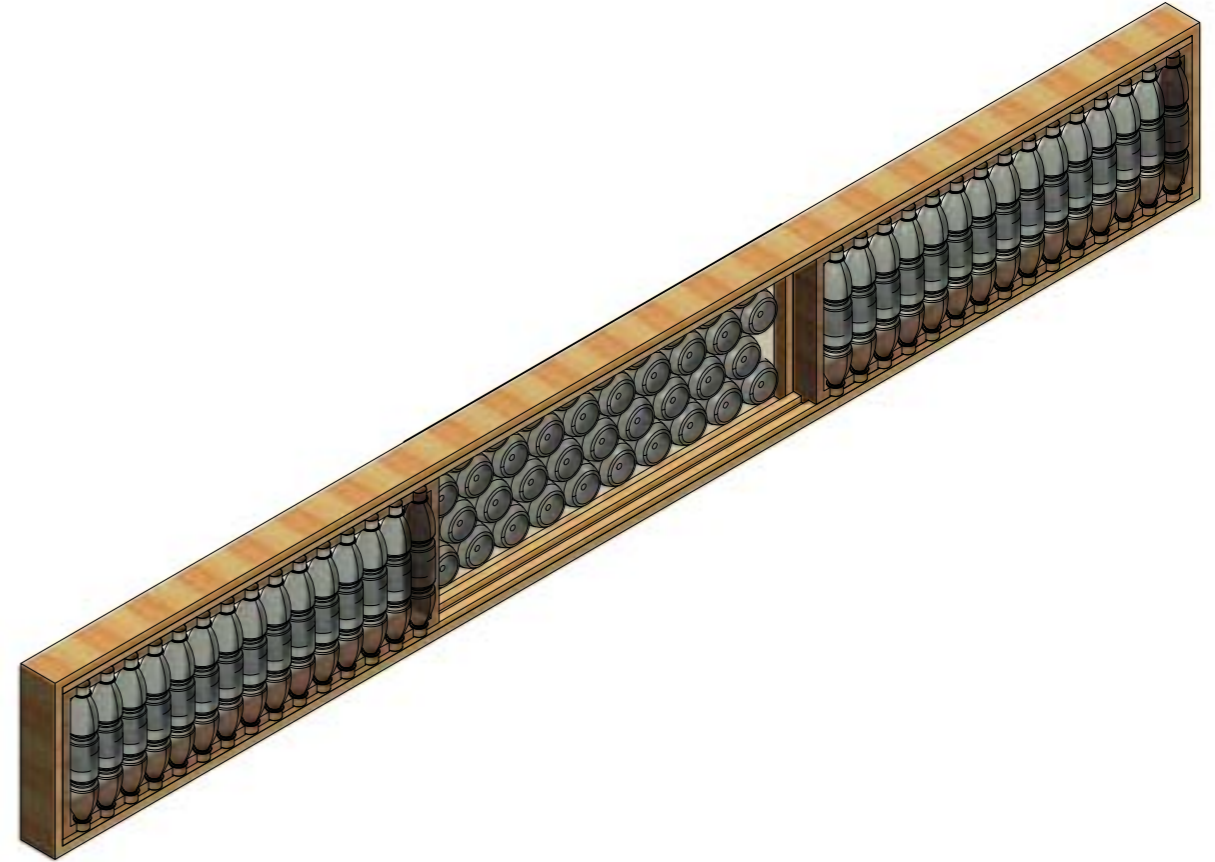
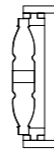
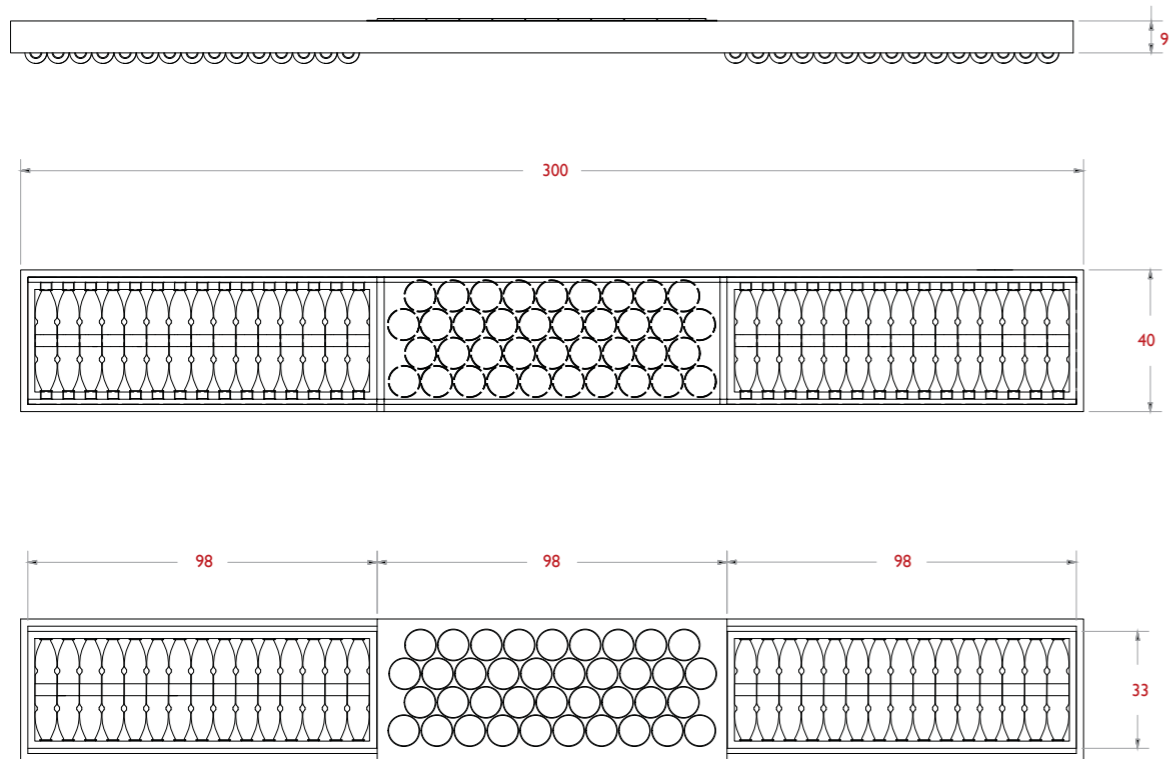
2.1.4. Panel horizonte de luz



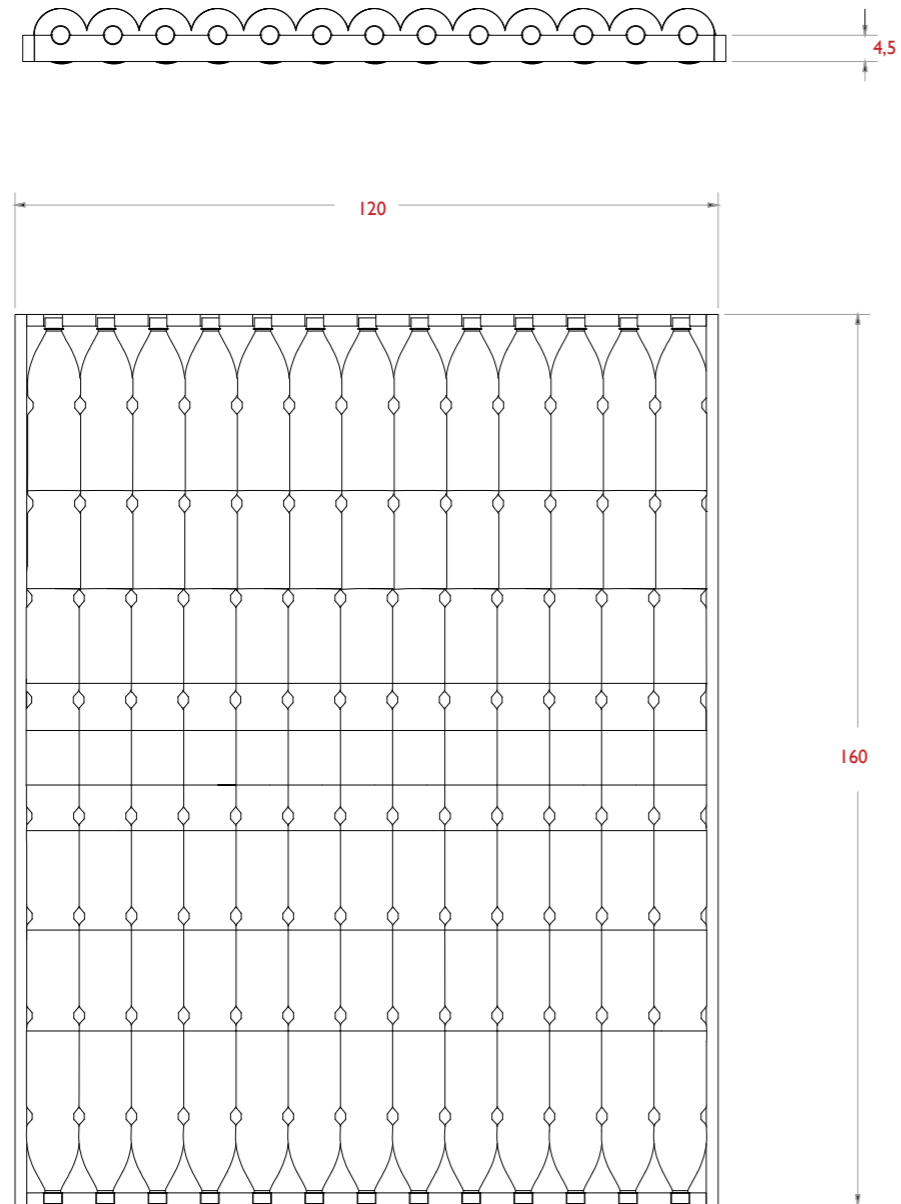
Panel horizonte de luz, pared puerta



2.1.5. Panel ventana

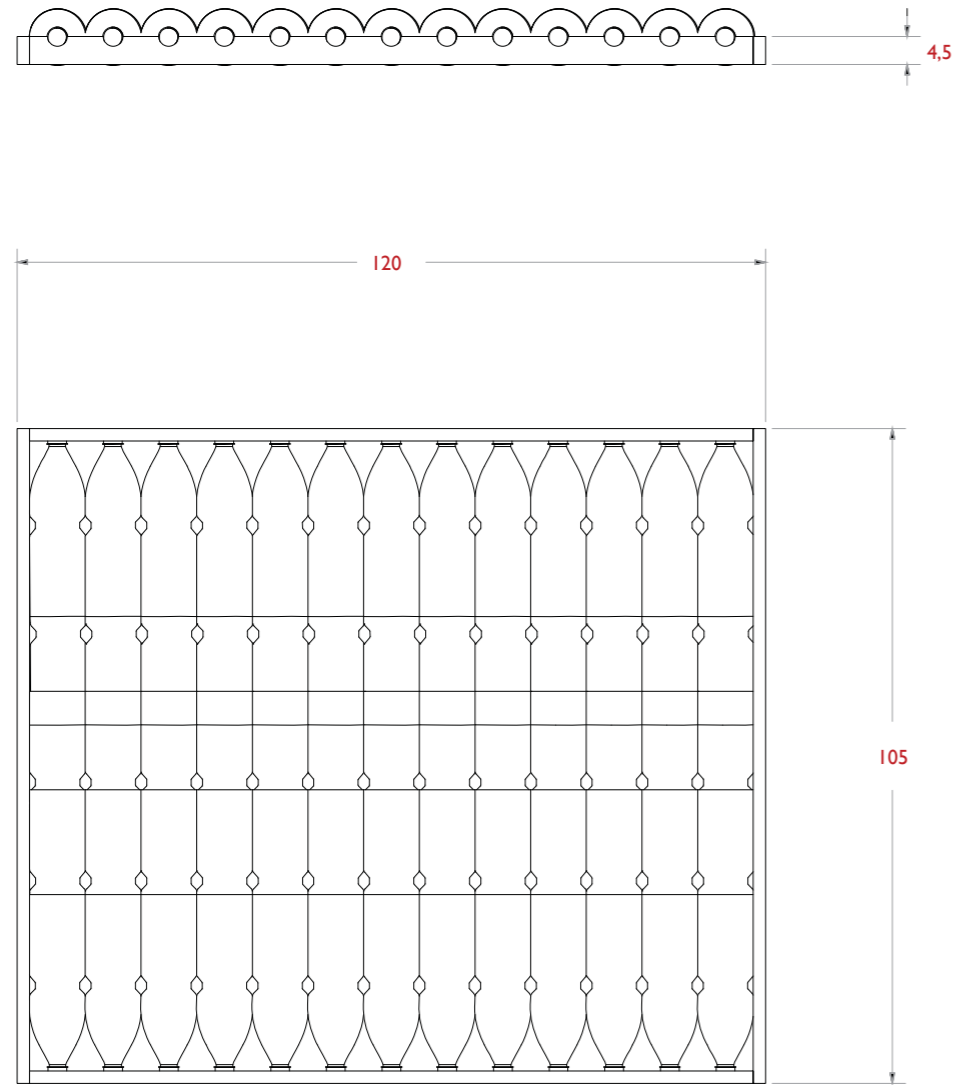


2.1.6. Panel techo



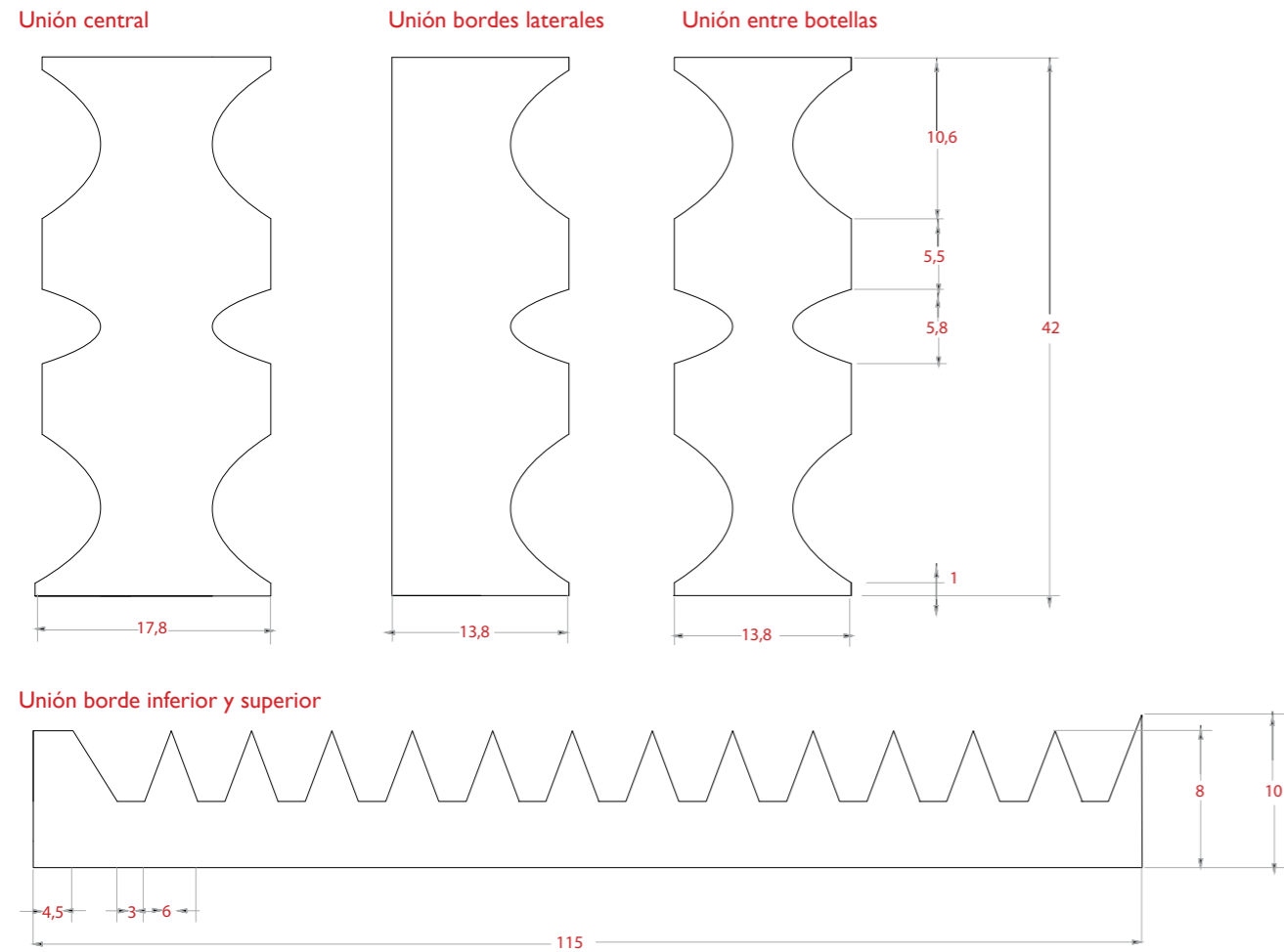


Panel techo, agua menor



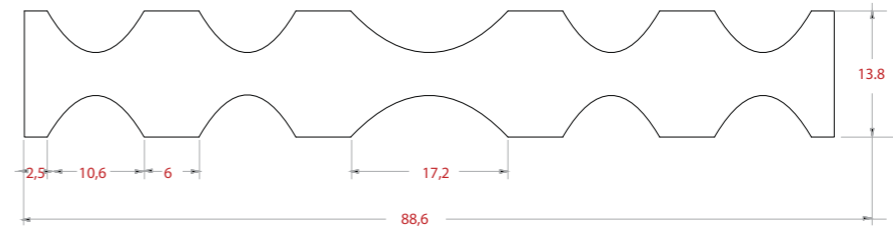
## 2.2. Piezas de tela para paneles translúcidos

### 2.2.1. Horizonte de luz

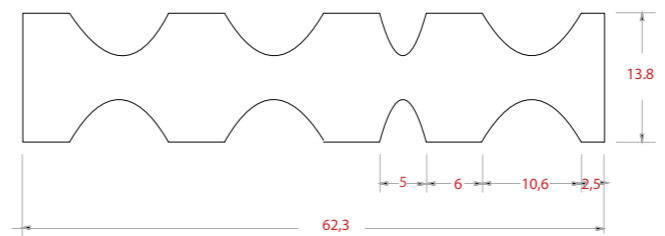
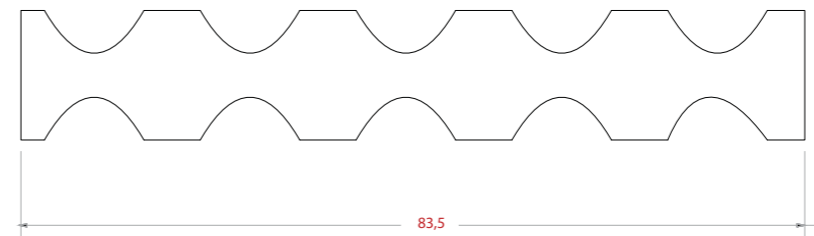


### 2.2.2. Panel techo

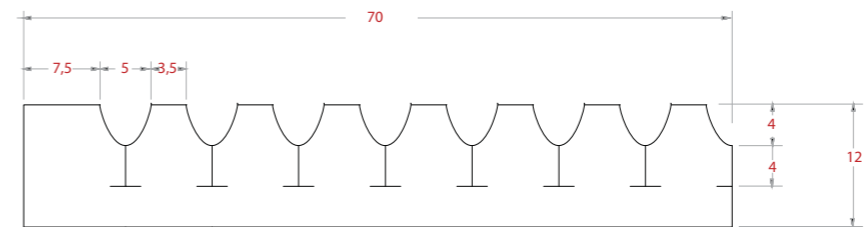
#### Unión entre botellas, panel pequeño



#### Unión entre botellas, panel grande

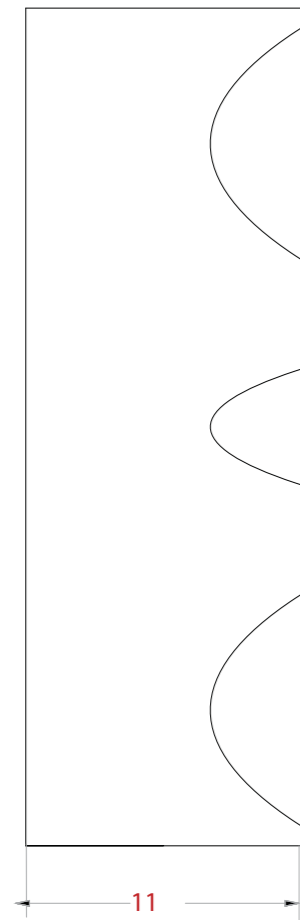


#### Unión borde inferior y superior

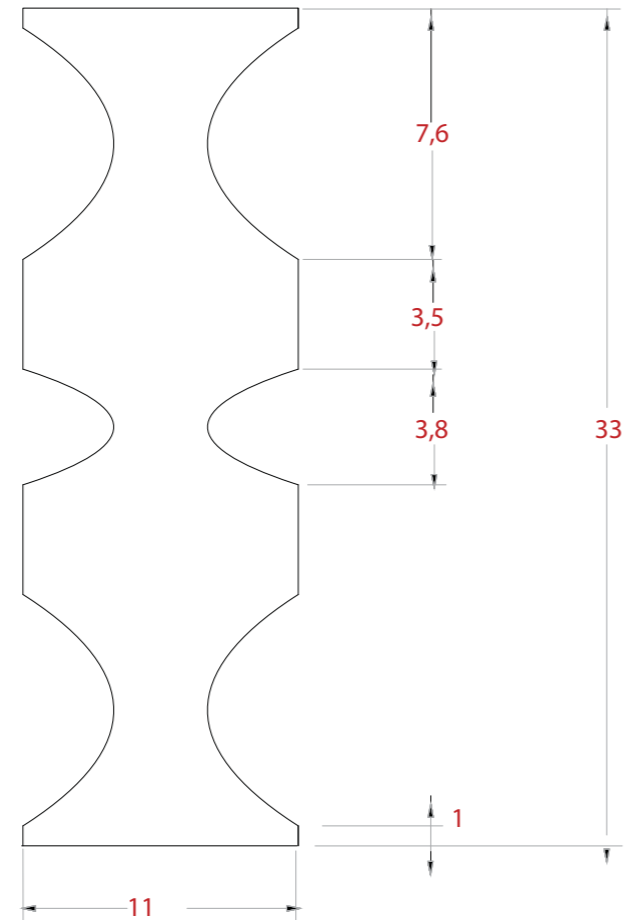


### 2.2.3. Panel ventana

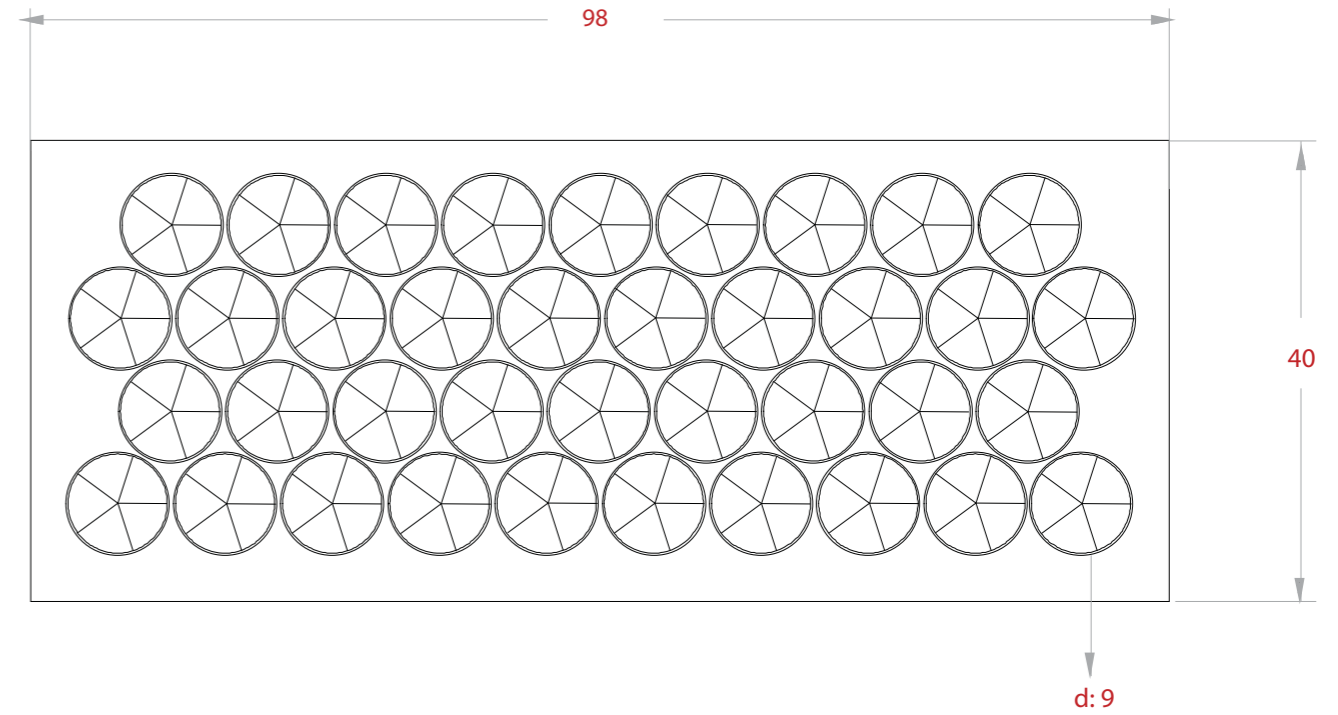
Unión bordes laterales



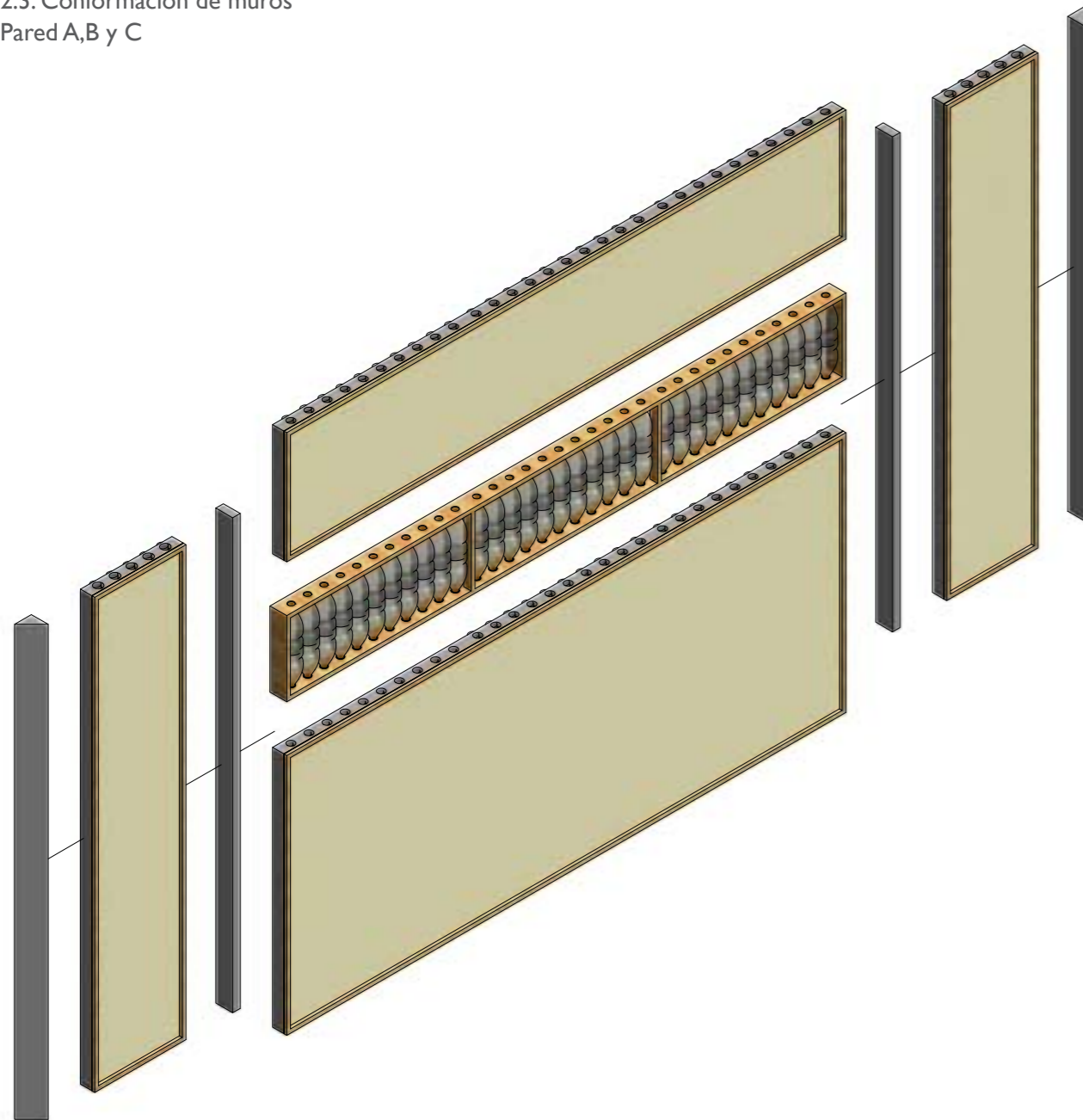
Unión entre botellas



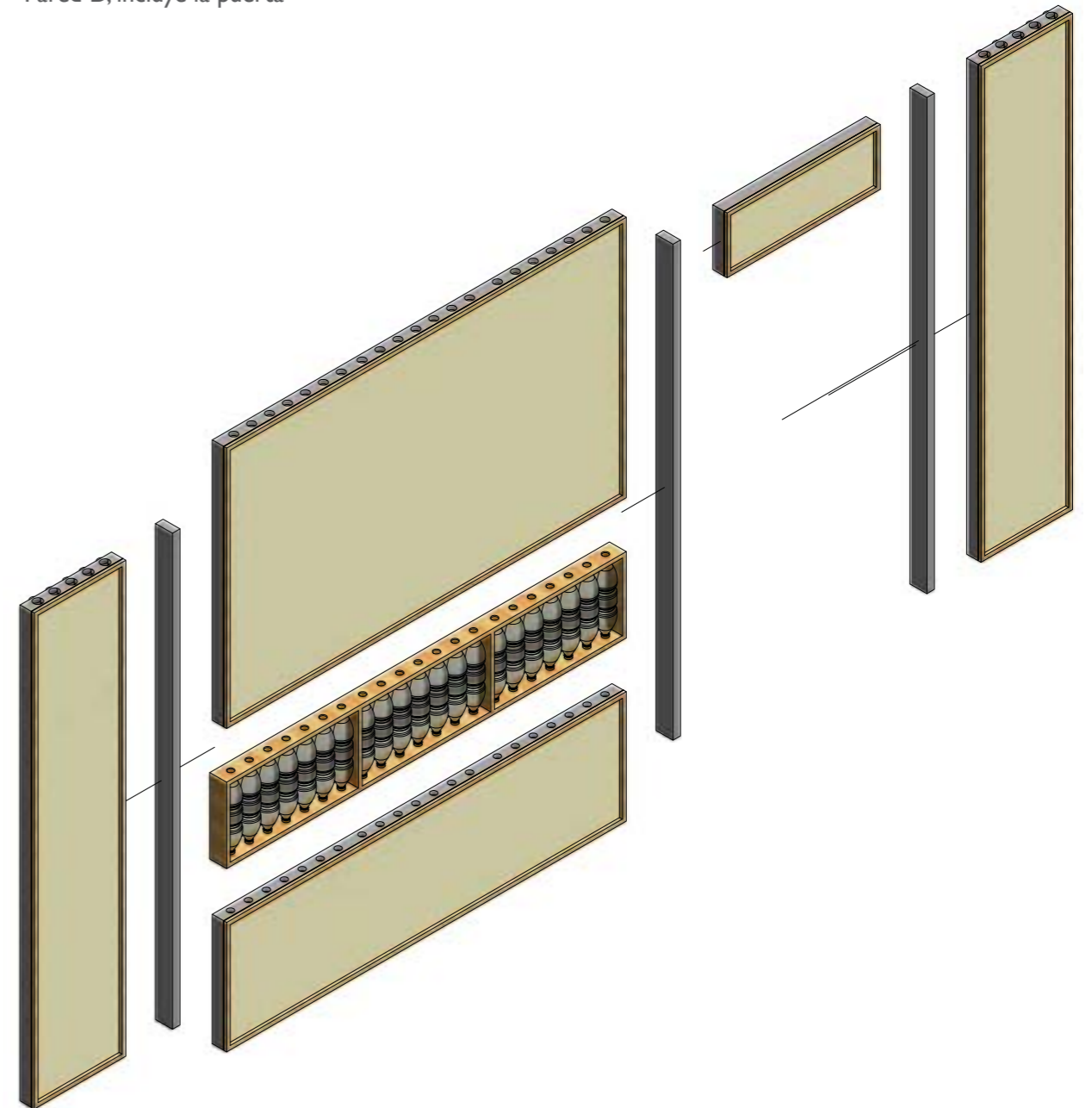
### 2.2.4. Membrana



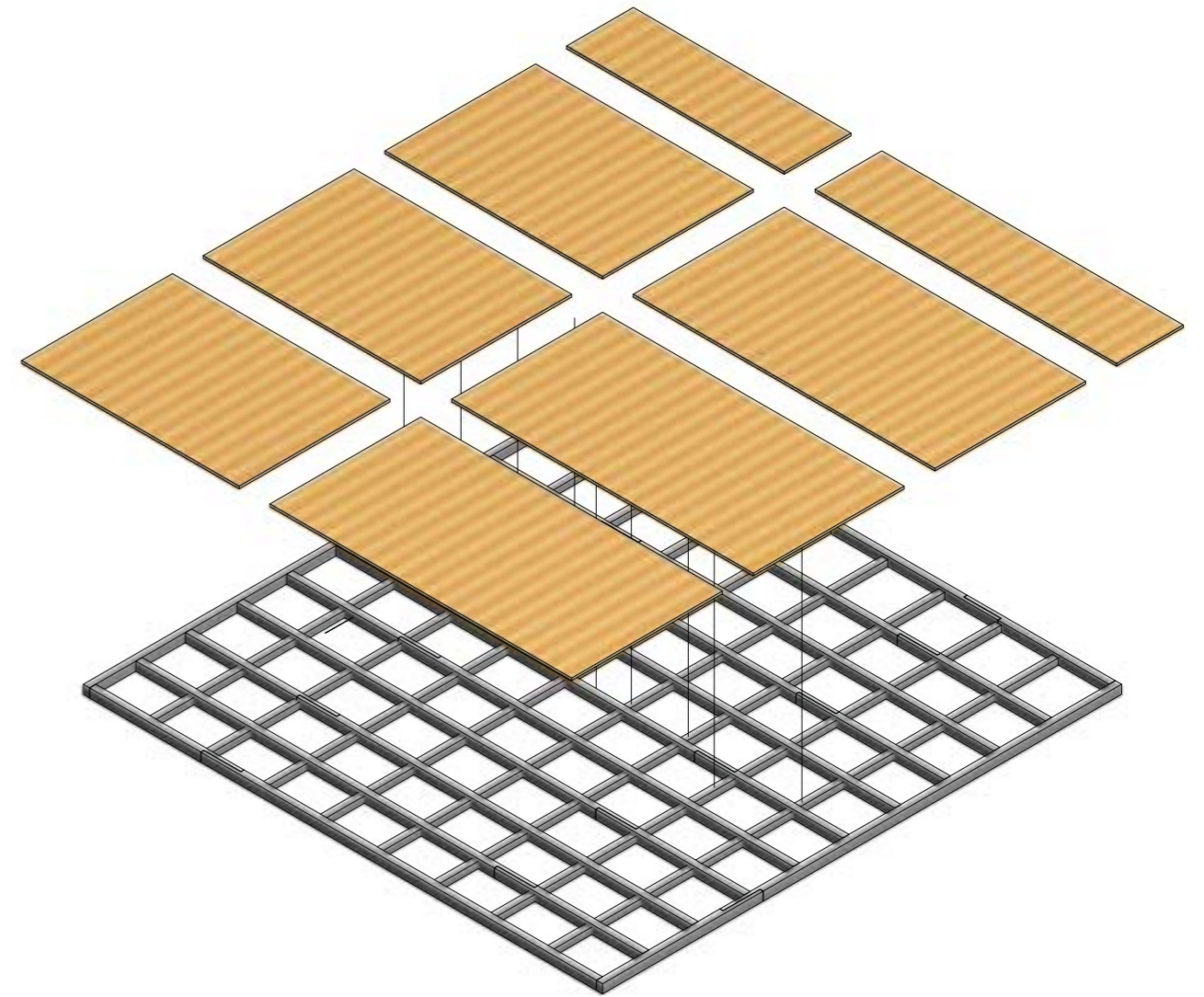
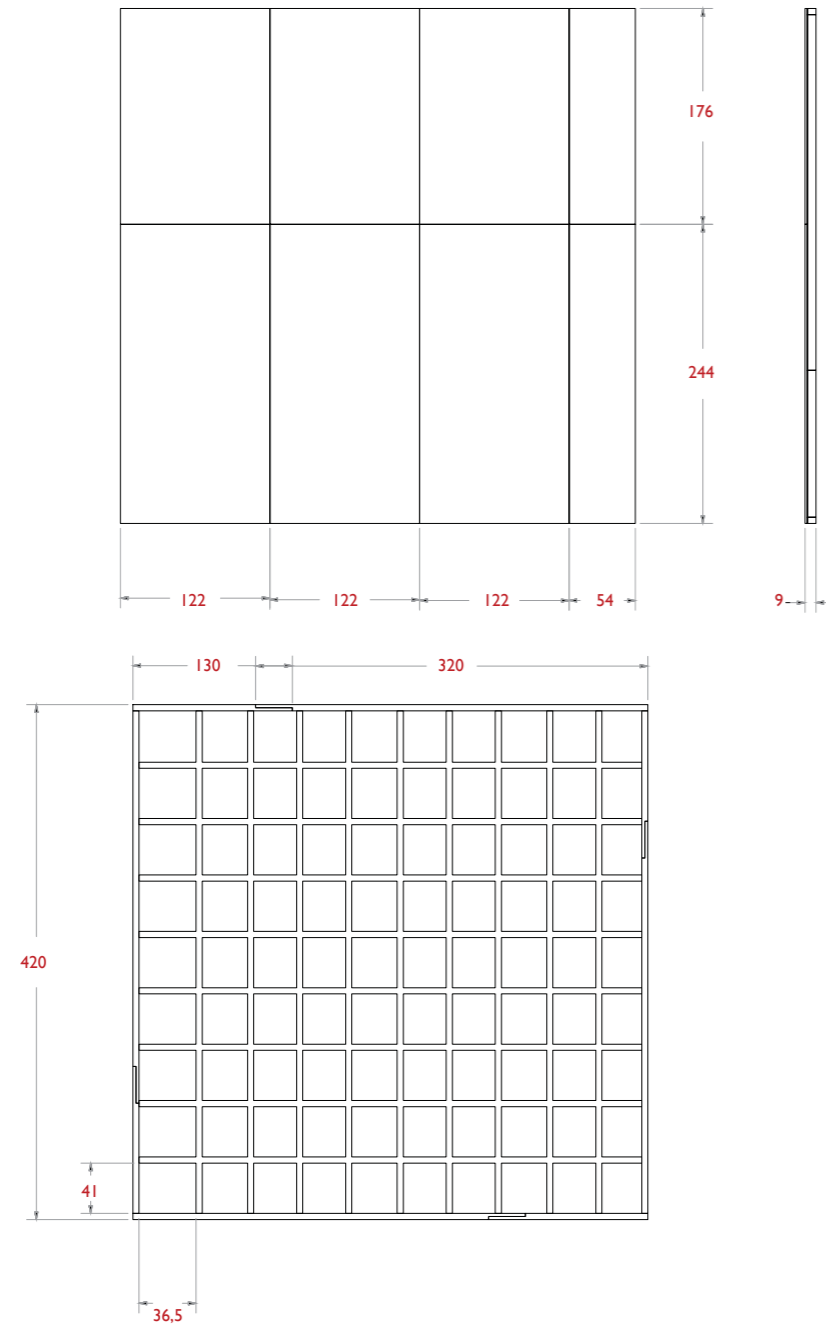
2.3. Conformación de muros  
Pared A,B y C



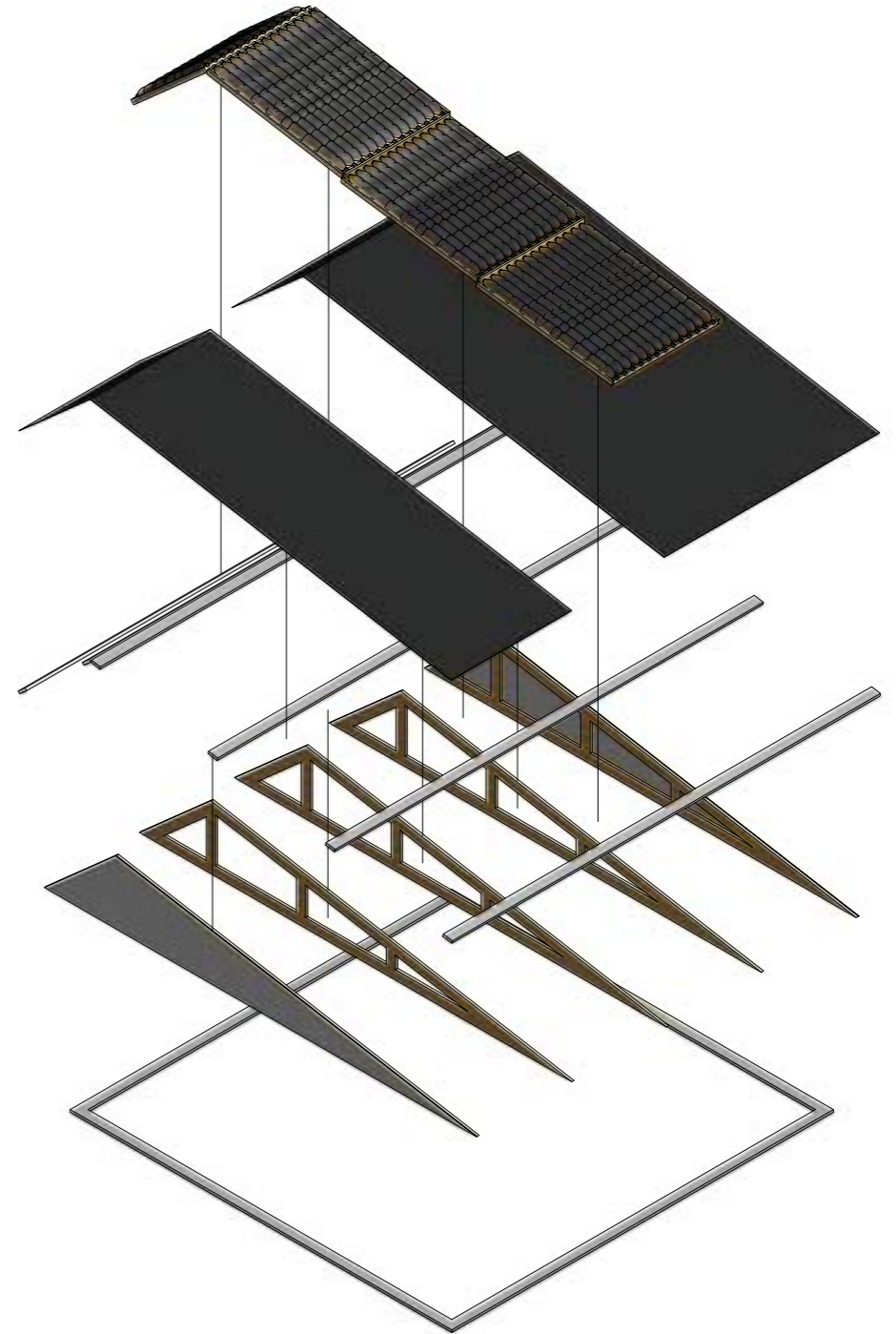
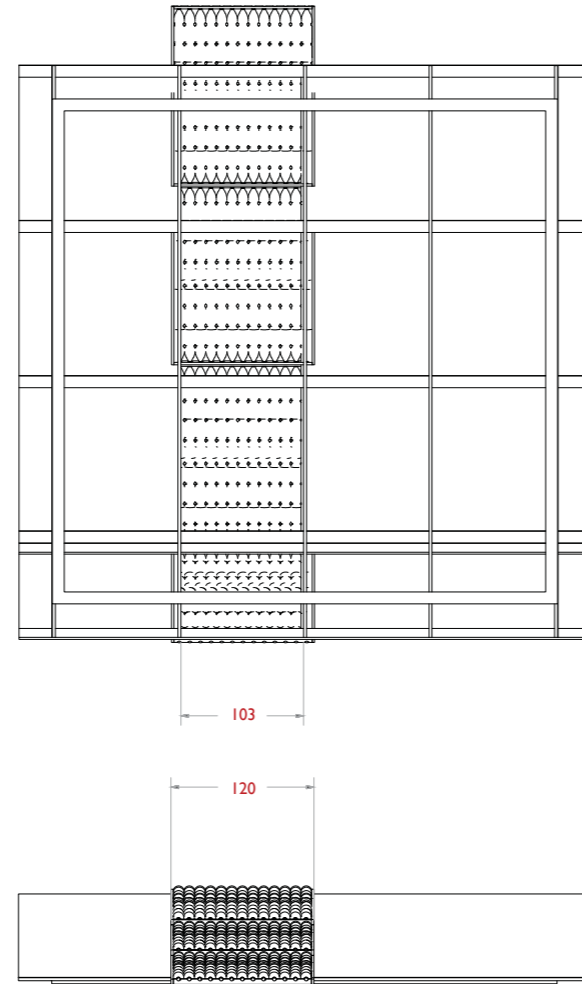
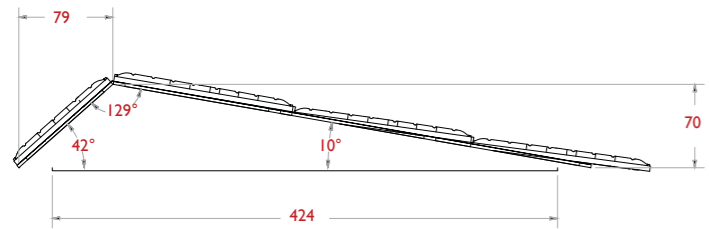
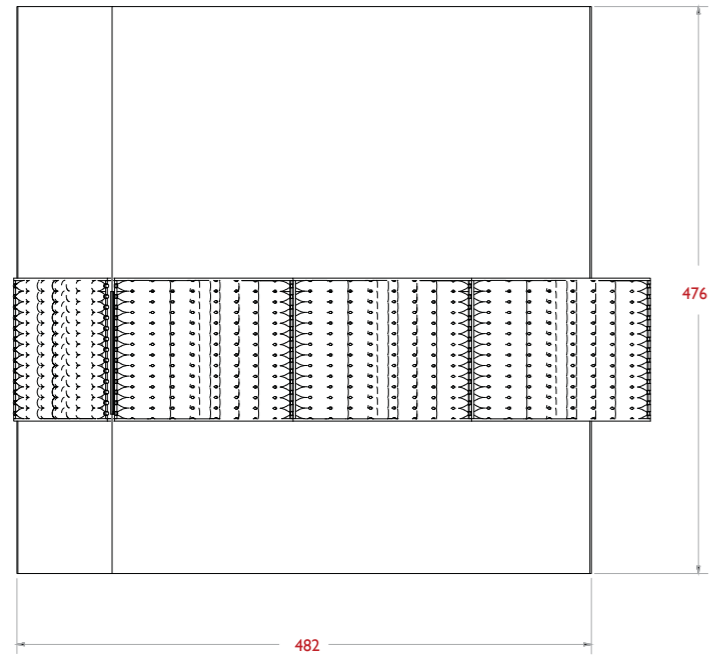
Pared D, incluye la puerta



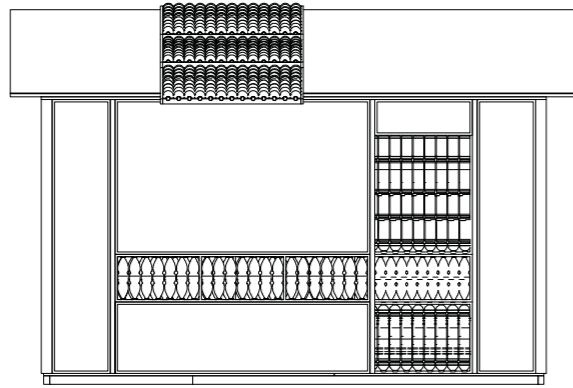
## 2.4. Entramado suelo



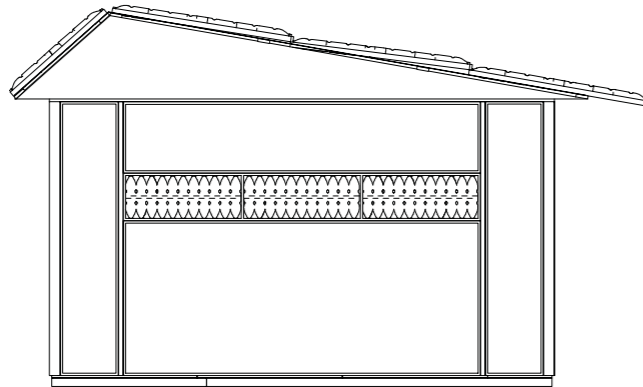
2.5. Cubierta



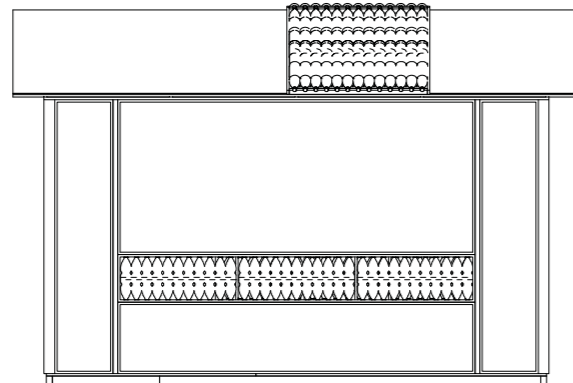
2.6. Espacio construido



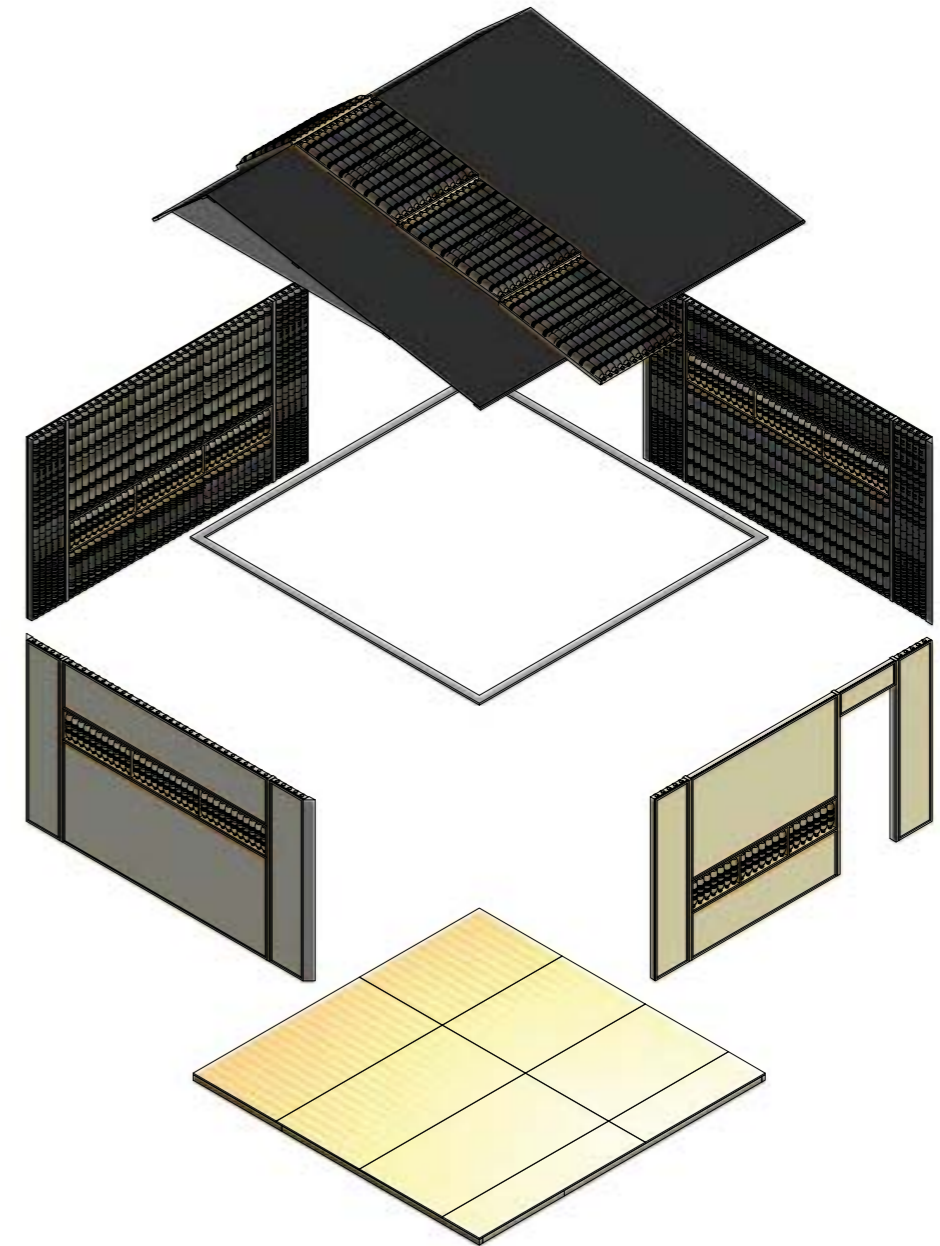
Vista frontal



Vista lateral



Vista posterior

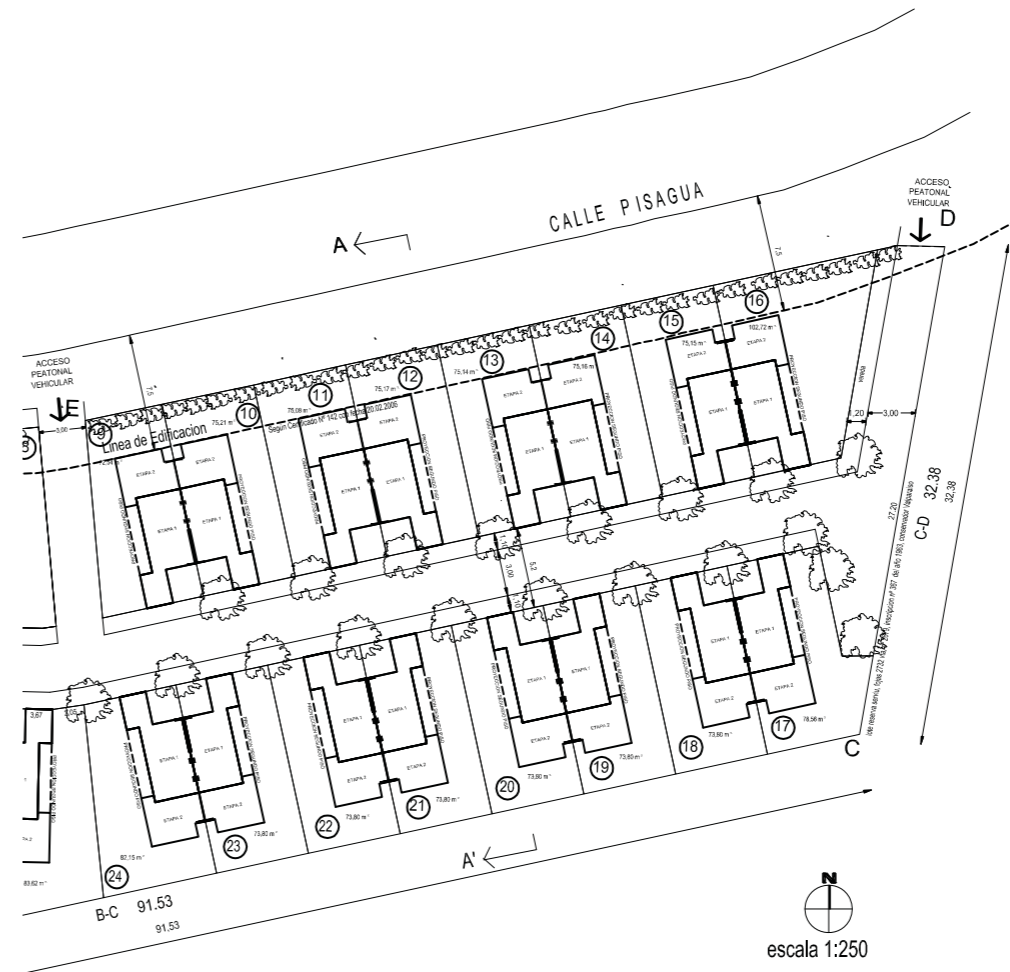
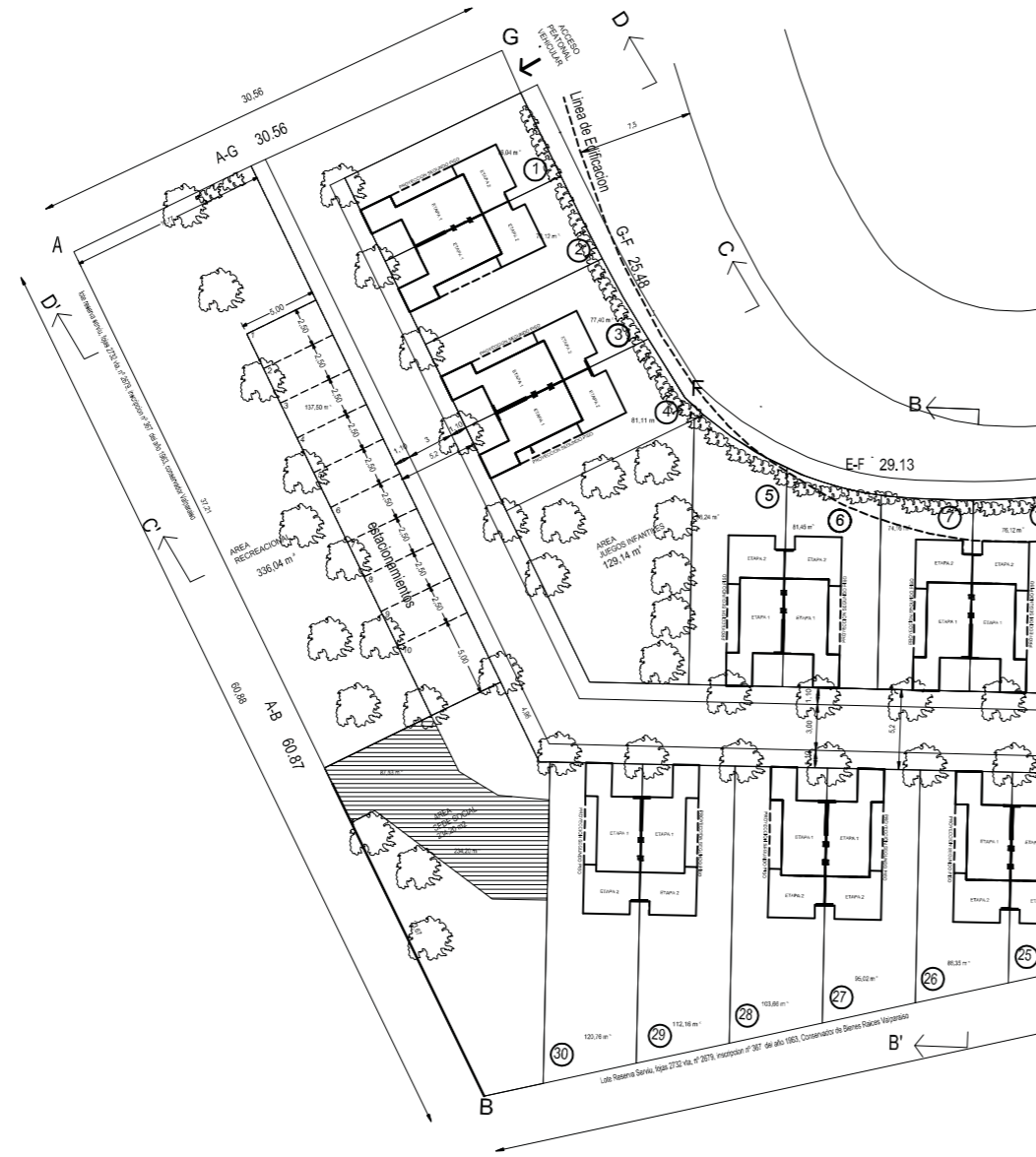


DISEÑO DE INVERNADERO PARA CONDOMINIO “30 VIVIENDAS  
MÍNIMAS” DE PLAYA ANCHA

ANEXO

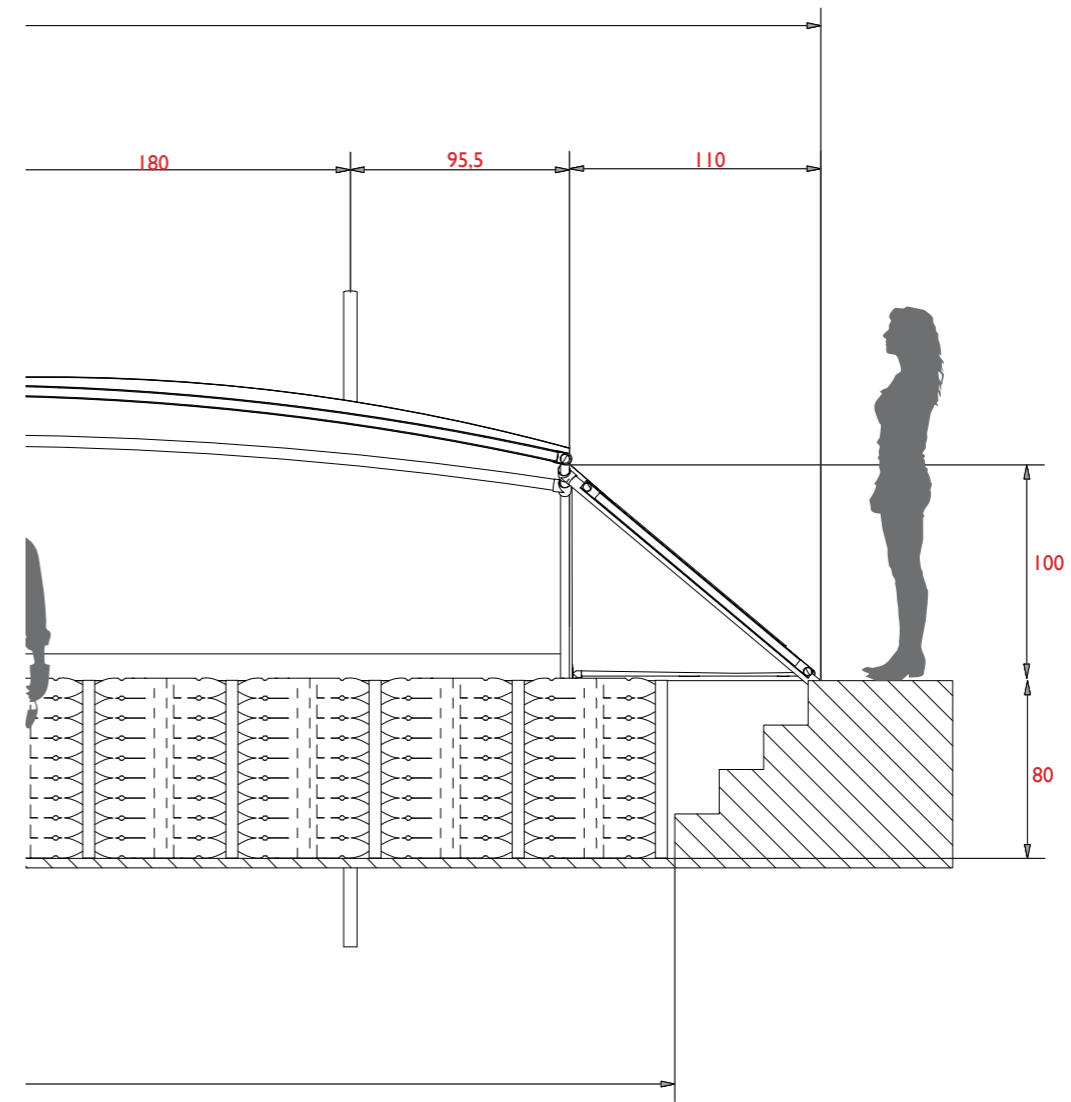
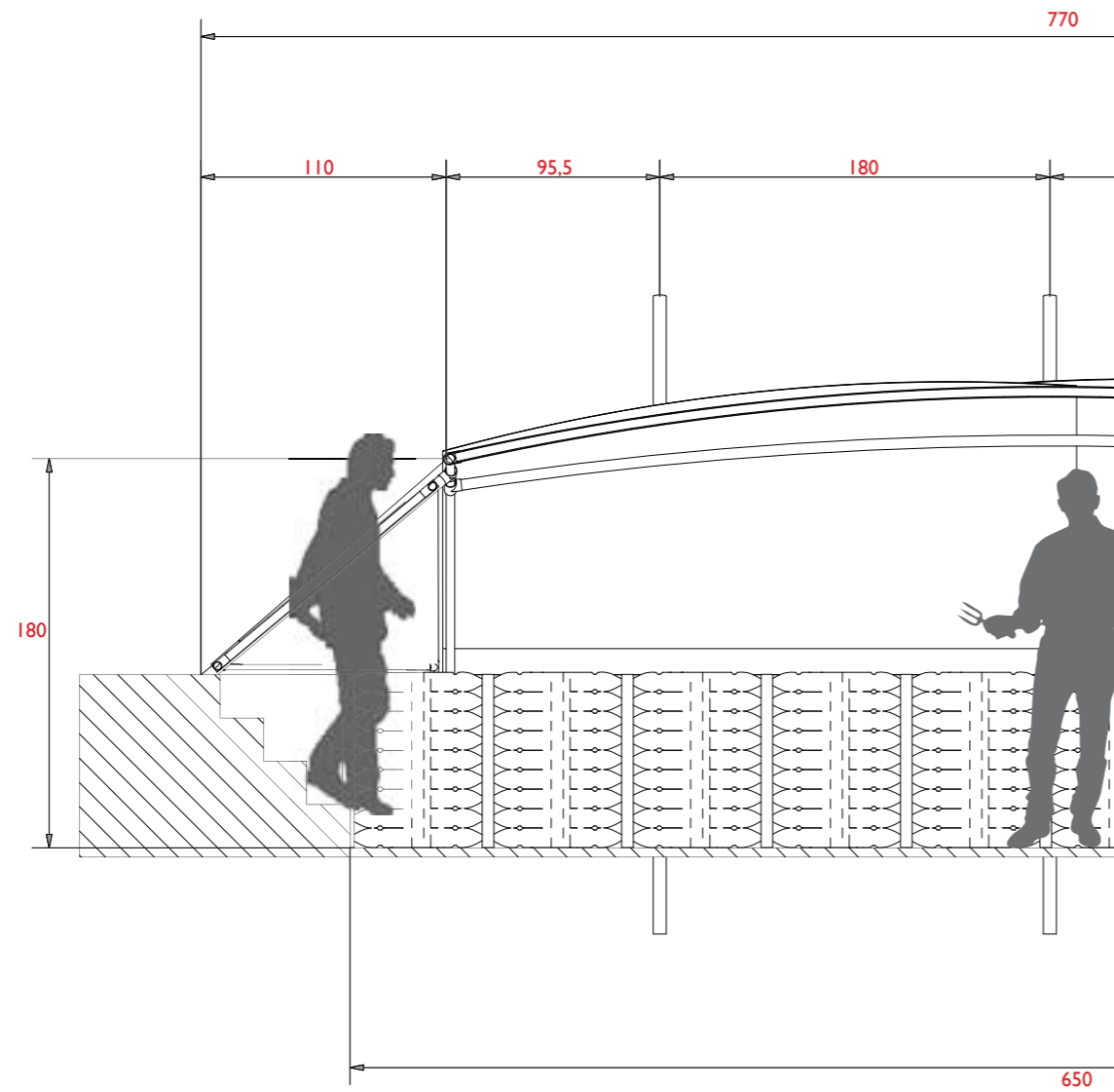


# I. PLANO DE LA UBICACIÓN DEL CONDOMINIO

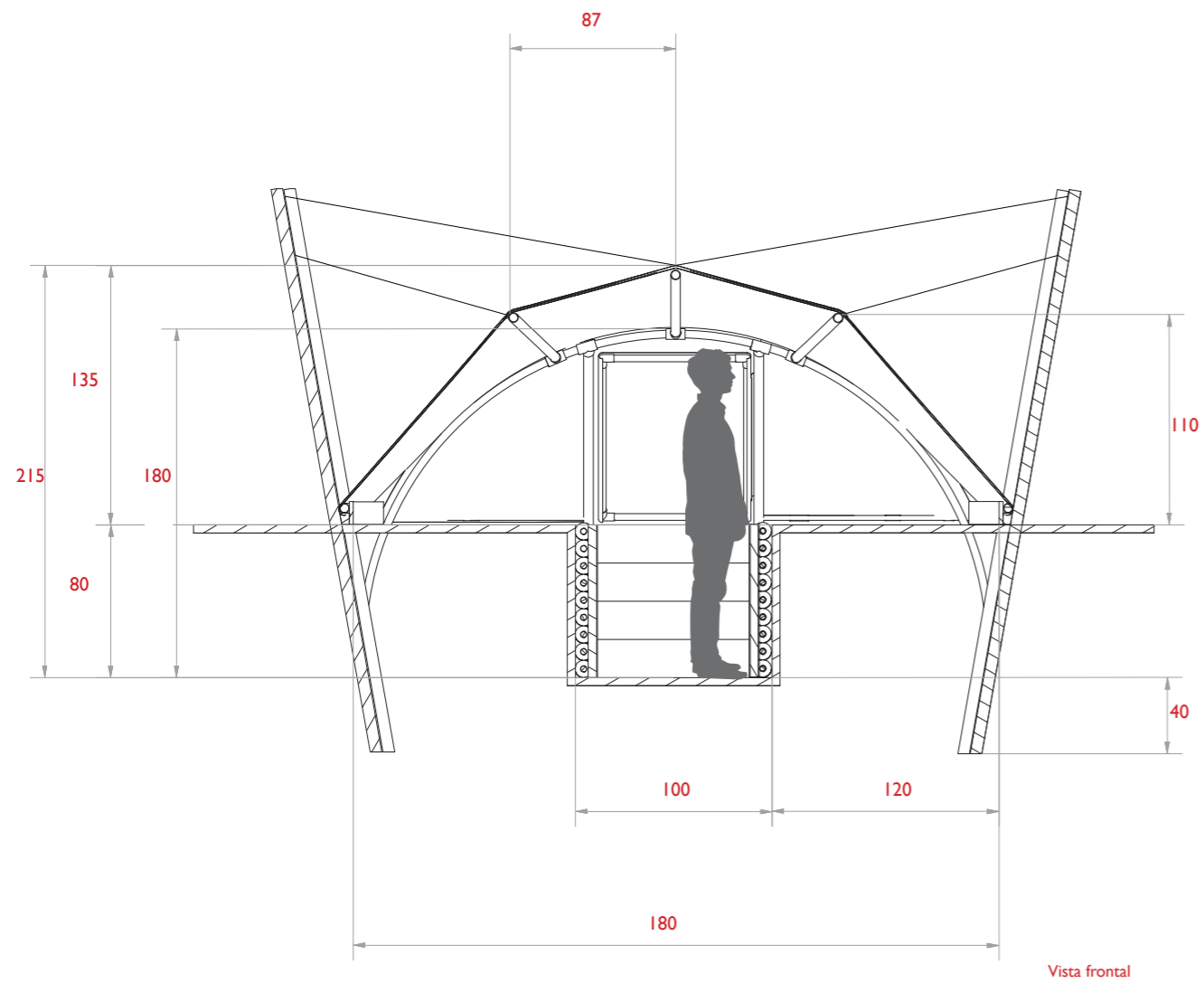


## 2. PLANIMETRÍA

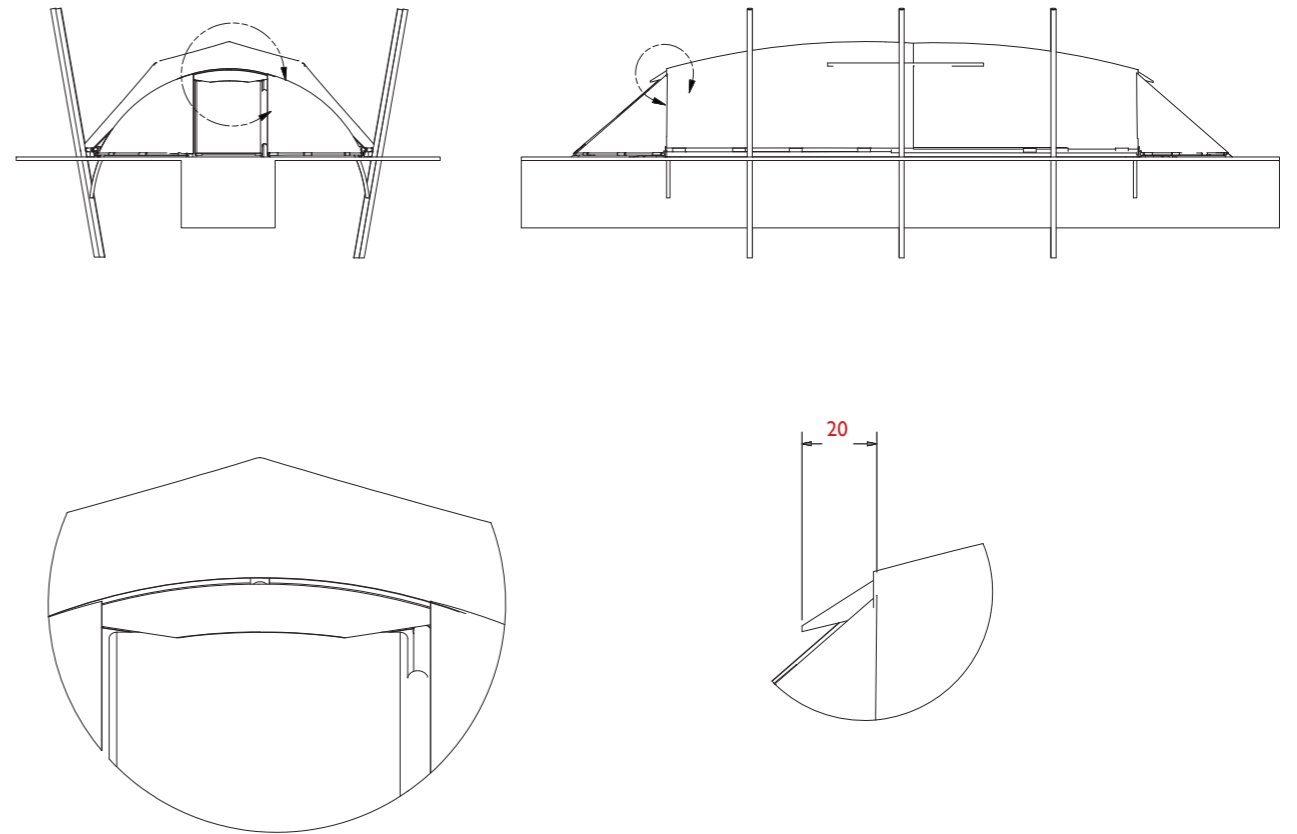
### 2.1. Vistas del invernadero



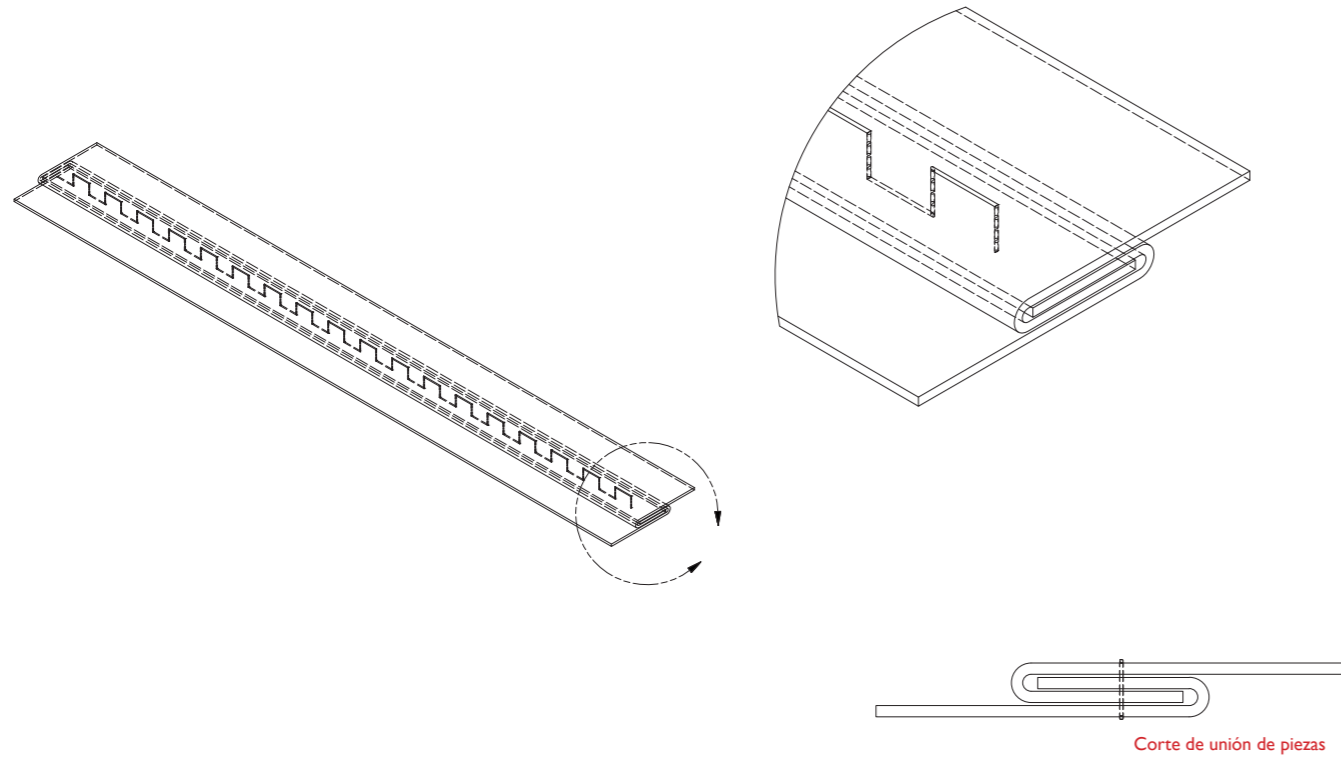
Vista lateral



## 2.2. Propuesta de alero



### 2.3. Propuesta de unión de piezas de polietileno



## Colofón

La edición de la presente tesis fue realizada por Alejandra Montenegro y Diego Cortés. Se utilizaron tipografías de la familias Gill Sans MT en sus variantes Regular, Italic y Bold. Se imprimieron 3 ejemplares en la impresora Xerox Phaser 6360DN Ps en papel hilado #6 para el interior y para la tapa papel opalina de 200 grs.

Se imprimió el día 1 de Octubre del 2012 en la Escuela de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.