

Universidad Nacional Autónoma de México  
Facultad de Estudios Superiores Aragón

# Sistema modular de fungicultura para experimentación e investigación.

Proyecto final más réplica oral que para obtener el título de  
Licenciado en Diseño Industrial

Presenta:

Edgar Alberto Moreno Martínez

Asesor:

D.I. Ricardo Alberto Obregón Sánchez

México 2015





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

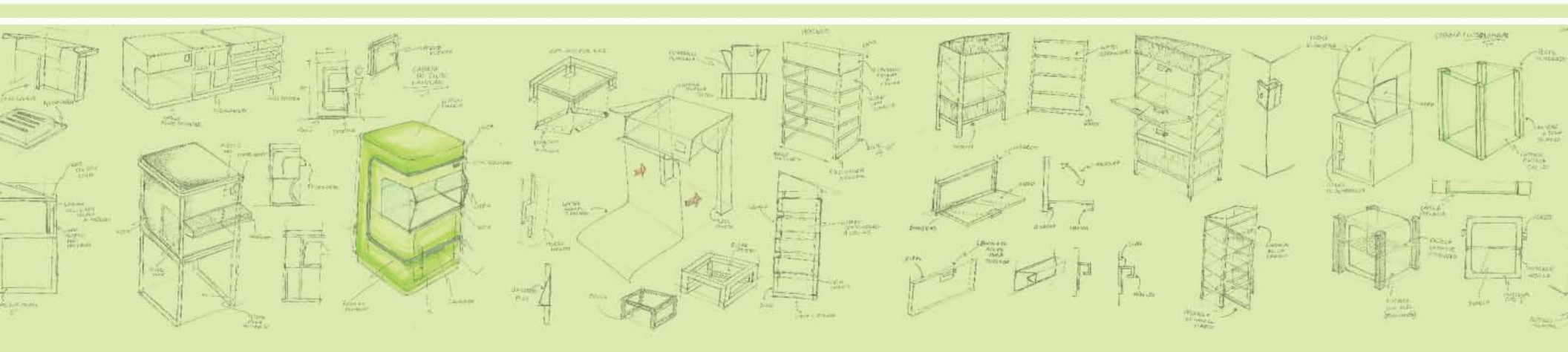
**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

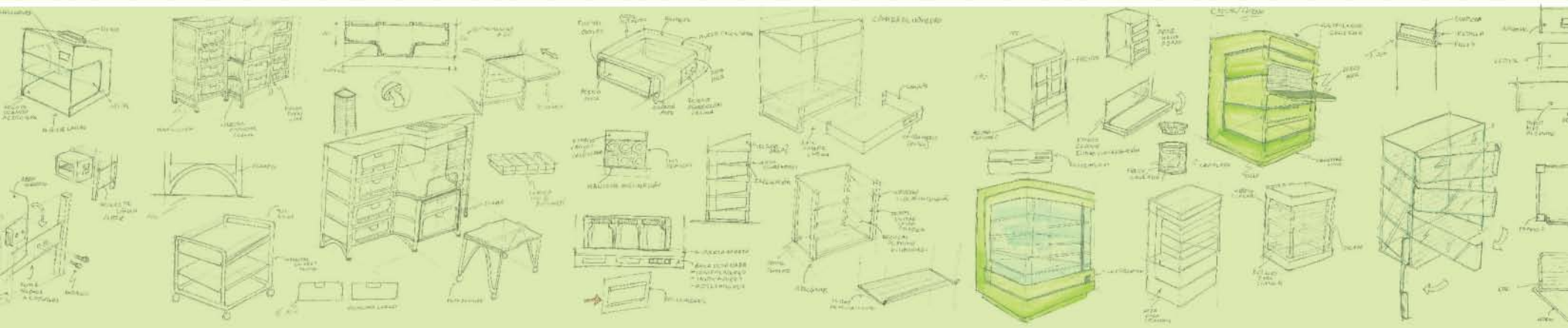
Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

















---

## Jurado

PRESIDENTE	D.I. Martín Villa Omaña
VOCAL Y ASESOR	D.I. Ricardo Alberto Obregón Sánchez
SECRETARIO	M.D.I. Norma Edith Alonso Hernández
PRIMER SUPLENTE	D.I. Patricia Díaz Perez
SEGUNDO SUPLENTE	D.I. Filiberto Bernal Reyes



---

## Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que me apoyaron tanto directa como indirectamente en la realización de este proyecto, a quienes me brindaron el conocimiento necesario dentro y fuera de la Facultad, a mis asesores y a mis padres por su apoyo incondicional, conocimientos, paciencia y cariño,



---

## Resumen

El proyecto que se abordará es un sistema modular para cultivar y producir diversas especies de hongos (Fungicultura), que cuenta con hornos donde se podrá llevar a cabo el proceso de colonización de las esporas en un sustrato determinado y cabinas en las que se finalizará el cultivo en la etapa de incubación hasta la fase final del crecimiento del hongo, ambas áreas cuentan con controles de temperatura y humedad para regular cada proceso.

Diseñado para las prácticas escolares en la Facultad de Ciencias de Ciudad Universitaria. También puede utilizarse para experimentos e investigación científica e inclusive en actividades ecológicas que producen comida para auto-consumo o comenzar un auto-empleo; esta realizado principalmente en acero inoxidable tipo 316 de la familia de los austeníticos y vidrio templado para garantizar la higiene y hermeticidad requerida para el cultivo de hongos.

## Abstract

The project we'll explain is a modular system where you can cultivate and produce a great variety of fungus (Fungiculture), it counts with ovens for the colonization process of the spores in a given substrate and cabins where the cultivation will end in the final stage of the mushroom grow, both have controls of temperature and humidity for the regulation of each process. It can be use for school practices in the Faculty of Science of Universidad Nacional Autónoma de México, campus Ciudad Universitaria, for experiments and scientific research or even to realize an ecological activity to produce food for auto-consume or for starting an auto-employ for an extra income; produced of stainless steel type 316 of the austenitic family and tempered glass guarantees the hygiene and tightness required for mushroom cultivation.



# Contenido

## Capítulo 1. Sistemas de Cultivo

1.1 Antecedentes	25
1.2 Fuentes de Alimento	27
1.3 Tipos de Cultivos	28
1.4 Hongos	30
1.5 Sistemas de Fungicultura	33
1.6 Producción / Rentabilidad	35
1.7 Apoyos a proyectos de Fungicultura	37
Epílogo Capítulo	39

## Capítulo 2. Laboratorio de Fungicultura

2.1 Diseño Industrial - Área de estudio	43
2.2 Matriz de Diseño	45
2.2.1 Contexto	46
2.2.2 Usuarios	48
2.2.3 Equipo, Mobiliario y Objetos	48
2.2.4 Descripción de Actividades	54
2.3 Problemática	58
2.4 Definición - Proyecto	59
2.5 Análisis - Productos Análogos	59
2.6 Requerimientos	66
2.7 Simulador 1:1	68
Epílogo Capítulo	71



Capítulo 3.  
SIMOFU:  
Sistema Modular  
de Fungicultura

3.1 Concepto de Diseño	78
3.2 SIMOFU	80
3.2.1 HORNOS DE COLONIZACIÓN	80
3.2.2 CABINAS DE INCUBACIÓN	84
3.2.3 ESTRUCTURA	90
3.3 Diagramas Ergonómicos	92
3.4 Producción	102
3.5 Entidad Productiva	109
3.6 Costos	110
3.7 Diseño Responsable	111
Conclusiones	113
ANEXOS: Planos	115

ANEXOS: Bocetos Conceptuales 154

Referencia Bibliográfica / Electrónica 156





## Introducción

La disciplina de Diseño industrial se encuentra presente en diversos y variados contextos, ocupada en el desarrollo de objetos, procesos o servicios. Su Campo de acción es importante ya que permite el progreso humano a través de generar proyectos viables basados en necesidades reales. No obstante en algunas ocasiones el diseño deja de lado cuestiones elementales como lo son las necesidades básicas, enfocándose en aspectos más superfluos, que más allá de aportar, pueden llegar incluso a generar problemas, como consecuencia el diseño se vuelve más un generador de necesidades, que un generador de soluciones.

Es pertinente que el diseño se enfoque en el planteamiento de necesidades reales y considere soluciones a corto, mediano y largo plazo. Entre las problemáticas que México enfrenta tenemos a la sobrepoblación, aspecto que desemboca en la sobre explotación de los recursos naturales para el consumo humano.

Además de la tala de árboles y el uso desmedido de hidrocarburos, existe una utilización masiva del subsuelo, debido a la necesidad de producir una gran cantidad de alimentos, tanto para el ser humano como para los animales de crianza.

Numerosos estudios han demostrado que los cultivos tradicionales erosionan la tierra, por ello es necesario volver nuestra mirada a otras opciones como son los cultivos hidropónicos, los cuales utilizan sustratos especiales, así como aspersores de agua con nutrientes en ambientes que propician el crecimiento de los vegetales, todo esto sin

afectar el subsuelo y el desperdicio del agua, además un aspecto favorable es que se puede evitar el uso de plaguicidas.

Otra opción viable es el uso de la fungicultura o cultivo de hongos, el cual se originó en Francia en 1650, extendiéndose positivamente su desarrollo. México en los últimos años ha demostrado poder llegar a ser una potencia productora en este rubro,



---

ya que para principios del 2012, se posicionó en el 13<sup>a</sup> lugar como productor a nivel mundial. (Dr. Martínez Cabrera, 2013) Visto lo anterior la fungicultura no debe ser considerada únicamente por su valor ecológico y sustentable, sino también por los beneficios económicos que esta conlleva. El proceso de cultivo de hongos actualmente se lleva a cabo en varios contextos como son: laboratorios de experimentación e investigación, escuelas y universidades con prácticas afines, centros productores de la industria alimenticia, negocios de producción a baja escala, e incluso en casa habitación. Los laboratorios y universidades son muy importantes ya que se enfocan en el desarrollo e implementación de nuevas técnicas y recursos, impartiendo cursos de capacitación tanto a empresas como a personas interesadas en generar un consumo sustentable.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) cuenta con un laboratorio de cultivo de hongos, el cual está ubicado en la Facultad de Ciencias, sus actividades están enfocadas a la experimentación e investigación, dicho contexto cuenta con tiene problemáticas, por consiguiente el Diseño Industrial puede contribuir a mejorar su desempeño; por lo tanto en este documento se abordará su estudio.

En el primer capítulo hay una aproximación a los aspectos generales del caso de estudio, es decir los cultivos alternativos, mediante un análisis en los diferentes tipos utilizados directamente en la producción de alimentos a variados niveles, escalas y propósitos, todo esto para verificar la

la viabilidad y relevancia de un proyecto de diseño vinculado a esta índole.

En el segundo capítulo describe directamente el área de estudio en particular, lo cual abarca la observación y análisis del Laboratorio de cultivo de hongos de la Facultad de Ciencias en Ciudad Universitaria, haciendo énfasis en el tipo de usuarios, objetos, equipo y mobiliario utilizados en la práctica y realizando así una valoración al respecto del proceso observado así como delimitando que tipo de alternativas proponer para mejorar la práctica de cultivo de hongos.

En el tercer y último capítulo se muestra al Sistema Modular de Fungicultura (SIMOFU), la propuesta final que se obtuvo mediante el análisis, explicando a detalle todas las soluciones generadas desde el punto de vista del Diseño Industrial; ejemplificando la realización de cultivo de hongos dentro del sistema al igual que su producción, materiales y costos; para finalmente concluir en la generación de un sistema de cultivo de hongos, que gracias a su modularidad se adapta a diversos espacios y debido a su diseño propone una alternativa de producción de alimentos sustentable.











## 1.1 Antecedentes

México es un país que se encuentra en crecimiento económico y poblacional, actualmente tiene 122,3 millones de habitantes (The world Bank, 2013) y para poder mantener a esta cantidad de población es necesaria la explotación de los recursos naturales, el problema surge cuando esta práctica se convierte en sobre-explotación debido a la demanda de diferentes insumos. (Fig 1.1)

Para realizar cualquier tarea son necesarios ciertos elementos, por ejemplo, para leer se necesita un libro, para escribir un bolígrafo, en el caso de las necesidades básicas de la población tenemos que recurrir al punto del cual parte todo: “La materia prima”.

Para obtener la materia prima es necesario hacer uso de recursos y fuentes naturales, si es necesario trasladarlos largas distancias se recurre a un medio de transporte que probablemente utiliza un combustible derivado de estos, lo mismo sucede si se requiere construir o fabricar algún objeto es necesario usar materiales producidos a partir de los mismos, de igual manera si se necesitan alimentos se acude a los ellos para producirlos.

Existen elementos renovables y no renovables, entre los primeros tenemos a los árboles de los cuales se obtiene madera para fabricación de insumos como la pulpa para la generación papel, la celulosa usada en prendas de vestir, la leña para calefacción. Del lado de los no renovables tenemos casos como el petróleo, compuesto que es utilizado para la fabricación de combustibles y polímeros que no puede ser producido, cultivado, regenerado o reutilizado a la escala en que es consumido.

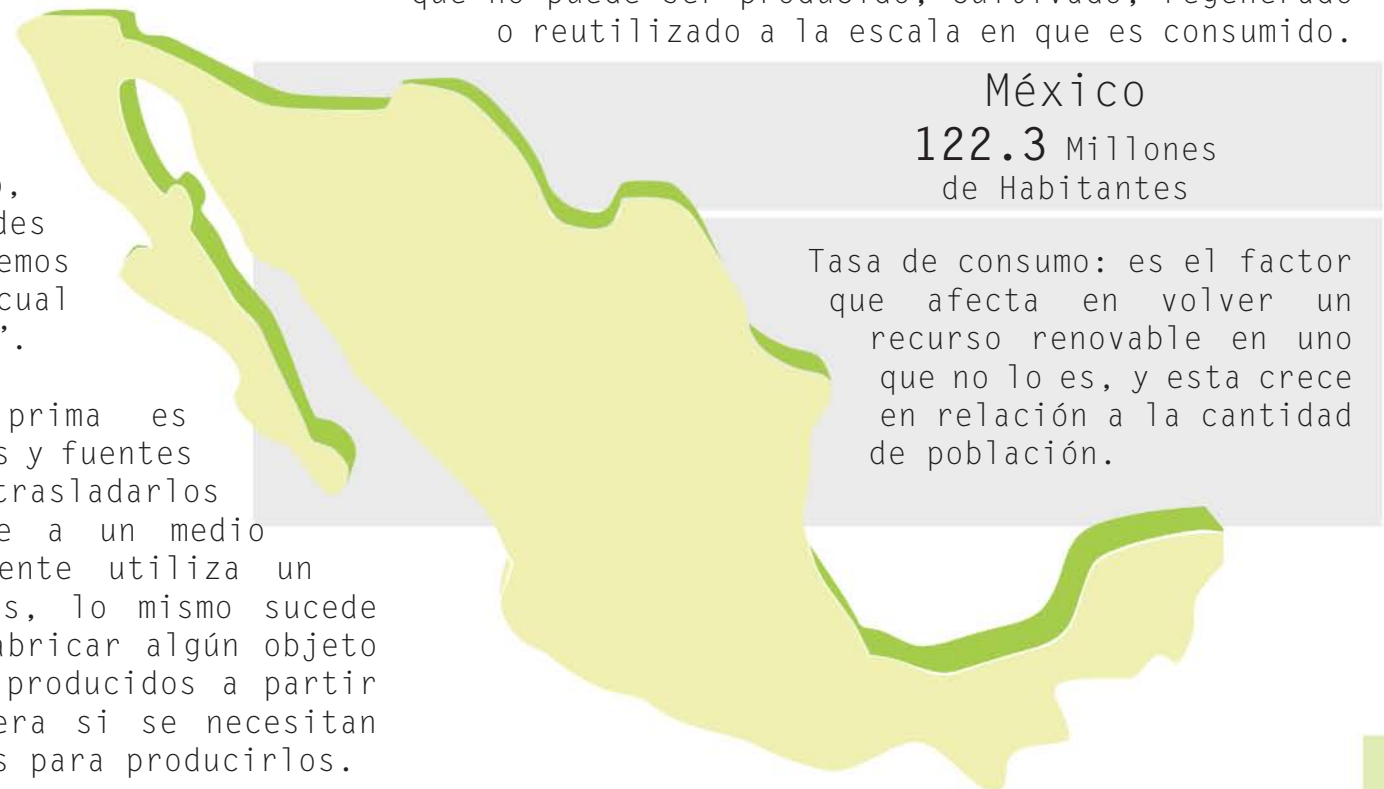
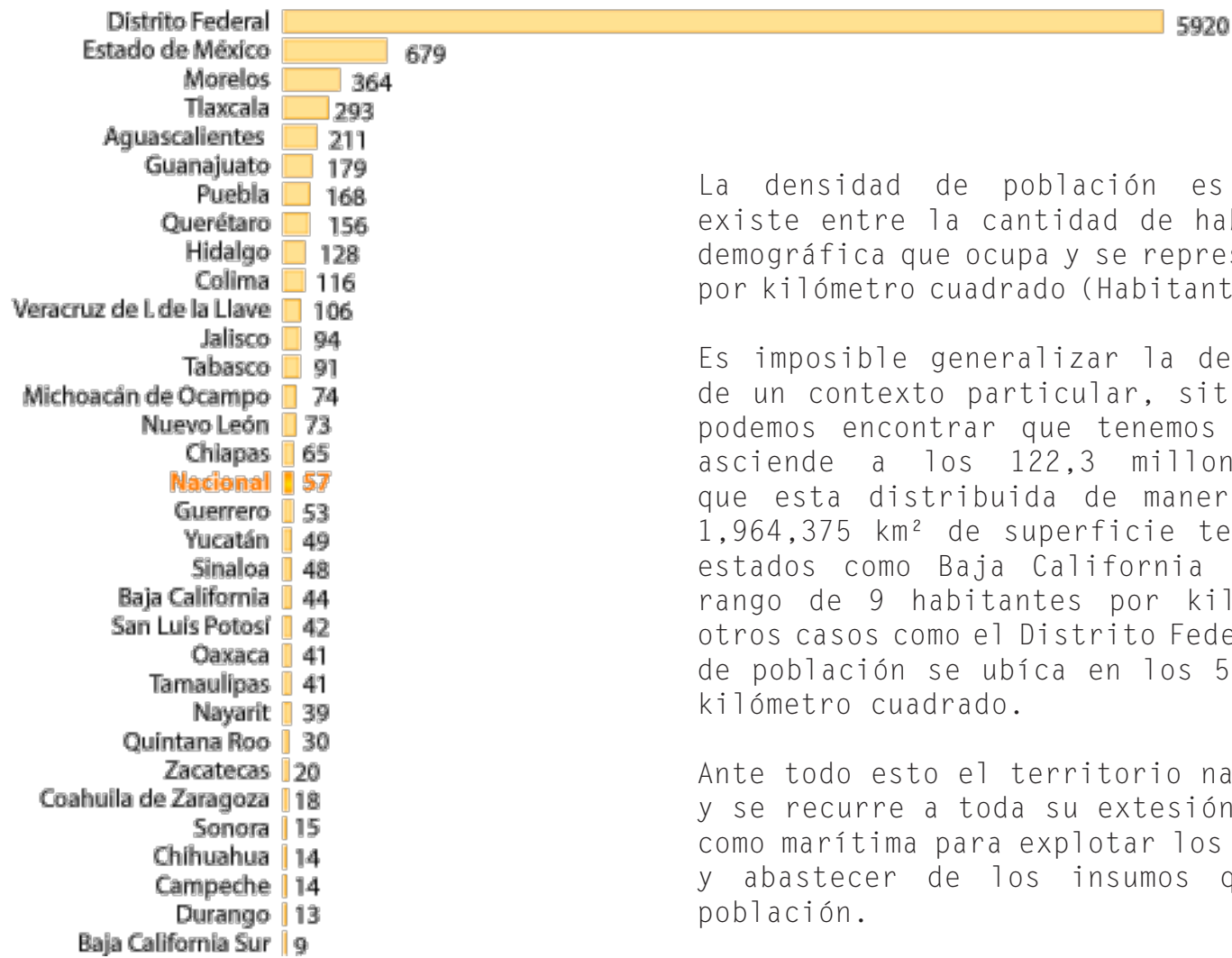


Fig 1.1 Imagen 1. Población Mexicana.



La densidad de población es la relación que existe entre la cantidad de habitantes y el área demográfica que ocupa y se representa en habitantes por kilómetro cuadrado (Habitantes/ km<sup>2</sup>). (Fig 1.2)

Es imposible generalizar la densidad poblacional de un contexto particular, situandonos en México podemos encontrar que tenemos una población que asciende a los 122,3 millones de habitantes que esta distribuida de manera desigual en sus 1,964,375 km<sup>2</sup> de superficie territorial. Existen estados como Baja California Sur, que tiene un rango de 9 habitantes por kilómetro cuadrado y otros casos como el Distrito Federal que su densidad de población se ubica en los 5920 habitantes por kilómetro cuadrado.

Ante todo esto el territorio nacional es el mismo y se recurre a toda su extensión tanto territorial como marítima para explotar los recursos naturales y abastecer de los insumos que necesita a la población.

Fig 1.2 Tabla 1. Densidad de población INEGI, 2010.

Una de las principales necesidades que debe de cubrir un individuo es la de alimentarse, para ello requiere de la agricultura y la crianza de animales (esta ligada directamente a la primera), los cuales pueden originar grandes lotes de comida pero conforme la población aumenta la cantidad de productos necesarios también; ocasionando una explotación del suelo, generando zonas áridas en las que ya no es posible cultivar alimento alguno.

Por lo tanto es eminentemente necesario planear nuevas formas para cultivar alimentos, haciendo un uso racional de los recursos y reduciendo el impacto al medio ambiente. Para un esquema de cultivo ideal es importante tener conocimiento de los alimentos que se pueden cultivar sin necesidad de explotar el suelo y los beneficios que estos generarían.

## 1.2 Fuentes de Alimento

Tanto animales como seres humanos necesitamos los alimentos debido a sus nutrientes para poder crecer, desarrollarnos y sobrevivir, el consumo de las frutas y los vegetales son de singular importancia en nuestra dieta. Aún teniendo conocimiento de ello México ocupa el 6<sup>a</sup> lugar en obesidad esto debido a los malos hábitos de consumo de alimentos por mencionar un ejemplo Alejandro Dominguez argumenta en su columna del diario el Milenio que el mexicano gasta más en refresco que en frutas, huevo o pescado; esto entre otros muchos aspectos más, nos alejan de una dieta balanceada guiada por el plato del buen comer. (Fig 1.3)

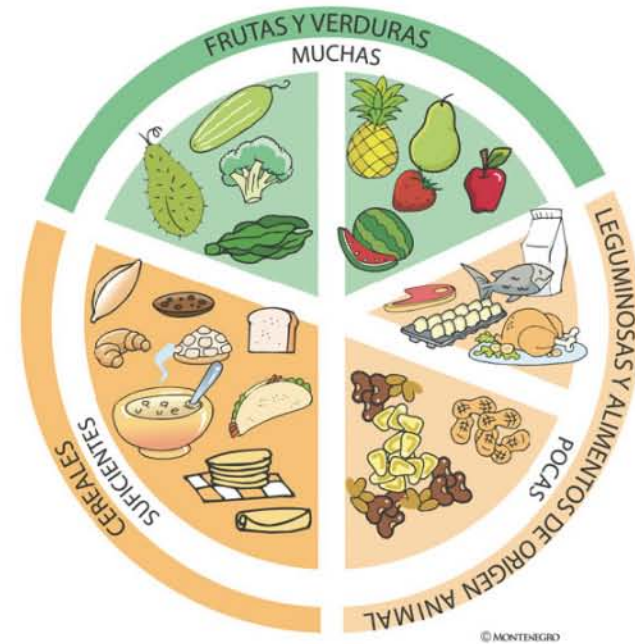


Fig 1.3 Imagen 2. Plato del Buen Comer.

De igual forma los alimentos de origen animal son necesarios, pero evocando la crianza de animales como la ganadería requieren de la agricultura para poderse desarrollar. Debido a lo anterior se han ideado métodos de cultivo que garantizan un producto con mejores características, obteniéndolo en menor tiempo, minimizando el daño al ecosistema.

Los tipos de cultivos que existen son los tradicionales y los alternativos, los primeros se dividen en monocultivos, cultivos múltiples y cultivos asociados; en los alternativos encontramos varias técnicas como la hidroponía, fungicultura, los cultivos lácticos y cultivos bacterianos.

A partir de este punto consideraremos únicamente aquellos que influyen directamente en la producción de alimentos.

## 1.3 Tipos de Cultivos

### Cultivos Tradicionales

La forma tradicional para cultivar es plantando la semilla directamente en la tierra, a partir de este principio básico (Fig 1.4) podemos encontrar tres variantes: monocultivos, múltiples y asociados.

#### 1. Monocultivos

Cultivos en los que se plantarán sólo productos de la misma especie, que si bien sirven para producir la comida necesaria año tras año esto conlleva un deterioro de la tierra fértil donde comúnmente se cultiva, aunado a que al no tener un control en el área de cultivo se pueden generar plagas que acaban fácilmente con el mismo.

#### 2. Cultivos Múltiples

Son aquellos en los que se va traslapando el tipo de vegetal cultivado, esto ayuda a evitar la presencia de plagas, pero aún así la sobre-explotación del suelo sigue siendo inminente.



Fig 1.4 Imagen 3. Reproducción plantas.

### 3. Cultivos Asociados

Se refiere a cuando se siembran, cultivan y cosechan diferentes tipos de alimentos en el mismo lugar y periodo, un ejemplo cercano son los agroecosistemas mesoamericanos conocidos como milpas, en los cuales desde hace siglos se cultivan las nombradas “tres hermanas” maíz, frijol y calabaza.

### Cultivos Alternativos

Por otro lado los cultivos alternativos buscan mejorar diversos factores, entre ellos tenemos sistemas controlados en los que se evita el crecimiento de vegetales dañinos o extraños en el área de cultivo, se realiza un uso equilibrado de la fertilidad del suelo, hay un control sobre las plagas y se alcanza el cumplimiento de las exigencias alimentarias. Tomando en cuenta específicamente los cultivos para la producción de alimentos tenemos a los **cultivos hidropónicos**, en los cuales se pueden cultivar gran cantidad de vegetales, y los sistemas de **fungicultura** que como su nombre lo indica sirve para cultivar productos del género fungi es decir hongos.

## 1. Cultivos Hidropónicos

Son aquellos que permiten cultivar alimentos sin hacer uso de la explotación de los suelos fértiles e inclusive utilizando las cantidades óptimas de agua y sustratos, evitando su desperdicio y permitiendo el cultivo de varios vegetales, tal es el caso de los sistemas hidropónicos en los que es posible cultivar gran variedad de productos. En la siguiente tabla podemos observar algunos de los vegetales y frutas que pueden ser cultivados mediante este sistema:



### Vegetales cultivados por hidroponia

Lechuga (todas sus variedades)	Pepino
Cebolla	Sandía
Tomate	Acelga
Papa	Melón
Jitomate (todas sus variedades)	Chile
Calabaza	Estragón
Fresa	Pimiento
Plantas aromáticas	Dálias
Cilantro	Ajo
Jícama	Girasoles
Orquídeas	Rosas

Fig 1.5 Tabla 2. hydroenv.com, 2013.

## 2. Fungicultura (Cultivos de Hongos)

Actualmente existe un gran desarrollo en el cultivo de vegetales y plantas mediante sistemas hidropónicos, no obstante un elemento que no se ha explotado es el cultivo de hongos, de los que vale la pena resaltar que no solamente son utilizados como alimento sino también para obtener medicinas como la penicilina e inclusive especies más específicas para la generación de biodiesel.

El diseño de sistemas basados en la fungicultura (cultivo de hongos) está en boga debido a las propiedades que tiene cada especie y al descubrimiento de nuevos usos:

### Hongos y su aplicación

#### Hongo / Uso

Shitake, *Penicillium notatum*, *Trametes versicolor* / Medicinal

*Cryptococcus curvatus* / Biodiesel

***Pleurotus curvatus* / Alimenticio**

Fig 1.6 Tabla 3. Sierra, 2013.

## 1.4 Hongos

Debido a que el principal objetivo es generar una investigación y experimentación en el apartado de productos alimentarios el tipo de hongo idóneo para este fin es la familia de los Pleurotus, donde encontramos a los champiñones, las setas y el huitlacoche. (Fig 1.7)

En biología, el término Fungi (en latín literalmente “hongos”) designa a un grupo de organismos eucariotas entre los que se encuentran los mohos, las levaduras y las setas. Se clasifican en un reino distinto al de las plantas, animales y protistas. Esta diferenciación se debe, entre otras cosas, a que poseen paredes celulares compuestas por quitina, a diferencia de las plantas, que contienen celulosa. Existe en ocasiones la idea de que los hongos son similares a las plantas pero como menciona Snedden (2005):

“Son muy distintos a estas (no recurren a la fotosíntesis para conseguir alimento; al igual que los animales, obtienen sus nutrientes de materia orgánica) y ocupan su propio lugar en el mundo vivo: el reino Fungi, que incluye formas tan conocidas como las setas, los bejines o de bola y los ustílagos como el huitlacoche, y otras no tan visibles como las levaduras y los mohos.”

En cuanto a la reproducción de los hongos la gran mayoría produce esporas, que son las unidades reproductivas que contienen toda la información genética necesaria para el desarrollo de un nuevo individuo.



Estas esporas sirven como las semillas de las plantas y al estar dentro de un sustrato adecuado y condiciones climáticas apropiadas se produce el nuevo individuo, cabe resaltar que a pesar de que se tiene la idea de que los hongos crecen en lugares sucios y faltos de limpieza, es todo lo contrario ya que al cultivarlos se requiere de una metodología muy cuidadosa ya que las esporas se pueden contaminar con alguna bacteria ajena y necesitan de ambiente sumamente controlado.

Fig 1.7 Imagen 4.  
Recolección tradicional de hongos comestibles.

A pesar de las notables diferencias entre los hongos y las plantas, las etapas por las que pasan los primeros son parecidas a las de las segundas, todo comienza con una **espora** que es el elemento reproductor del hongo en sustitución a las semillas de las plantas, Esta espora al estar enterrada en un sustrato con los nutrientes adecuados y con la temperatura y humedad necesarios **colonizará** dicho sustrato, esto lo podemos comprender mejor si pensamos en la forma en la que una semilla germina después de haber sido plantada en cierto tipo de tierra, finalmente y al igual que la planta necesita continuar con los nutrientes adecuados y el ambiente propicio para poder crecer hasta su etapa final, conocida como **incubación**. (Fig 1.8)



Fig 1.8 Imagen 5. Incubación *Pleurotus curvatus*.

Hay que resaltar que cada tipo y especie de hongo requiere de diferentes condiciones para su cultivo en laboratorio, pero básicamente lo que se necesita es una espora, un elemento para **esterilizar**, un ambiente sin luz y con temperatura regulable y por último un ambiente de humedad controlada, sin importar si son basidiomicetos <sup>1</sup> o ascomicetos <sup>2</sup>, al generar un sistema que cuente con estos elementos queda en manos de la habilidad y en ocasiones “suerte” del interesado en el cultivo de hongos.

<sup>1</sup> Es decir hongos de fácil producción

<sup>2</sup> Hongos de difícil producción

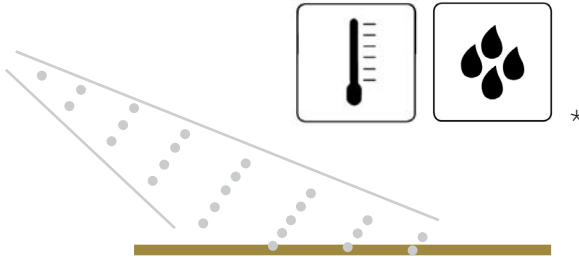


Comparado con el proceso de reproducción de una planta podemos dividir el proceso natural de reproducción de un hongo en 3 etapas

Las esporas se encuentran en la cabeza de los hongos, en la parte reproductiva que es sostenida por la parte vegetativa.

Si la espora cae en un ambiente adecuado para poder desarrollarse, colonizará y comenzará a crecer.

Para llegar a su etapa final de crecimiento el hongo requiere de un ambiente y nutrientes específicos para cada especie.



1. Esporas

2. Colonización

3. Incubación

1. Semillas

2. Germinación

3. Crecimiento

\*Tanto las esporas como las semillas necesitan de temperatura y nutrientes específicos para llegar a su etapa final de crecimiento.

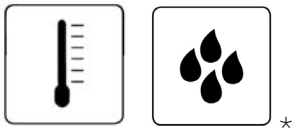


Fig 1.9 Tabla 4. Comparativa reproducción hongos / plantas.

## 1.5 Sistemas de Fungicultura

El cultivo de hongos se lleva a cabo en diferentes niveles de producción, desde “sistemas” improvisados para fungicultura casera, sistemas de producción fabril para la industria farmacéutica o alimenticia y sistemas en centros de educación e investigación como universidades, siendo este último el contexto en que nos enfocaremos debido a que mediante un proceso sistematizado de fungicultura se pueden realizar experimentos y conocer más de esta especie vegetal, para facilitar tanto su producción, como descubrir nuevas aplicaciones.

Como podemos observar el cultivo de hongos trae consigo grandes beneficios en varios rubros y para que este método pueda ser implementado y mejor conocido por la sociedad es necesario que las generaciones de profesionistas de carreras afines a este proceso tales como Biología y Ciencias de la Tierra, cuenten con un sistema que les permita realizar el proceso de una manera adecuada para ir perfeccionándolo. De esta manera se podrían producir de una mejor manera hongos tanto para uso alimenticio e inclusive medicinal.

Considerando lo anterior nos queda claro que los hongos no sólo sirven como alimento también pueden ser aplicados en otros campos debido que generan una gran cantidad de productos bioquímicos, los cuales en su mayoría son requeridos por ellos mismos para su crecimiento y metabolismo, estos elementos son llamados metabolitos primarios y existen los metabolitos secundarios que Wainwright define como los que:

“...son producidos cuando el hongo está en la fase estacionaria en la que no hay crecimiento. Incluidos en este grupo están un conjunto de compuestos que son de gran importancia médica como los antibióticos.” (Wainwright, 1995)

Entre estos productos bioquímicos y sus propiedades cabe destacar los siguientes:

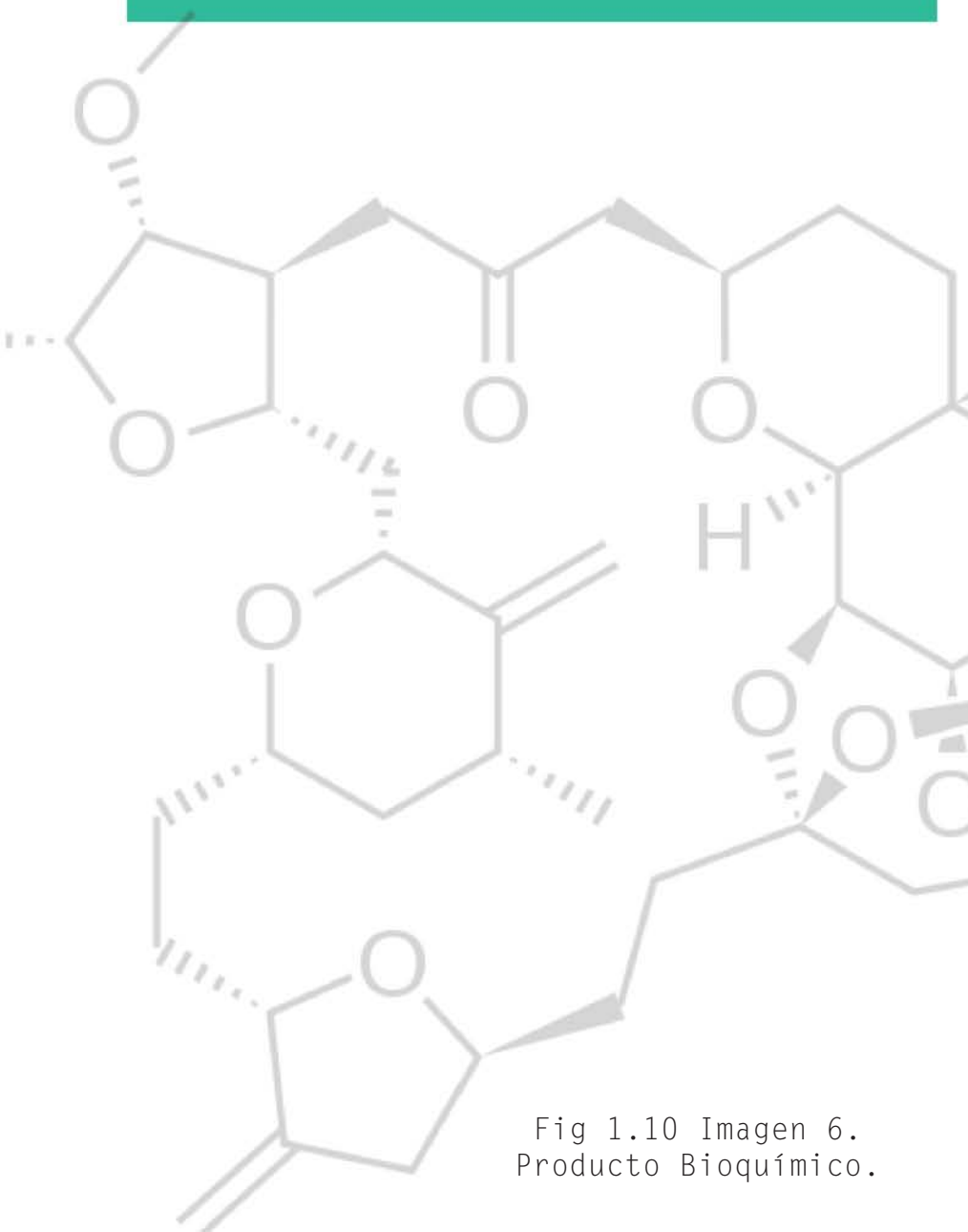


Fig 1.10 Imagen 6.  
Producto Bioquímico.

### Productos Bioquímicos conseguidos a partir de hongos

Compuesto	Aplicación
Ácidos orgánicos	Conseguido por fermentación
Ácido cítrico	Industria alimenticia, producción de bebidas no alcohólicas, sales efervescentes, y medicinas.
Ácido gálico	Industria de impresión.
Ácido glucónico	Utilizado ampliamente en medicina como suplemento de la dieta en forma de sales cálcicas.
Ácido itacónico	Producción de polímeros en la fabricación de fibras, pinturas, adhesivos y agentes espesantes.
Alcoholes industriales	Generación de etanol
Polisacáridos	Industria médica y alimentaria para estabilizar y como espesantes de productos alimentarios. Glicerol, Arabitol, Eritrinol y Manitol.

Fig 1.11 Tabla 5. Wainwright, 1995.

## 1.6 Producción / Rentabilidad

Queda más que claro todos los beneficios que conlleva el seguir implementando la investigación y práctica en los sistemas de fungicultura para seguir perfeccionando la manera de cultivar hongos e ir descubriendo nuevas aplicaciones de los mismos; ahora cabe mencionar la rentabilidad del proceso así como los beneficios sociales que conlleva el cultivar hongos.

Para mostrar la rentabilidad del proceso se realizó una comparación entre los principales países productores de hongos. Sabemos que el cultivo del champiñón se inició en Francia hacia 1650, actualmente su producción ocupa el cuarto lugar del mundo tal como podemos observar en la siguiente tabla.

Principales países productores de hongos (Producción anual)	
Toneladas	Lugar/País
709.687	1. China
390.000	2. USA
246.000	3. Países Bajos
150.000	4. Francia
104.439	5. Reino Unido
100.000	6. Polonia
80.000	7. España
72.500	8. Canadá
70.511	9. Japón
62.000	10. Irlanda

Fig 1.12 Tabla 6. FAO Production Yearbook 2000.

La necesidad de desarrollar fuentes no convencionales de alimentos y de optimizar los recursos disponibles impulsó, en los años 70, el cultivo de hongos comestibles. La producción mundial crece a pasos afianzados con una tasa superior al 5% anual. Los principales países productores de América son Estados Unidos, Canadá, México y Brasil.

México se encuentra en el primer lugar como productor de hongos en América Latina, con una producción de casi 62, 000 toneladas ocupa el 13º lugar a nivel mundial.

Es importante destacar el beneficio social, al producir un alimento con altos niveles nutricionales que genera más de 25 mil empleos.



Fig 1.13 Tabla 7. Dr.Martínez Carrera, 2013.

El consumo de hongos no sólo va en aumento por necesidad sino también por las características y cualidades que tiene este alimento, por mencionar algunas tenemos que el valor nutritivo de las setas es similar al de otras hortalizas pero su contenido en proteínas es de entre el 1,5 al 6% con la ventaja de que son pobres en materias grasas, y tienen minerales como potasio, fósforo, hierro y calcio e inclusive cuentan con vitaminas como: tiamina (B3), riboflavina (B2), piridoxina (B6), ácido pantoténico y ácido ascórbico (Vitamina C).

Tabla 5. Composición media del champiñón y otras especies

Alimento	Agua	Proteínas	Grasas	Carbohidratos	Minerales
Champiñón	90	3.5	0.3	4.0	1.0
Boleto	88	5.4	0.4	5.2	1.0
Cantarelas	91	2.6	0.8	3.5	0.7
Espinacas	93	2.2	0.3	1.0	1.9
Espárrago	95	1.8	0.1	2.7	0.6
Patatas	75	2.0	0.1	21.0	1.1
Leche	87	3.5	3.7	4.8	0.7
Vacuno	68	18.0	13.0	0.5	0.5

Fig 1.14 Tabla 8. Snedden, 2005.

## 1.7 Apoyos a proyectos de Fungicultura

Hasta este punto hemos considerado tanto las diversas aplicaciones que hay y que se podrían seguir descubriendo e investigando con la fungicultura, así como la rentabilidad de la misma y el valor Ecológico y Social que abarca; pero falta mencionar un punto muy importante, que es el del financiamiento para realizar un proyecto de este tipo.

Como se mencionó anteriormente la implementación de sistemas de fungicultura está en aumento tanto para producción como para investigación, por mencionar algunos ejemplos de apoyos tenemos programas de “Investigación y capacitación agropecuaria, acuícola y forestal” presentado por la “Secretaría de Desarrollo Agropecuario” en el Estado de México que presenta varias sedes en las que se imparten cursos de fungicultutura para usuarios interesados en dicho tema y que buscan aprender el método de cultivo para realizar un cultivo casero para consumo personal o pensado como un negocio con fines de producción y venta a gran escala.

Este desarrollo a propiciado la implementación de cursos especializados que son impartidos por empresas dedicadas a la producción de hongos como Hongomex, enfocados a la fungicultura medicinal e inclusive lo que oferta la Universidad Nacional Autónoma de México en la Facultad de Ciencias en Ciudad Universitaria, en el Edificio de Biología se imparte la materia de “Laboratorio de cultivo de hongos” para estudiantes de carreras afines como Biología y Ciencias de la tierra.

Otra institución de educación superior es la Universidad Autónoma Metropolitana en su campus Iztapalapa, que además de ofrecer cursos como el de “Cultivo de hongos comestibles” para el público en general, también imparte a sus estudiantes la materia de “Laboratorio de Biotecnología de Hongos comestibles”.

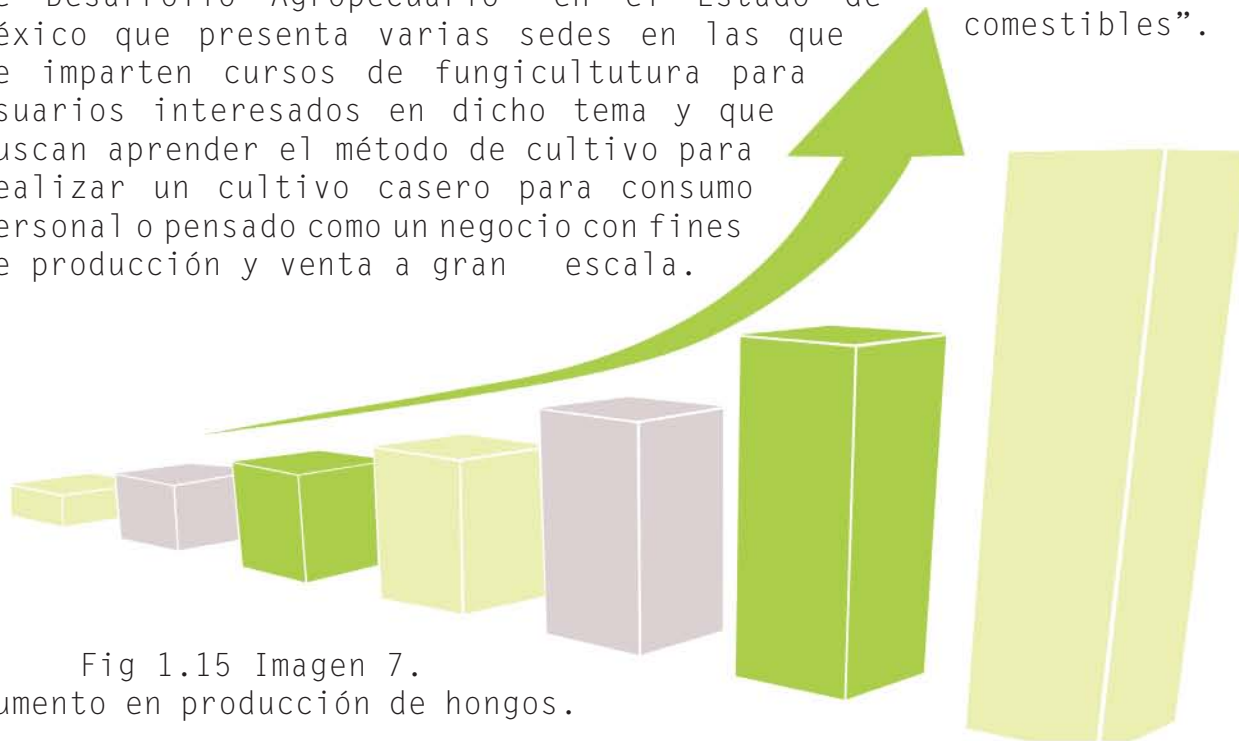


Fig 1.15 Imagen 7.  
Aumento en producción de hongos.

Por lo tanto queda comprobada la viabilidad y necesidad de realizar un proyecto que ayude a la fungicultura, esto debido a los beneficios que esto puede llegar a generar, las oportunidades que existen en el campo y la variedad de contextos viables para su aplicación.



## Epílogo Capítulo

Después de conocer las ventajas directas e indirectas que presenta la utilización y aprovechamiento de los hongos, este proyecto plantea gestar un elemento, o serie de elementos, que ayude a la experimentación para que en un futuro próximo se puedan producir hongos de una manera adecuada a cada especie, todo esto derivado de la información obtenida mediante la realización de pruebas con factores controlados.

Los ensayos en el Laboratorio de la Facultad de Ciencias permitieron descubrir aspectos como que tipo de luz y ambiente ayudan de una manera más eficaz a el desarrollo de ciertos hongos, o el crecimineto aunado al aumento de alguna vitamina o mineral en específico, como es el caso de el hongo conocido como “Racimo de Volvaria” el cual se puede llegar a cosechar almenos dos veces al día, debido a un rendimiento de 4kg por m<sup>2</sup>.

En conclusión se estima que el cultivo de hongos puede alcanzar en un futuro gran importancia económica, ya que en varias partes del mundo se necesitan alimentos ricos en proteínas, y cultivando setas es posible producirlos partiendo de diversos vegetales como paja de arroz, heno de hierbas, restos de maíz, cortezas de árbol o restos de caña de azúcar, a la vez de que es un cultivo que habitualmente es independiente de la estación del año, pudiendo ofrecer empleo durante todo el transcurso de este, y que puede pensarse tanto como un cultivo modesto que proporcione alimento solo a la familia o como un cultivo a gran escala.









## 2.1 Diseño Industrial

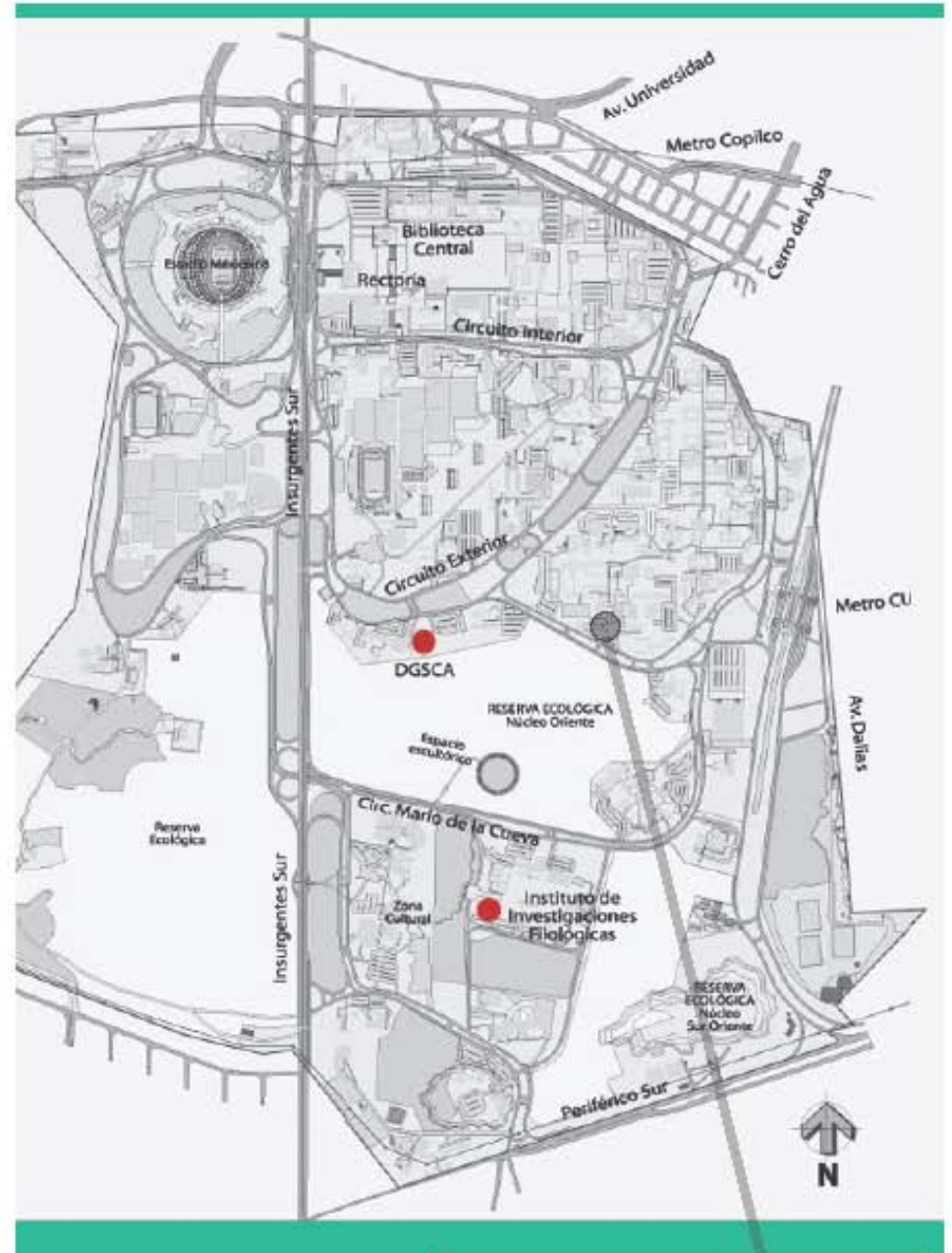
### Área de estudio

Dentro de Ciudad Universitaria (CU) en el Edificio de Biología en la Facultad de Ciencias se imparte la materia de “Biología de Hongos” a los alumnos que cursan el cuarto semestre de la Licenciatura de Biología.

En esta materia se realizan prácticas en el Laboratorio del mismo edificio en el campo del estudio de hongos hay tres sesiones por semana, de lunes a sábado en diferentes días y horarios dependiendo del grupo.

La relación que existe entre el diseño industrial con la Biología es amplia, al tener fuente de inspiración en áreas como la Biónica, pero también en el desarrollo de herramientas, equipo y mobiliario especializado, mediante el análisis de actividades se puede realizar una valoración para poder llegar al diseño de soluciones que beneficien en la productividad, ergonomía, seguridad y costeabilidad de diversos procesos.

Planteando como punto de partida para nuestro análisis debemos de considerar todas las variables posibles que nos determinan el contexto, el usuario y el proyecto a desarrollar desde sus antecedentes.



Facultad de Ciencias

Fig 2.1 Imagen 1. Plano Ciudad Universitaria UNAM.

Ciudad Universitaria (CU), es el campus principal de la Universidad Nacional Autónoma de México, esta ubicado en las cercanías del Pedregal de San Ángel, al sur de la Ciudad de México, su origen se remite a 1536 por el interés de que Nueva España contara con una universidad, iniciativa que apoyó la Corona en 1547.

El 21 de septiembre de 1551 se expidió la Cédula de creación de la Real y Pontificia Universidad de México.

A principios del siglo XX a lo que se conoce como “Barrio Universitario” constaba de edificios administrativos, escuelas y facultades en el centro de la ciudad.

En 1943, el gobierno federal, mediante la expropiación de varias hectáreas de terreno decidió entregarlas en 1946 a la universidad para la gestación de un proyecto conocido actualmente como Ciudad Universitaria.

Siendo el 22 de marzo de 1954 la inauguración de los cursos de la UNAM en la nueva ubicación. En este punto Ciudad Universitaria fue integrada por las Facultades y Escuelas de Filosofía y Letras, Comercio y Administración, Derecho, Ingeniería, Arquitectura y Ciencias.



Fig 2.2 Foto 1. Facultad de Ciencias.

## 2.2 Matriz de Diseño

Este proyecto busca integrar el Diseño Industrial a un proceso de la rama de la Biología conocido como Fungicultura o Cultivo de hongos, proceso llevado a cabo dentro del Laboratorio de la Facultad.

Dentro del contexto analizaremos cuestiones como espacio y distribución, en cuanto al usuario consideraremos dimensiones antropométricas, ergonomía y percentiles y por parte de los objetos valoraremos aciertos y desaciertos de los insumos presentes así como un análisis de la actividad realizada por los usuarios dentro del contexto nos mostrara si es pertinente proponer algún insumo no presente que facilite la actividad.

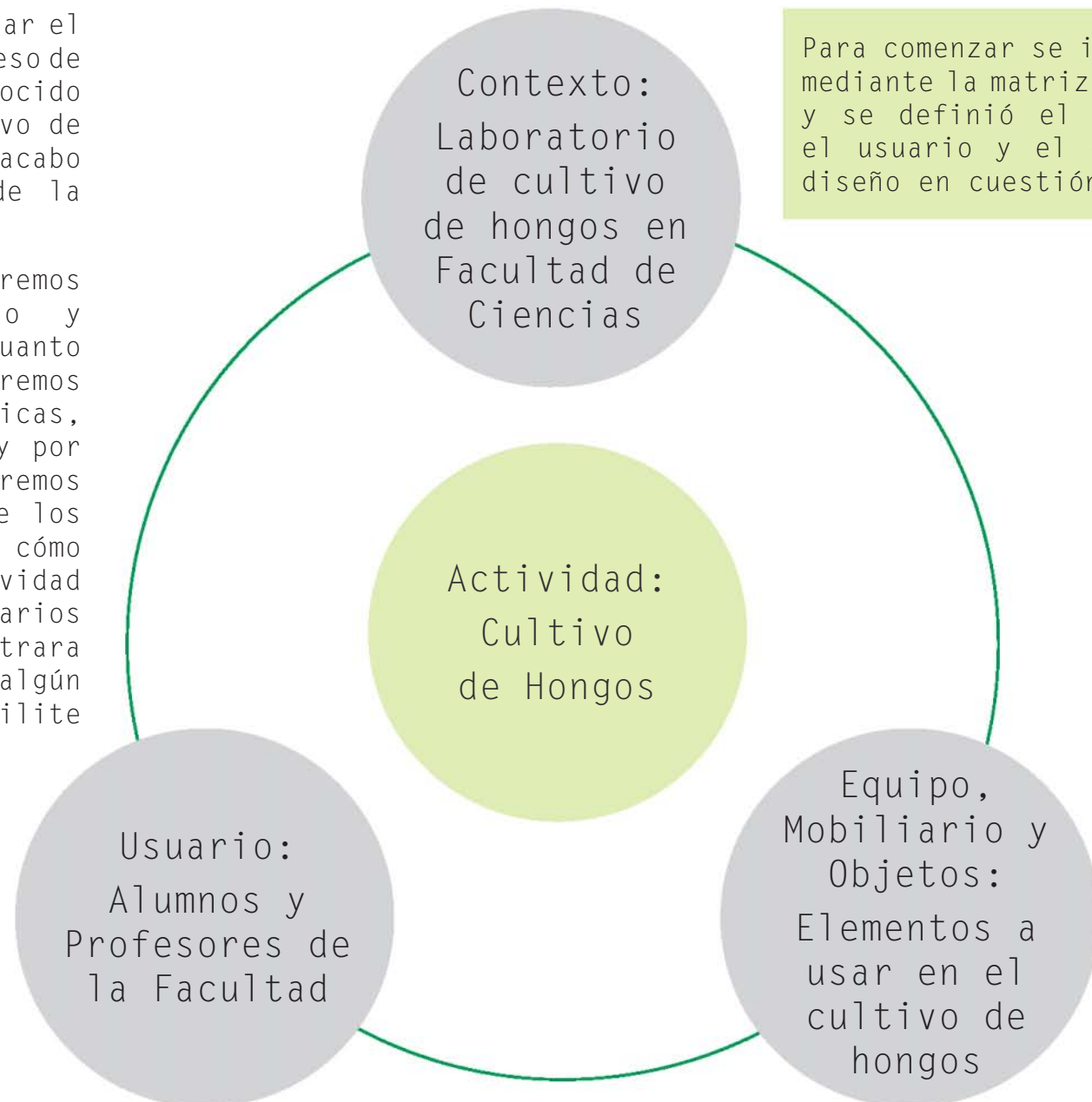


Fig 2.3 Tabla 1. Matriz de Diseño.

## 2.2.1 Contexto

Los datos que nos provee el contexto són útiles para considerar dimensiones, diagramas de circulación y proponer la ubicación del sistema a diseñar.

Únicamente existe un acceso y por ende una salida para ingresar al laboratorio, el cual se compone de una puerta doble, regularmente sólo se encuentra abierta de un extremo y en caso de requerir introducir en el laboratorio insumos de gran tamaño se abaten ambas puertas.

El Laboratorio tiene una doble altura debido a que unas escaleras al costado dirigen a un tapanco que funge como oficina.

El área total del Laboratorio es de 143 metros cuadrados delimitados por un largo de 13 metros por 11 metros de ancho.

El piso esta conformado por loseta porcelánica y en muros podemos encontrar tres diferentes acabados: concreto aparente, tabique cerámico aparente y aplanado de concreto con terminado en pintura vinílica blanca. En estos últimos la entrada de luz la permiten ventanales corridos de muro a muro con persianas, a la vez de tener luz artificial mediante lámparas de tubo fluorescente colgante de la techumbre.



Fig 2.3 Foto 2. Acceso Laboratorio.

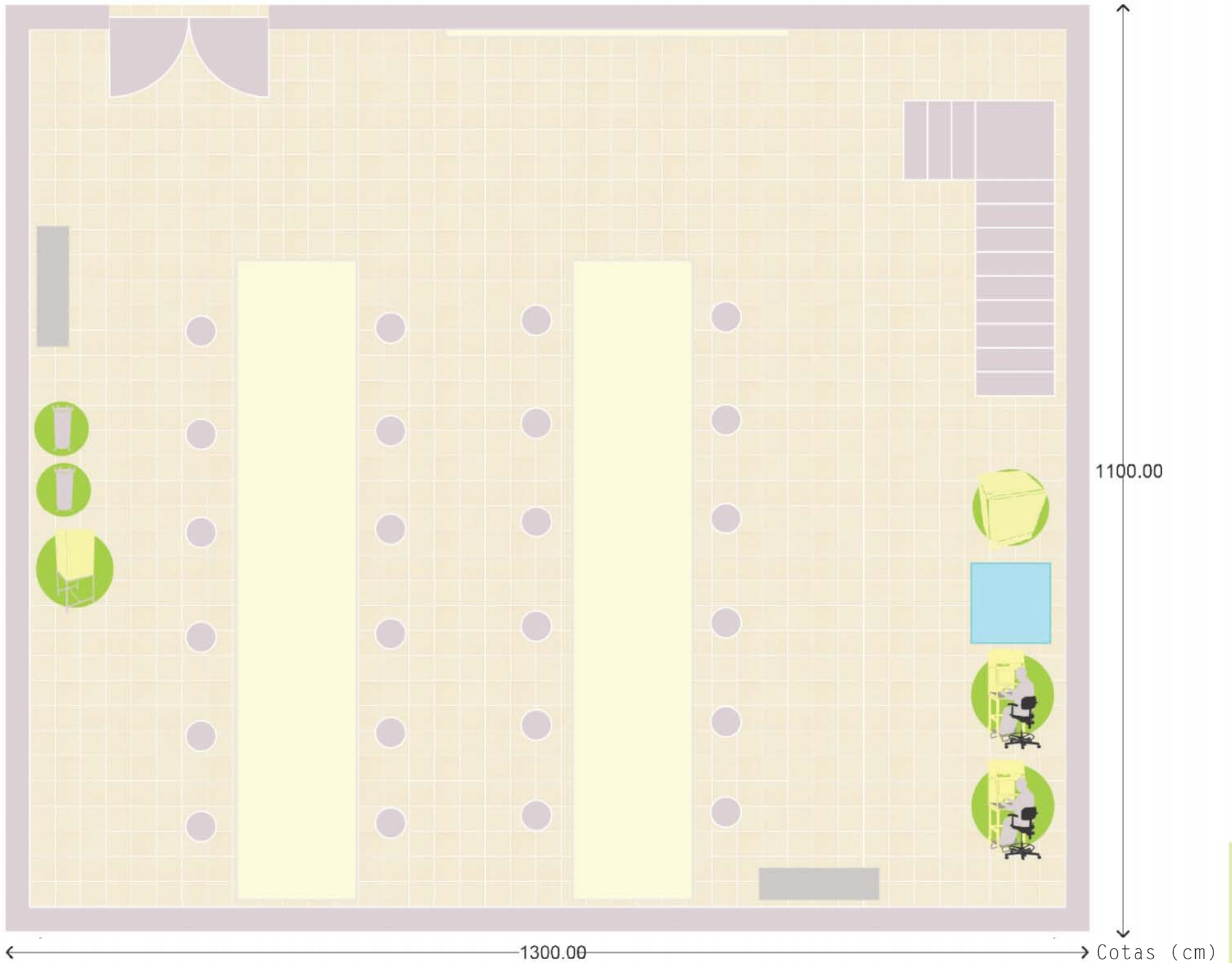


Fig 2.4 Foto 3. Interior Laboratorio.



Fig 2.5 Foto 4. Área de trabajo.

Fig 2.6 Imagen 1. Planta Laboratorio de cultivo de hongos (Contexto).





## 2.2.2 Usuario

Edad promedio	19-25 años
Estatura hombres	Percentil 5 - 95 163,3cm - 185,7cm
Estaturas mujeres	Percentil 5 - 95 152,4cm - 172,2cm
Complexión	Endomorfos

Usuario / Estudiantes




Fig 2.7 Tabla 2. Usuarios.

Debido al carácter de la institución nos enfocamos primordialmente en el aspecto didáctico del Laboratorio y considerando la antropometría de los usuarios se plantea una propuesta de diseño que se adapte al usuario y no a la inversa.

Los usuarios principales son los estudiantes de Biología o Ciencias de la Tierra, que cursan la materia de “Laboratorio de Cultivos” de hongos con un rango de edad de entre 19 a 25 años. Al comenzar la práctica el Profesor es el encargado de realizarla y explicarla al grupo, regularmente durante las prácticas se conforman equipos de 5 o 6 alumnos, el grupo es de 24 alumnos máximo por lo que normalmente se cuenta con 4 equipos, dato imprescindible para estimar el área necesaria para las muestras que se insertarán dentro del sistema.

## 2.2.3 Equipo, Mobiliario y Objetos

Dentro del Laboratorio de Cultivo de Hongos encontramos gran cantidad de insumos algunos de los cuales sirven directamente para realizar las prácticas de cultivo y otros que fungen como elementos que si bien no intervienen directamente en el proceso, lo facilitan y ayudan en ciertas tareas dentro del contexto.

Material	
<p>M</p> <p>Cajas de Petri Frascos de Vidrio Cucharas Charolas</p>	<p>Batas de laboratorio Cubrebocas, Paños Bolígrafos Libreta, Pizarrón</p>
Mobiliario	
<p>Mesas de trabajo, Bancos, Estantes, Mesas móviles con rodajas.</p>	
Equipo	
<p>Cabina de Flujo Laminar, Hornos (Alto / Bajo), Autoclave, Ólla Express.</p> <p>*Este equipo será nuestro punto de partida para comenzar a analizar que aspectos rescatar y cuales mejorar del proceso de Fungicultura.</p>	

Fig 2.8 Tabla 3. Tipos de Objetos.

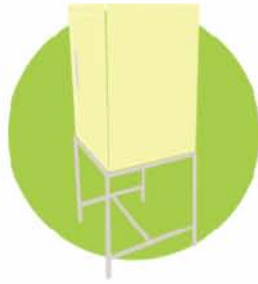
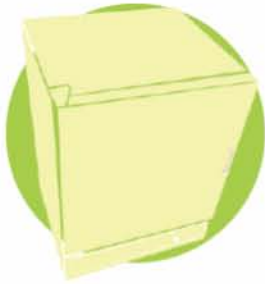
Cabina de  
Flujo Laminar



Sirve para generar un ambiente esterilizado en su interior, se utiliza al comenzar el proceso ya que dentro de la misma se pueden manipular las esporas sin riesgo a que se contaminen, se puede trabajar tanto de pie como sentado.

Cantidad: 2

Hornos  
Bajo / Alto



Tienen controladores para poder manipular la temperatura en el interior y adecuarla a la especie de hongo que se cultivará,

Cantidad: 2 (1 Alto / 1 Bajo)

Autoclave



Ayuda a esterilizar el material con el que se trabajará y garantizar su limpieza, en el laboratorio también encontramos una olla express que sirve para el mismo fin pero de menor capacidad.













Cantidad: 2 (+1 Olla Express)

Vaciado de  
Sustrato



La bolsa de plástico que se usa en el proceso de incubación no es necesariamente un equipo, pero debido a la importancia de esta en la última etapa del cultivo salta a la vista la necesidad de un equipo para este fin.

Fig 2.9 Tabla 4. Descripción de Equipo.

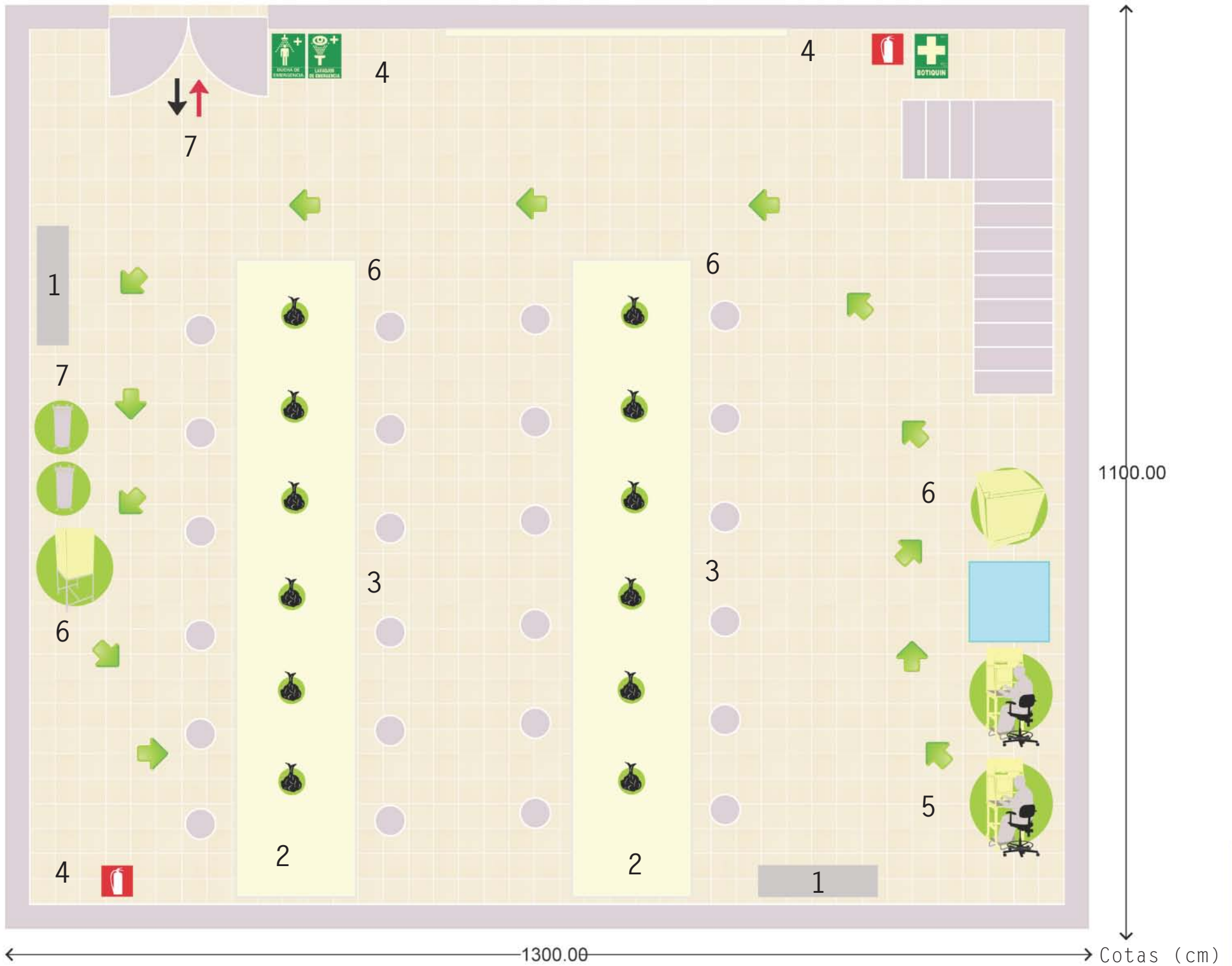
SIMBOLOGÍA	
	Entrada / Salida
	Ducha / Lavaojos (emergencia)
	Extintor
	Botiquín
	Bancos
	Anaqueles
	Refrigerador
	Circulación Proceso
	Cabina de Flujo laminar
	Hornos Bajo / Alto
	Autoclave
	Vaciado de sustrato

### Descripción Equipo, Mobiliario y Objetos:

1. El laboratorio tiene dos anaqueles para que los estudiantes guarden sus pertenencias y no estorben en las mesas de trabajo durante las prácticas.
2. Se tienen dos mesas de trabajo de 1.5m de ancho por 8.0m de largo c/u.
3. La cantidad de bancos por mesa es de 12, dándonos un total de 24 para el total del laboratorio.
4. Se cuentan con distintas medidas de seguridad tales como: extintores, botiquines de primeros auxilios, lava ojos y regadera de emergencia.
5. Las cabinas de flujo laminar están ubicadas juntas en una esquina del laboratorio.
6. En cuanto a los hornos tenemos uno ubicado al costado de un refrigerador del lado de las cabinas de flujo laminar, y el otro del lado opuesto del laboratorio.
7. Las dos autoclaves se encuentran juntas del lado de este último horno.

Fig 2.10 Tabla 5. Simbología plano de laboratorio.

Fig 2.11 Imagen 2. Planta Laboratorio de cultivo de hongos (Equipo, Mobiliario y Objetos).



## Cabina de flujo Laminar

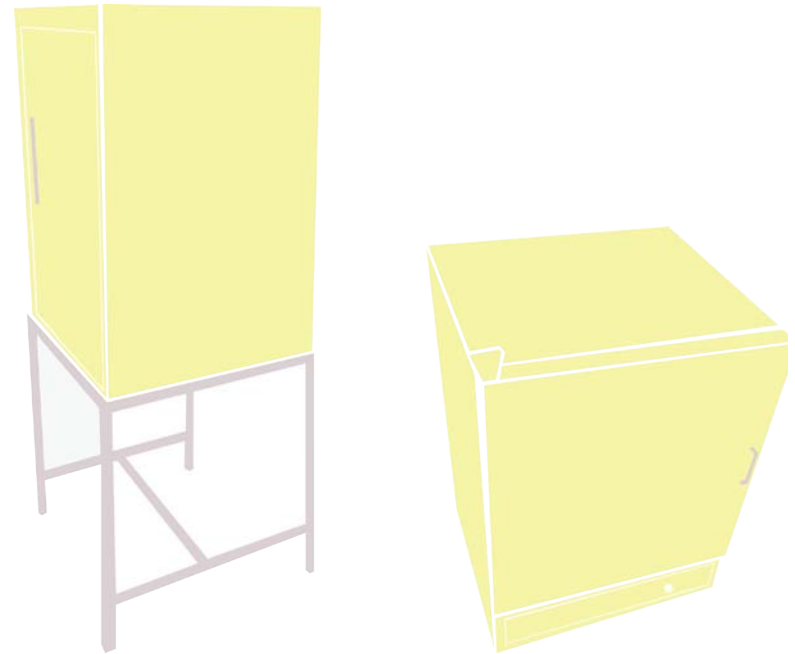
Dentro de esta cabina se pueden manipular las esporas en un ambiente controlado para evitar su contaminación, pueden ser esporas compradas exprofeso para cultivos o se pueden obtener de un hongo directamente, por fuera está fabricada en acero laqueado e internamente por acero inoxidable, la estructura es de perfil tubular rectangular (PTR) de acero laqueado y tiene una tapa frontal de vidrio para observar y un controlador de luz ultravioleta (UV) para esterilizar el interior.



Largo X Ancho X Alto  
60 X 60 X 180cm

## Hornos - Bajo / Alto

Existen dos tipos de hornos, uno montado sobre una estructura de perfil tubular rectangular (PTR) de 1 metro de altura y otro colocado directo al nivel del piso, en ambos casos el cuerpo estructural están fabricados en lámina de acero laqueado maquinado mediante un proceso de troquelado, como aislante en el interior se emplea espuma de poliuretano.

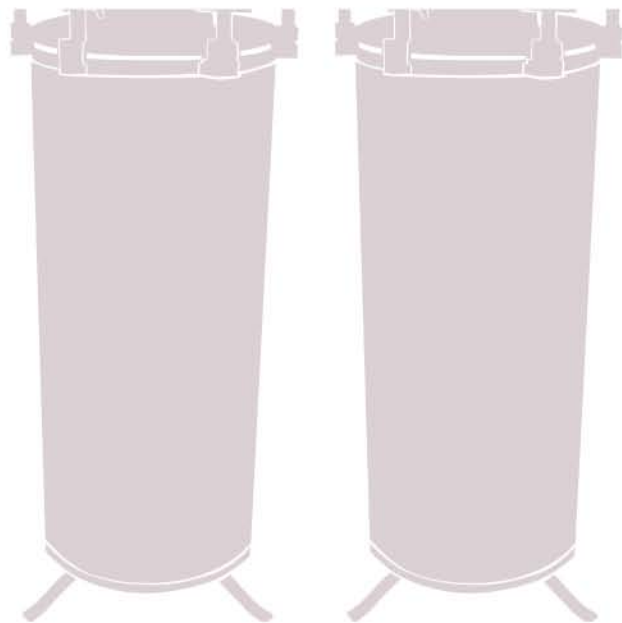


Alto  
Largo X Ancho X Alto  
50 X 50 X 170cm

Bajo  
Largo X Ancho X Alto  
50 X 50 X 70cm

## Autoclave

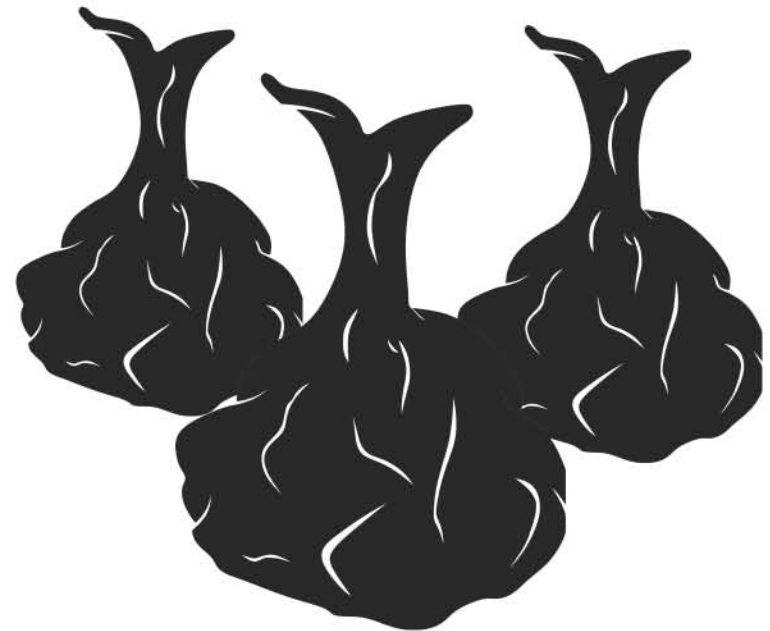
Las autoclaves presentes en el laboratorio sirven fundamentalmente para esterilizar, fabricada en su totalidad en acero inoxidable cuenta con piezas de procesos sencillos como rolado y otros más elaborados como al fundición.



Largo X Ancho X Alto  
40 X 40 X 110cm

## Vaciado del sustrato

La bolsa de polietileno en color negro se usa para transportar las esporas con el sustrato, el principio básico es que el color impide el paso de la luz y permite proteger el sustrato colonizado durante la etapa previa a la incubación .



Dimensiones Generales  
Variables

## 2.2.4. Descripción Actividades

Describir las actividades nos ayudará a analizarlas y llevar a una valoración a las problemáticas observadas para plantear soluciones a las mismas.

Actividad	Descripción
1.Obtención de esporas	<p>La práctica comienza con las esporas este proceso se lleva a cabo dentro de la cabina de flujo laminar, esta cabina se activa con interruptores en el copete de la misma, se cuenta con dos, uno para prender la luz UV y otro para activar el filtro purificador de aire, ambos están ubicados en el extremo superior derecho para adaptarse a la mayoritaria población diestra y a una altura apropiada para visualizarlos, fabricados en baquelita evitan la transmisión de calor. Es necesario poner en funcionamiento ambos al comienzo de la práctica, las esporas pueden ser compradas exprofeso o retiradas dentro de la cabina de flujo laminar directamente trozando un hongo, para manipularlas se requiere usar cubrebocas y guantes de látex, una vez obtenidas las esporas se colocan sobre un sustrato como lo puede ser el Agar también llamado PDA (Papa Dextrosa Agar) o algún otro sustrato de compuesto orgánico dentro de un frasco de vidrio, posteriormente se tapa el frasco para aislar el contenido y se procede a apagar la cabina.</p>
2.Colonización del sustrato	<p>Teniendo el frasco sellado con esporas y sustrato dentro se procede a introducirlo a alguno de los dos hornos del laboratorio, estos hornos no cuentan con ningún tipo de ventana ya que en esta etapa las esporas no deben permanecer expuestas a la luz, permanecerán dentro del horno durante 10 días, sin luz y a una temperatura de 28°C (La temperatura y tiempo varían de acuerdo al tipo de hongo, en este caso es uno de la especie pleurotus). Pasado este tiempo se sacan los contenedores y se observa si fueron colonizados, esto se percibe a simple vista y gracias a las paredes transparentes del frasco; si el sustrato tiene un cambio de color y se le forma un moho o membrana encima significa que fue colonizado, si el sustrato se ve igual a como cuando fue introducido</p>

## Usuarios

Estudiantes



\*La actividad se puede realizar tanto de pie como sentado.

## Equipo

Cabina de flujo laminar  
Frascos de vidrio  
Sustrato  
Esporas  
Cuchara  
Guantes de látex  
Cubrebocas  
Bata de laboratorio

## Fotos



Estudiantes



\*El horno bajo tiene 70cm de altura y esta colocado a ras de piso.

Hornos  
(Alto / Bajo)  
Frascos de vidrio con  
muestras





Actividad	Descripción
3. Aislamiento para Incubación	<p>Finalmente el sustrato se vacía a una bolsa negra con materia orgánica, para que cada usuario la transporte a un lugar que considere apropiado para el crecimiento del hongo, regularmente se aconseja que detrás de un refrigerador casero es un lugar óptimo. En este punto es donde se rompe el método científico y es aquí encontramos la principal problemática dentro del laboratorio que se puede solucionar mediante un proyecto de Diseño Industrial; el proceso que se debe de realizar para continuar de una manera más correcta sería vaciar el sustrato colonizado en una charola, generando una capa que tenga aproximadamente dos dedos de alto, posteriormente colocar una capa de vermiculita de 0,2" de altura (esta materia orgánica fungirá como alimento para el hongo), introduciendo finalmente la charola en una cámara con temperatura y humedad controlable y paredes transparentes para poder observar el proceso de incubación hasta su término y poder analizarlo.</p>
4. Esterilización de insumos	<p>Todos los insumos que se usan durante las prácticas se esterilizan antes y después de usarlos, para así cumplir con la normativa de higiene y esterilización del laboratorio. Este proceso se realiza con alguna de las dos autoclaves o la olla express hirviendo los insumos directamente.</p> <p>Para usar la autoclave, esta se llena de agua hasta el nivel deseado, y al ras de esta se coloca la base que soportará los insumos a esterilizar, se procede a cerrarla y fijarla mediante los seguros en su tapa para posteriormente adecuar la temperatura mediante un controlador en la base de la misma, Los datos internos son dados por un manómetro ubicado en la tapa de la autoclave.</p>

Usuarios	Objetos	Fotos
Estudiantes	Bolsa de polietileno (Regularmente colocada detrás de un Refrigerador de casa)	
<p>Estudiantes</p>  <p>*Las autoclaves tienen una altura adecuada (110cm)</p>	Autoclave Ólla Express Insumos a esterilizar	 

## 2.3 Problemática

Ya habiendo observado el proceso de cultivo de hongos dentro del Laboratorio se debe valorar en qué aspectos dentro del mismo se enfocará el proyecto, para diseñar o rediseñar los elementos que requieren mayor atención:

### Paso 1 Obtención de las esporas

La cabina de flujo laminar no presenta mayor problema, con ella se logra el fin de tener un ambiente estéril con correcta visualización y permite que usuarios con distintas características antropométricas puedan trabajar tanto de pie como sentados.



### Paso 2 Colonización en el sustrato

En el caso de los hornos, no se aprovecha el espacio en uno y se tiene que adoptar una postura incómoda para acceder al otro, a la vez de que en ninguno hay rotulación alguna para evitar confundir muestras y al tener sólo una puerta, dichas muestras se deben de introducir en un único viaje.



### Paso 3 Aislamiento para Incubación

En este paso nos encontramos con la principal problemática, no existe un elemento adecuado para realizar la incubación de los hongos correctamente, poder observarlos y analizarlos con los fines didácticos del Laboratorio.



### Esterilización de los insumos

En cuanto a la esterilización previa y posterior de los frascos, cajas de petri y espátulas de laboratorio no existen mayor dificultad, la autoclave cuenta con los elementos necesarios para realizar correctamente dicho paso.

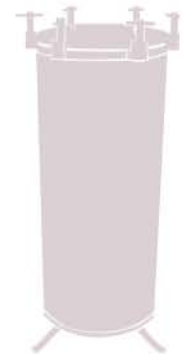


Fig 2.12 Tabla 6. Descripción de problemáticas detectadas.

## 2.4 Definición - Proyecto

Partiendo de los elementos que se requieren diseñar o rediseñar, cabe mencionar que el proceso de obtención de espora se realiza adecuadamente en la cabina de flujo laminar, por lo tanto nos centraremos en rediseñar un horno de colonización, con el cual se pueda llevar a cabo el proceso de una manera óptima y adecuada a los principios didácticos que propone el curso y diseñar un elemento para aislar las muestras ya colonizadas e incubarlas para poder realizar un análisis durante el crecimiento de los hongos.



El horno alto presenta un gran desperdicio de espacio en su base, no cuenta con rotulaciones y no propone algún orden para insertar las muestras.

Dimensiones Generales (cm)

50 X 50 X 170



El horno bajo tiene un acceso incómodo, además de que al tener sólo una puerta, las muestra se tienen que insertar en una sólo fase.

Dimensiones Generales (cm)

50 X 50 X 70

La bolsa de polímero no es un insumo adecuado para realizar dicho proceso.

Fig 2.13 Tabla 7. Equipos a Diseñar y Re-diseñar.

## Objetivo General

Diseñar un sistema modular que integrará horno y cabina de incubación para la realización de los procesos de colonización e incubación dentro del Laboratorio de cultivo de hongos de la Facultad de Ciencias de la UNAM, que ayude a realizarlos de manera sistemática y adecuada a los fines didácticos de la institución.

## 2.5 Análisis - Productos Análogos

En la búsqueda de realizar un análisis de sistemas ya existentes o similares a lo propuesto a diseñar, esto para detectar aciertos y desaciertos en los mismos, se encontró que no existen sistemas 100% diseñados para el campo al que nos dirigimos, ni a la escala requerida. Debido a esto dicho análisis se realizó en equipos que presentan componentes que pueden llegar a ser útiles para el proyecto.



## Cámara de estabilidad con humedad y temperatura regulable

Construida internamente en acero inoxidable electropulido y 100% reciclable, superficies internas lisas e higiénicas, para proporcionar un riesgo reducido de contaminación, carcasa externa construida en acero inoxidable texturizado, fondo de carcasa hecha en acero galvanizado.

El panel de control muestra todas las funciones en una pantalla luminosa e intuitiva

Sistema de humidificación regula el porcentaje de humedad por medio de un generador de vapor, que vaporiza el agua dosificadamente. La ventilación interna, sin turbulencias, crea una atmósfera estable y homogénea.

Contiene 2 bandejas de acero inoxidable de 560 x 300mm

Dimensiones internas:

560 x 480 x 400mm

(ancho x alto x profundidad)

Dimensiones externas:

710 x 778 x 550mm

(ancho x alto x profundidad)

4 Aletas para bandejas (Incluye 2 bandejas de acero inoxidable de 560 x 300mm)

Consumo eléctrico: 1000W

Peso neto: 70kg



Dimensiones

Jaladera

Puerta

Espacio Interno

Efectividad

Limpieza

Fig 2.14 Tabla 8. Estudio Horno de Laboratorio. (Actual y pág. siguiente)

	ACIERTOS	DESACIERTOS
Dimensiones	El volumen que ocupa de 120X160X70cm se puede adaptar a varios contextos	-
Jaladera	Se puede manipular comodamente la puerta debido a la correcta ergonomía de la jaladera.	-
Puerta	El empaque en el cierre de la puerta garantiza hermeticidad.	-
Espacio Interno	Se tiene un área de 80X120X50cm y rejillas móviles para modularla y adaptarla a las muestras a introducir.	No existe una manera de rotular para proponer un orden.
Efectividad	Visibilidad al interior adecuada y un rango alto de control de temperatura.	Sólo existe una puerta par insertar muestras.
Limpieza	El acero inoxidable de la estructura y el vidrio de la puerta son materiales anti-bacteriales.	-



## Germinador de temperatura y humedad cámara de prueba

Máquina de prueba de la resistencia del calor, frío, seco y humedad en diferentes materiales, con ventana para observar el proceso, iluminación interna, incluye sistema de mojado con separación de los circuitos, sistema de controladores y pantalla LCD. Fabricado en acero inoxidable de SUS 304.

Fabricante LIXIAN

Pruebas de calidad en:  
Plástico,  
Aparatos eléctricos,  
Instrumentos,  
Alimentos,  
Medicamentos.

Dimensiones

Internas (en cm)

Ancho-Alto-Profundidad

40-50-40

Rango de temperatura de

10 a 150°C



Dimensiones

Modo de apertura

Puerta

Espacio Interno

Efectividad

Limpieza

Fig 2.15 Tabla 9. Estudio Cámara de prueba. (Actual y pág. siguiente)

## ACIERTOS

## DESACIERTOS

Dimensiones

Está pensado para ser usado en pruebas de calidad de diversos productos.

Sus dimensiones generales duplican el área de inserción de muestras

Modo de apertura

Elemento de plástico que funge como jaladera que aísla la temperatura y evita quemaduras. El abatimiento a la izquierda previene el obstruir la visibilidad de los controladores.

-

Puerta

Tiene cierre hermético y la forma se adapta al volumen general del sistema.

Únicamente hay una puerta, sólo se puede realizar una prueba a la vez.

Espacio Interno

El necesario para cierto tipo de pruebas

-

Efectividad

Un rango de control de temperatura de entre 10 a 150 °C

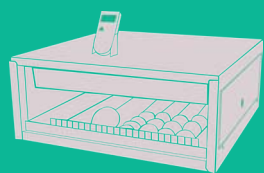
Dicho rango de temperatura es ineficiente para pruebas en ciertos materiales que soportan rangos más altos.

Limpieza

El acero inoxidable y el cristal son materiales anti-bacteriales.

-





## Incubadora para 49 huevos

Mod: PIO-PIO 49 AVI

Cabina para incubación de huevos aislada térmicamente y hecha de paneles de espuma de PVC rígido (a base de 95% de PVC reciclado y el 5% restante blanco de PVC virgen) solución que ahorra 7kg de CO<sub>2</sub> por metro cuadrado de construcción de paneles y el aislamiento permite ahorrar electricidad) Perfiles de aluminio Puerta transparente de plexiglás cantado en aluminio

230V AC

Capacidad para el tipo de huevos (no todos al mismo tiempo)

Pollo - Pato: 56

Faisán: 64

Codorniz: 150

Pernice: 105

Ganso-Pavo real: 25



Controlador

Visibilidad

Efectividad

Ecología

Materiales

Espacio Interno

Fig 2.16 Tabla 10. Estudio Incubadora. (Actual y pág. siguiente)

	ACIERTOS	DESACIERTOS
Controlador	Termorregulador de alta precisión electrónica, Termómetro LCD de alta precisión y visualización local de gran tamaño, lectura seleccionable de la escala en grados centígrados.	Al estar suelto existe riesgo de que se caiga.
Visibilidad	La puerta tiene una pared de plexiglás transparente canteado en aluminio que permite observar el proceso.	La incubadora debe estar sobre una base y a cierta altura para poder observar el proceso.
Efectividad	La cabina está aislada térmicamente y hecha de paneles de espuma de PVC rígido.	-
Ecología	Los paneles son 95% de PVC reciclado y el 5% restante en el exterior PVC blanco virgen, esta solución ahorra 7kg de CO <sub>2</sub> por m <sup>2</sup> de construcción de paneles y el aislamiento le permite ahorrar electricidad.	-
Materiales	Perfiles de aluminio, Plexiglas y PVC.	-
Espacio Interno	El espacio se puede aprovechar para diferentes tipos de huevos a incubar.	No hay división de áreas. Ni rotulación de muestras.

## 2.6 Requerimientos

Tomando como base el análisis de la investigación realizada en el apartado de la descripción de actividades (pág. 52), se comienza a gestar la conceptualización de la propuesta a diseñar, esto a partir de la generación de los requerimientos pertinentes que irán delimitando las características que tendrá el proyecto a diseñar, los requerimientos se realizaron en dos grupos los referidos como generales que son aplicables a todo el proyecto y los específicos por cada área, es decir los hornos de colonización y cabinas de incubación.

### Requerimientos Generales

El sistema integrará al menos un horno de colonización y una cabina de incubación.

Se minimizarán las áreas vacías generando un aprovechamiento de espacio evitando el desperdicio del mismo.

El material usar debiera proveer al sistema una textura lisa que evite la acumulación de bacterias y facilite su limpieza.

Tendrá una profundidad de 60cm para adaptarse a la profundidad de los sistemas in situ.

Deberá haber una simplicidad y unidad en sus formas para facilitar la interacción con el usuario.

El sistema debe de tener los controladores de fácil acceso.

Tendrá frascos y contenedores graduados.

El sistema no tendrá una altura mayor a 170cm.

Contará con varias áreas de almacenaje con su respectiva puerta.

Tendrá controladores de temperatura e indicador de la misma con dimensiones que faciliten la operación del sistema.

El o las áreas de controladores tendrán opción a ser removidas para poder dar mantenimiento al sistema de manera eficaz.

Los controladores se encontrarán en un área que minimice el riesgo de contacto con el área de refill del contenedor de agua.

Constará de rotuladores que indiquen un orden definido por los equipos de estudiantes.

Los controladores deberán formar parte de la estructura para evitar su extravío.

En los elementos que fungan como jaladeras se considerará un aislamiento térmico.

El rango de temperatura oscilará entre los 10 y los 100°C.

## Requerimientos Hornos

Estarán aislados de la luz.

Contará con varias divisiones para proponer un orden en el proceso.

Cada área de almacenaje deberá de tener un espacio que permita alojar 6 frascos de 500ml.

Las áreas de almacenaje del o los hornos tendrán que quedar totalmente selladas.

Se deberá garantizar el aislamiento térmico para el ahorro de energía.

El calor emitido en los hornos se focalizará de tal forma que beneficie al proceso.

Los controladores se ubicarán al contrario del abatimiento de las puertas, para evitar obstrucciones.

La altura en la que se encontraran será a más de 50cm sobre el nivel de piso.

Los controladores deberán de estar ubicados a la derecha para facilitar su manipulación.

El display de temperatura se encontrará por encima de la perilla reguladora, para su correcta visualización.

## Requerimientos Cabinas de Incubación

El área de incubación deberá ser observable pero sin afectar la hermeticidad de la misma.

Deberá tener un diseño de charolas apropiadas para el proceso.

Se deberá tener acceso al contenedor de agua para su limpieza.

El área de incubación debe de contar con varias rejillas para continuar con la separación y ordenamiento de los frascos salidos de los hornos.

Cada rejilla no deberá exceder una superficie mayor a 60 cm X 60 cm.

La cámara de incubación tendrá un rotulador para indicar la pertenencia de cada muestra.

Deberá tener paredes o tapas transparentes que permitan ver el área de incubación pero que impidan la contaminación de la misma.

Los controladores tienen que estar ubicados en un lugar de fácil acceso y a una altura que abarque entre 100 y 150cm para su fácil visualización.

Las charolas para transporte de material tendrán que ser de un material que evite su contaminación y no deben de ser mayores a 60 cm X 30 cm.

## 2.7 Simulador 1:1

La construcción del simulador 1:1 presentó los resultados que se buscaban, al usar consideraciones ergonómicas basadas en la antropometría del usuario se logró que SIMOFU se adaptará al usuario y no al contrario.

Aspectos como altura de ambas áreas (Colonización e Incubación) resultaron las adecuadas para su fácil acceso, manipulación de muestras para su inserción, así como una altura adecuada para la observación de las muestras durante la etapa de incubación. En cuanto a la operación de los controladores se verificó que su ubicación en el extremo derecho facilita su operación así como el colocar el refill de agua del lado contrario previene accidentes por derrame.

Por otro lado se analizó formalmente la estructura, armado y producción a nivel industrial de SIMOFU, en este apartado se realizaron modificaciones en la apertura de las puertas de los hornos para el diseño final, a la vez de que se optó por usar paredes rectas y sin curvas en las tapas superiores.



Simulador realizado en:  
Cartón corrugado de pared  
sencilla, cartulina Brite  
Hue y PVC.

**SIMOFU**  
Medidas Generales  
50cm X 60cm X 145cm





## Epílogo Capítulo

Finalmente con toda la información recaudada, es fácil percibir que son varios los elementos que se pueden mejorar mediante una intervención del Diseño Industrial.

Esto no solamente con aplicaciones de ergonomía y realizando una valoración del perfil del usuario, sino en cuestiones que afectan directamente al proceso de fungicultura, como lo son el evitar el uso de insumos inadecuados e improvisados, proponiendo nuevos elementos que los sustituyan a la vez de poder generar un sistema que tenga un mejor ordenamiento de sus partes, logrando así realizar el proceso de manera sistemática y correctamente.

De manera similar el contexto nos presenta diversas cuestiones a considerar, las cuales determinaran aspectos formales y de función según sea el caso, en los cuales encontramos analisis de circulación y proporción del sistema a diseñar, pensando en la cantidad de usuarios y experimentos, esto para poder plantear una propuesta modular que puede ir creciendo según el numero de sistemas a emplear e inclusive adaptarse de esta manera a otros contextos.









S I S T E M A  
M O D U L A R  
D E  
F U N G I C U L T U R A



S I M O F U

# S I M O F U



SIMOFU o Sistema Modular de Fungicultura es un equipo diseñado para la colonización e incubación en el proceso de cultivo de hongos, cuenta con dos hornos para colonización y dos cabinas de incubación, en los que el usuario controlará mediante perillas y paneles las condiciones para cada proceso. En los hornos se tiene un espacio para que el o los usuarios experimenten con 12 muestras de 500ml en cada uno. Dentro de las dos cabinas de incubación el usuario proseguirá con el crecimiento de los hongos controlando, observando y analizando el proceso hasta su etapa final.

Está fabricado en acero inoxidable austenítico tipo 316 con acabados lisos que lo proveen de limpieza y hermeticidad para el laboratorio, las tapas de vidrio templado y curvado en el área de observación garantizan su aplicación en el campo de la investigación y experimentación de fungicultura.



### 3.1 Concepto de Diseño



SIMOFU es un sistema diseñado para realizar los procesos de colonización e incubación de hongos, de manera eficaz y basada en procedimientos didácticos, de experimentación e investigación, se divide en tres áreas: hornos, cabinas, y estructura.

Los hornos de colonización ubicados en la parte baja del sistema aprovechan el espacio inferior de la misma, sin quedar a una altura incómoda o de difícil acceso, a la vez de que sus dimensiones se adaptan a la práctica optimizando áreas de trabajo y generando un ahorro de energía.

Por su parte las cabinas de incubación se localizan en la parte superior, en un área de mayor visibilidad y mejor iluminación, cuentan con rotulación y el área necesaria para continuar el proceso de las muestras ya colonizadas y poder observar el proceso de crecimiento de hongos.

La estructura es de Perfil Tubular Rectangular y genera el esqueleto de un sistema que parte formalmente de un prisma rectangular truncado en su parte superior, la dimensiones generales se basan tanto en medidas antropométricas de la relación entre un usuario y el área de trabajo así como en la estandarización de medidas en relación a otros sistemas y aprovechamiento de espacios.

Finalmente y partiendo de sus dimensiones SIMOFU se puede adaptar a distintos contextos y variadas necesidades gracias a su diseño modular.





## 3.2 SIMOFU

### 3.2.1. HORNOS DE COLONIZACIÓN

Una vez obtenidas las esporas dentro de la cabina de flujo laminar y aisladas en un frasco con sustrato, el usuario introduce estos en los hornos de SIMOFU, que será donde se consiga la colonización de las esporas

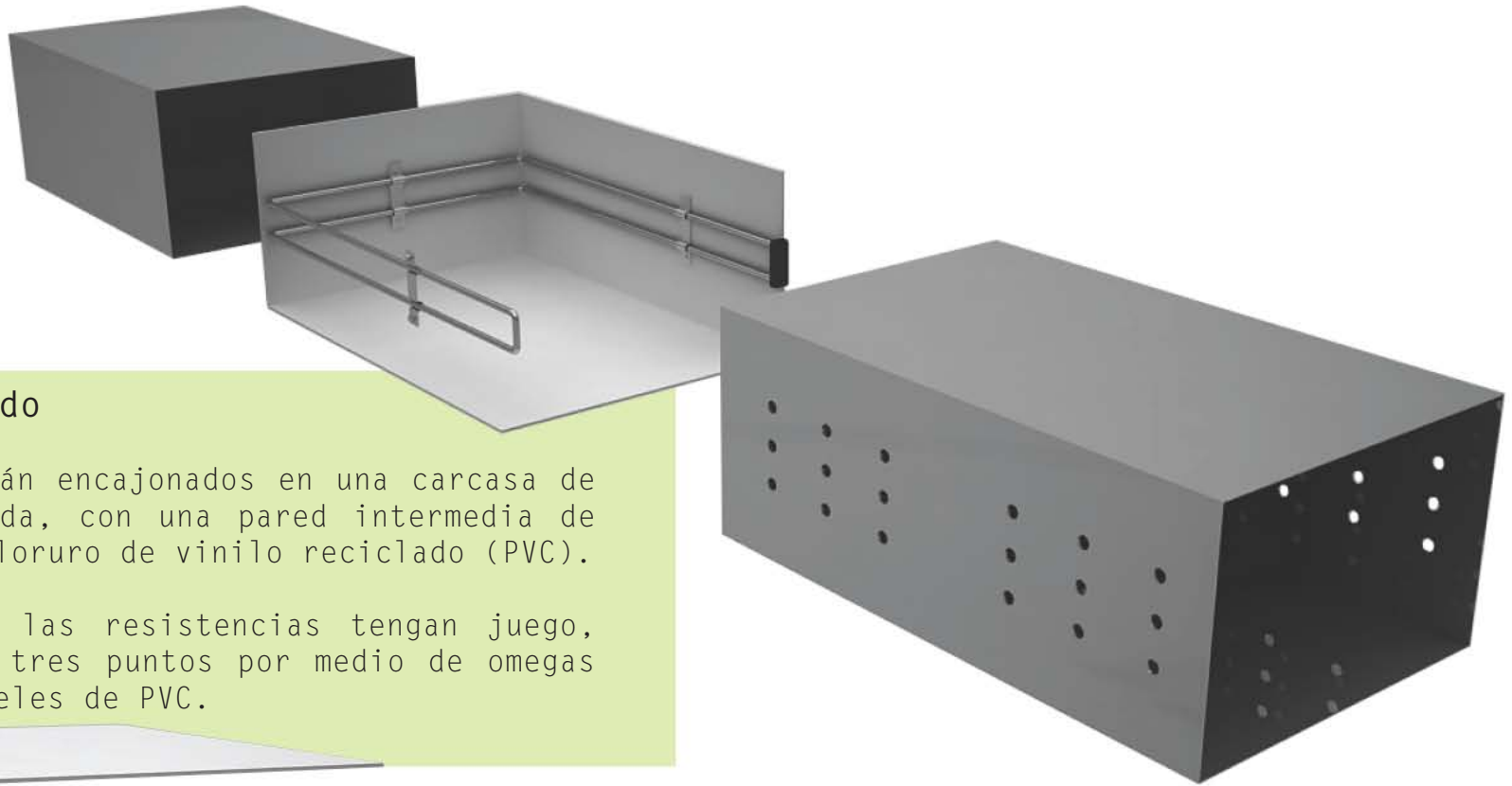


Las dimensiones internas de cada uno de los hornos son de 18 X 28 X 40 centímetros, generando un área de 20,160cm<sup>3</sup>, calculado para poder alojar 6 frascos de 500ml c/u, y los rotuladores ayudan a proponer un orden en el proceso.



Esto partiendo de que en el Laboratorio de Hongos de la Facultad se tienen por lo regular 24 alumnos al realizar las prácticas, por lo cual se realizan cuatro equipos de 6 personas cada uno.

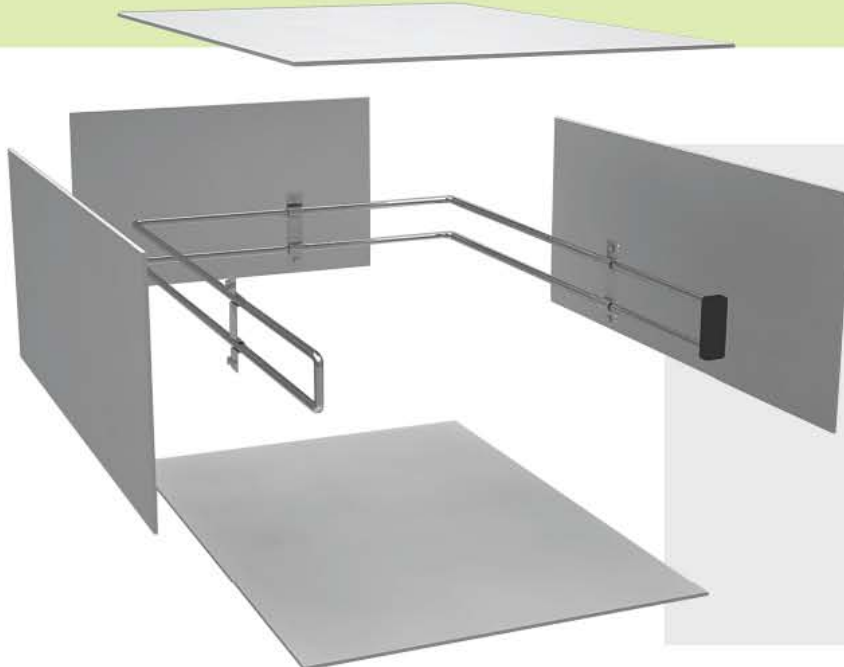
Después de insertar los frascos en alguno de los hornos, el usuario cierra las puertas, las cuales se mantienen cerradas con la ayuda de imanes en la periferia de la misma, a la vez de que cuenta con un canto de neopreno en los marcos de las mismas, para disminuir la transferencia de calor hacia la manija.



## Pared PVC Rígido

Ambos hornos están encajonados en una carcasa de lámina galvanizada, con una pared intermedia de paneles de policloruro de vinilo reciclado (PVC).

Para evitar que las resistencias tengan juego, esta se fija en tres puntos por medio de omegas dobles a los paneles de PVC.



Aún con la cercanía entre la resistencia y los paneles de PVC, el calor generado no altera la composición del polímero, debido a que las temperaturas requeridas en el proceso de fungicultura se encuentran muy por debajo de las altas temperaturas que requiere el policloruro de vinilo, para entrar en estado plástico.

## Controladores

El usuario procede a regular la temperatura a través de una perilla y tanto la temperatura como la humedad pueden ser checadas en el display independiente de cada horno.



## Circuitos Hornos

La temperatura necesaria para la colonización es proporcionada en cada horno, por una resistencia en forma de grapa que abraza al mismo.



El calor pasa por orificios en las paredes laterales de los hornos, evitando calentar así la base que soporta directamente los frascos y la tapa superior, ayudando así a tener una distribución de calor más homogénea para que el usuario consiga que los las esporas colonicen el sustrato.

EXPLOSIVA  
HORNOS DE  
COLONIZACIÓN

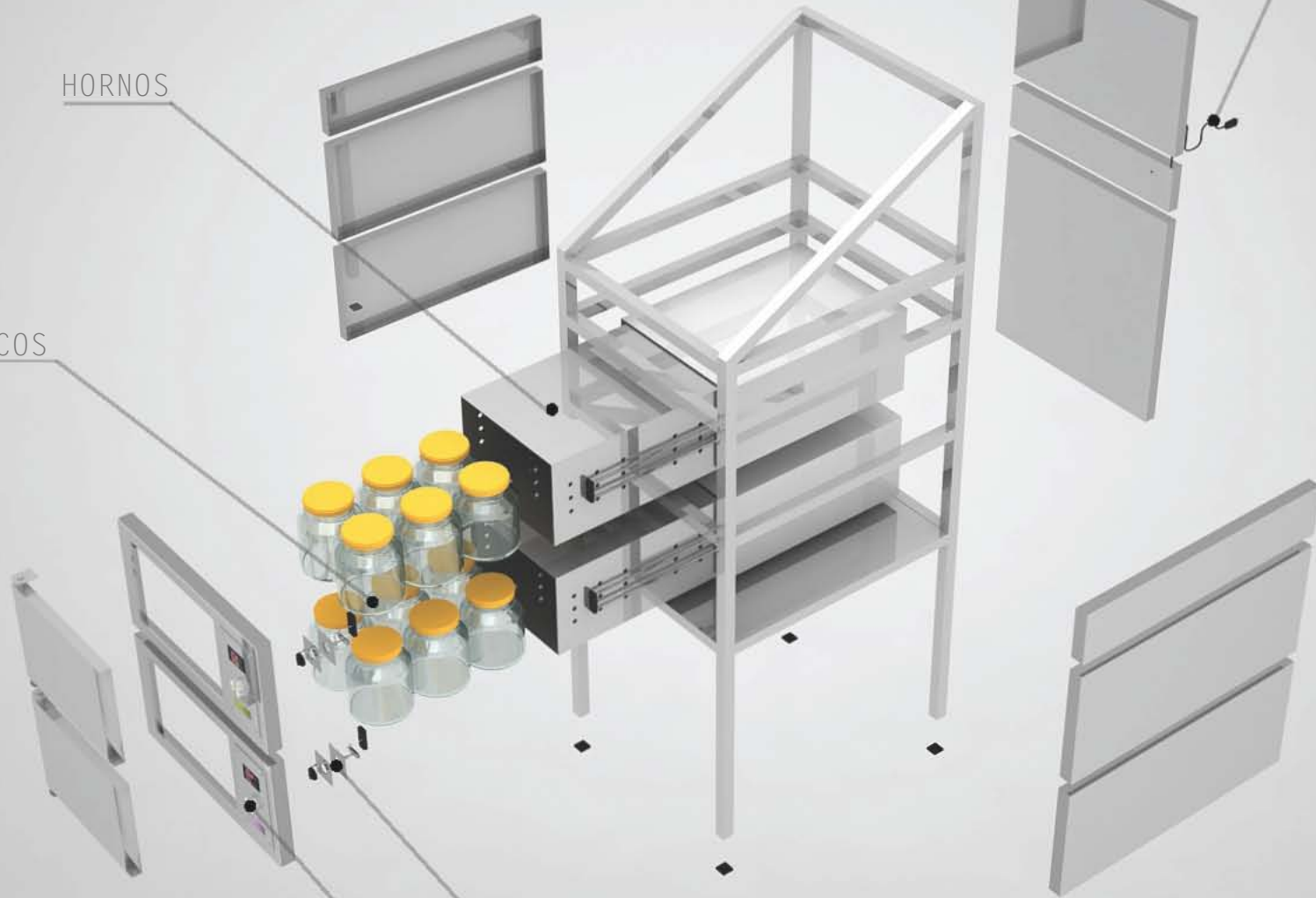
ALIMENTACIÓN

HORNOS

FRASCOS

CONTROLADORES

CIRCUITO



## 3.2.2. CABINAS DE INCUBACIÓN

Posteriormente en usuario moverá las muestras que logren ser colonizadas a la cabina de incubación, para esto las vaciará sobre charolas y las colocará en algún entrepaño de la rejilla de las cabinas de SIMOFU.

### Rejilla

Dentro de la Cabina de Incubación la rejilla permitirá que se creé el ambiente idóneo para la incubación de los hongos, producida en acero inoxidable austenítico tipo 316 para garantizar la limpieza en la zona, dicha rejilla cuenta con orificios que disminuyen gradualmente su diámetro en sentido a una ligera inclinación, esto para garantizar que el vapor generado debajo se distribuya uniformemente, al cerrar las tapas.

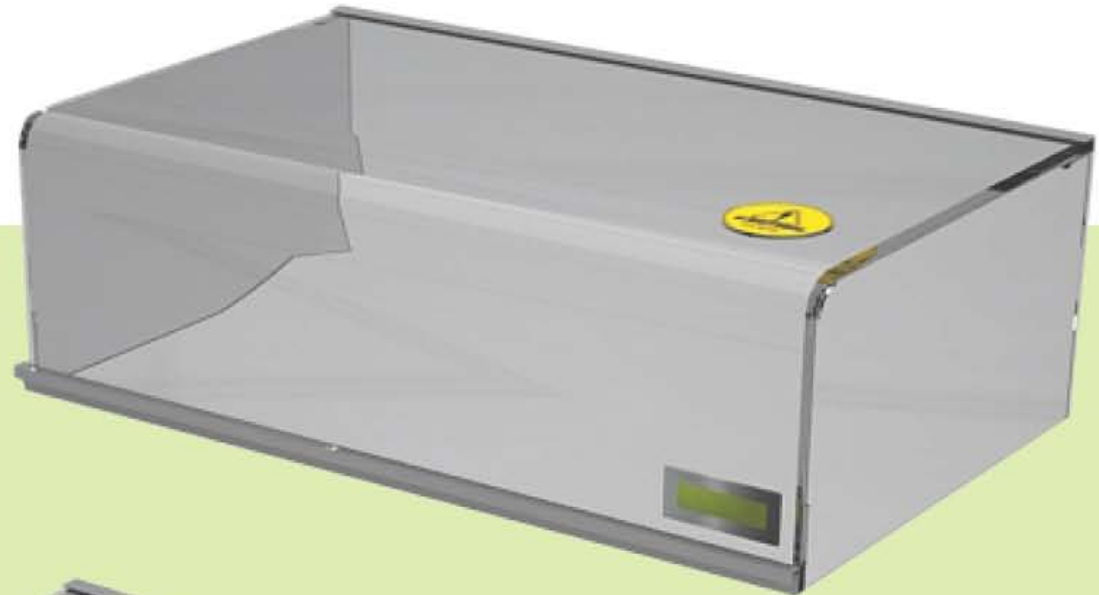


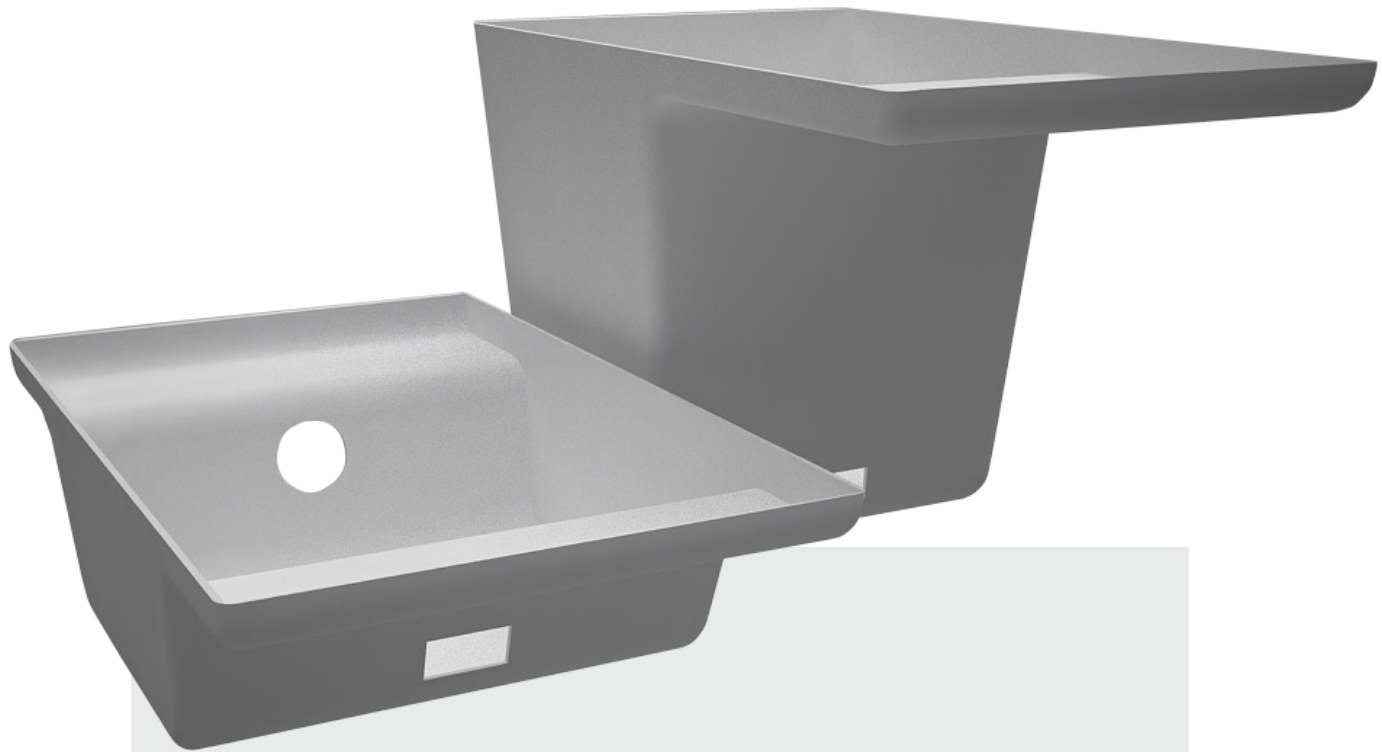
## Tapas de Vidrio Curvado Templado

Ambas tapas están fabricadas en vidrio curvado transparente, para que el usuario pueda observar las diferentes fases del crecimiento de los hongos y están templadas por seguridad para prevenir en caso de ruptura por un accidente.

Las tapas se encuentran sujetas a la estructura mediante una bisagra de acero inoxidable que permite que el usuario las abata tanto para introducir las muestras como para retirarlas y en el lado opuesto una manija del mismo material permite el medio de agarre.

Finalmente por el canto interno en contacto directo con la rejilla, se tiene un empaque de cierre hermético de neopreno flexible, cada tapa cuenta con su rotulador y etiqueta de advertencia pertinente.





## Contenedor de Agua

La humedad y temperatura de la Cabina de Incubación se genera a través de un contenedor de agua con una resistencia independiente para cada sección, el usuario puede controlarlas con unas perillas de manera semejante a los hornos, para llenar este contenedor el usuario únicamente tiene que retirar la tapa frontal y vaciar desde algún recipiente el agua, el refill de agua no es necesario cambiarlo en cada práctica ya que el vapor que produce la humedad al regresar a estado líquido no tiene contacto directo con algún contaminante y en cuanto sea necesario cambiar el agua y realizar una limpieza de mantenimiento el usuario puede retirar las charolas traseras con ayuda de una llave Allen para sacar ambos contenedores.

## Panel

En el Panel de las cabinas el usuario tiene acceso a tres elementos sustanciales:

+ Boquilla para rellenar el contenedor de agua y generar el vapor de la cabina de incubación.

+ La placa insignia del sistema.

+ Los rotuladores, perillas y pantallas para controlar las condiciones de las cabinas.





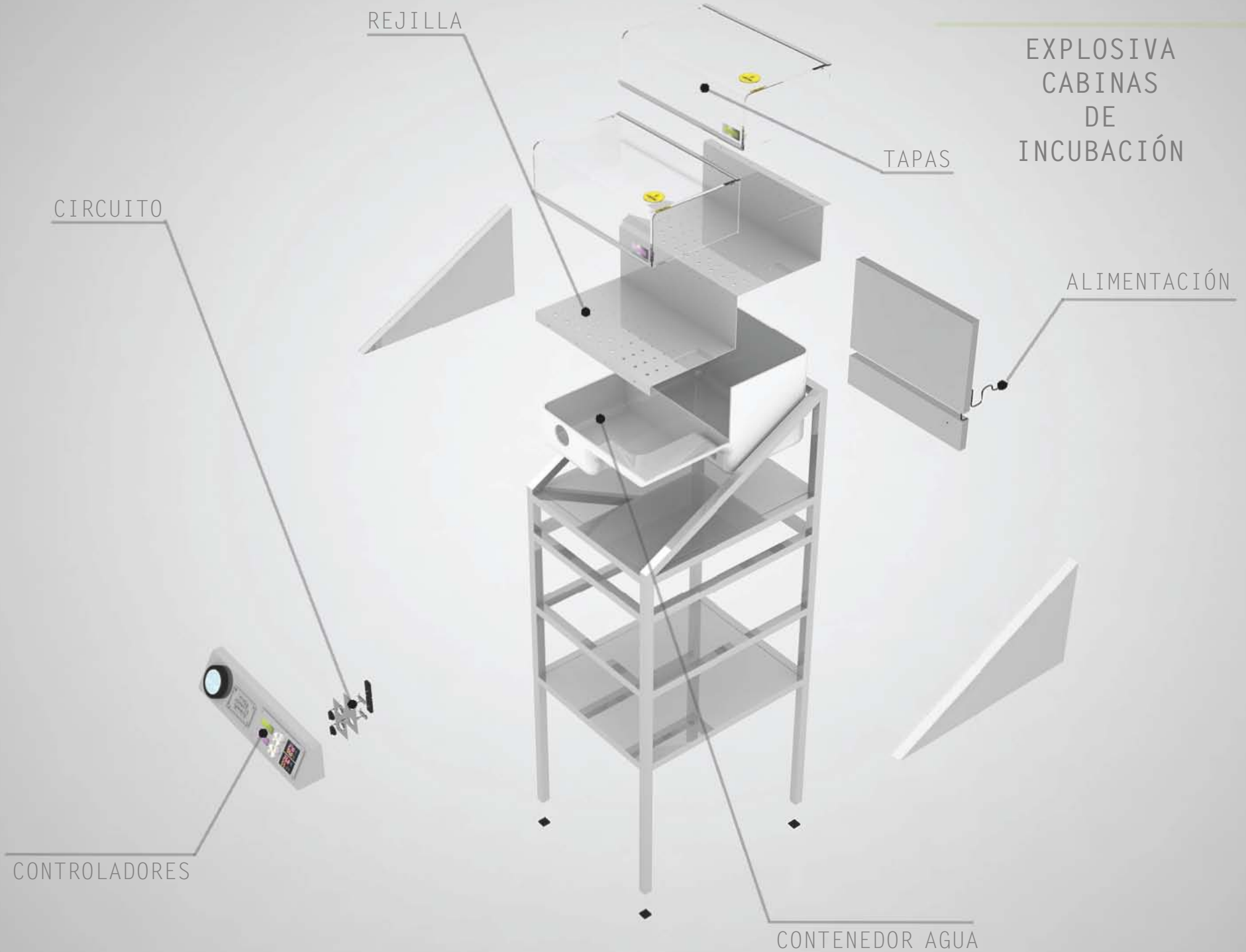
## Circuitos Cabinas

Hay dos Resistencias independientes conectadas por circuito, esto considerado por si el usuario desea experimentar con distintas variaciones de temperatura y humedad por cabina. La capacidad de cada contenedor es de 5L y ambos comparten la boca de llenado mediante una manguera que se bifurca hacia cada uno.

El Contenedor esta realizado en una lámina de policloruro de vinilo (PVC) de 3mm virgen, termoformada en un molde de MDF.

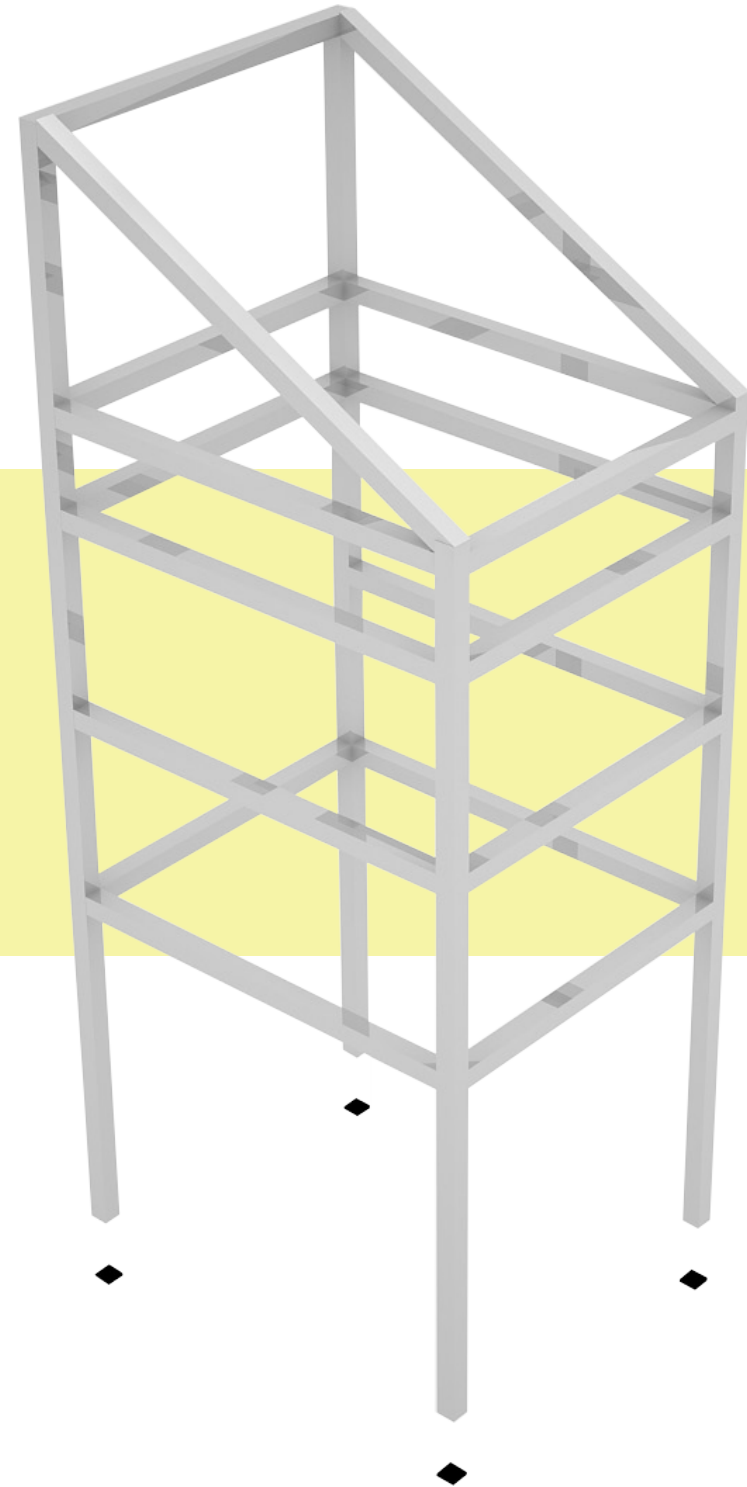


EXPLOSIVA  
CABINAS  
DE  
INCUBACIÓN



### 3.2.3. ESTRUCTURA

La estructura principal está conformada por perfiles tubulares rectangulares (PTR) de 1" de acero inoxidable austenítico tipo 316, soldados con soldadura MIG (Microalambre) y barrenados en distintos puntos para fijar las charolas del sistema mediante tornillos Allen de 1/4"; cada una de las patas cuenta con un regatón de polímero para evitar el roce del sistema con el piso del contexto. Al momento de ser colocado en su contexto SIMOFU puede ser transportado por dos personas y asirse de su base.



# SIMOFU

Se compone por tres áreas principales contando cada una con sus respectivos elementos.

## HORNOS

Proceso de Colonización

- Hornos
- Puertas
- Cubiertas
- Paredes PVC Reciclado
- Controladores
- Circuitos
- Charolas acero inoxidable
- Rotuladores
- Frascos

## CABINAS

Proceso de Incubación

- Rejilla
- Contenedores de agua
- Tapas de vidrio
- Bisagras
- Agarraderas
- Controladores
- Circuitos
- Charolas acero inoxidable
- Rotuladores
- Charolas de laboratorio

## ESTRUCTURA

Soporte de Áreas

- PTR 1"
- Regatones

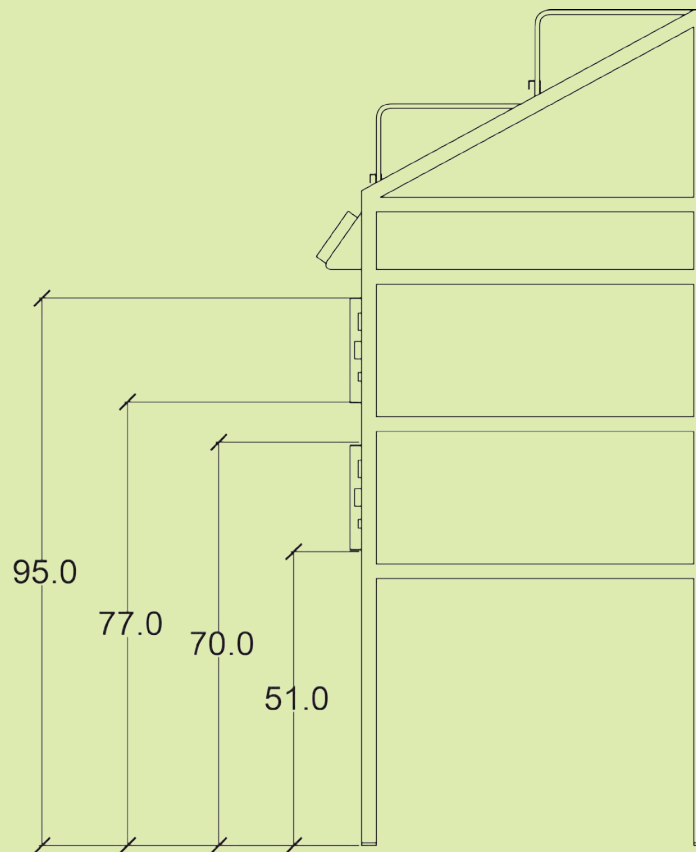
### 3.3 Diagramas Ergonómicos

La valoración y utilización de los percentiles, se basó en mujeres percentil 5 para alcances y en hombres percentil 95 para holguras, dado que en cada ámbito en específico la consideración de uno lleva a la correcta aplicación del otro.

#### INSERCIÓN Y SUSTRACCIÓN DE FRASCOS

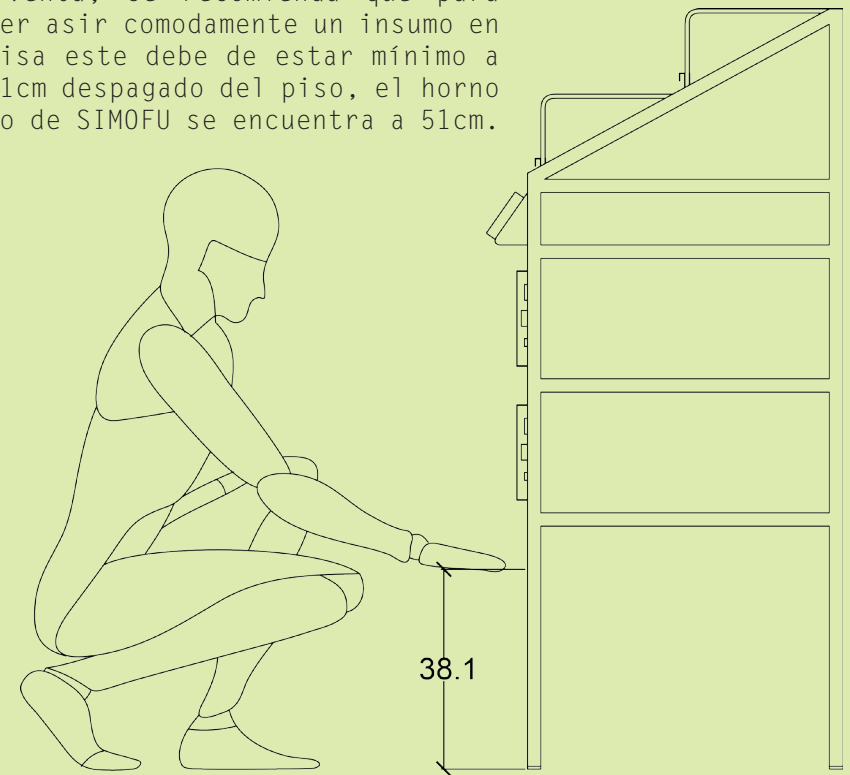
Teniendo las muestras de esporas aisladas en frascos y obtenidas en la cabina de flujo laminar del laboratorio, se continúa el proceso de colonización introduciéndolas en los hornos de SIMOFU.

HORNOS / COLONIZACIÓN



Alturas Hornos Alto / Bajo

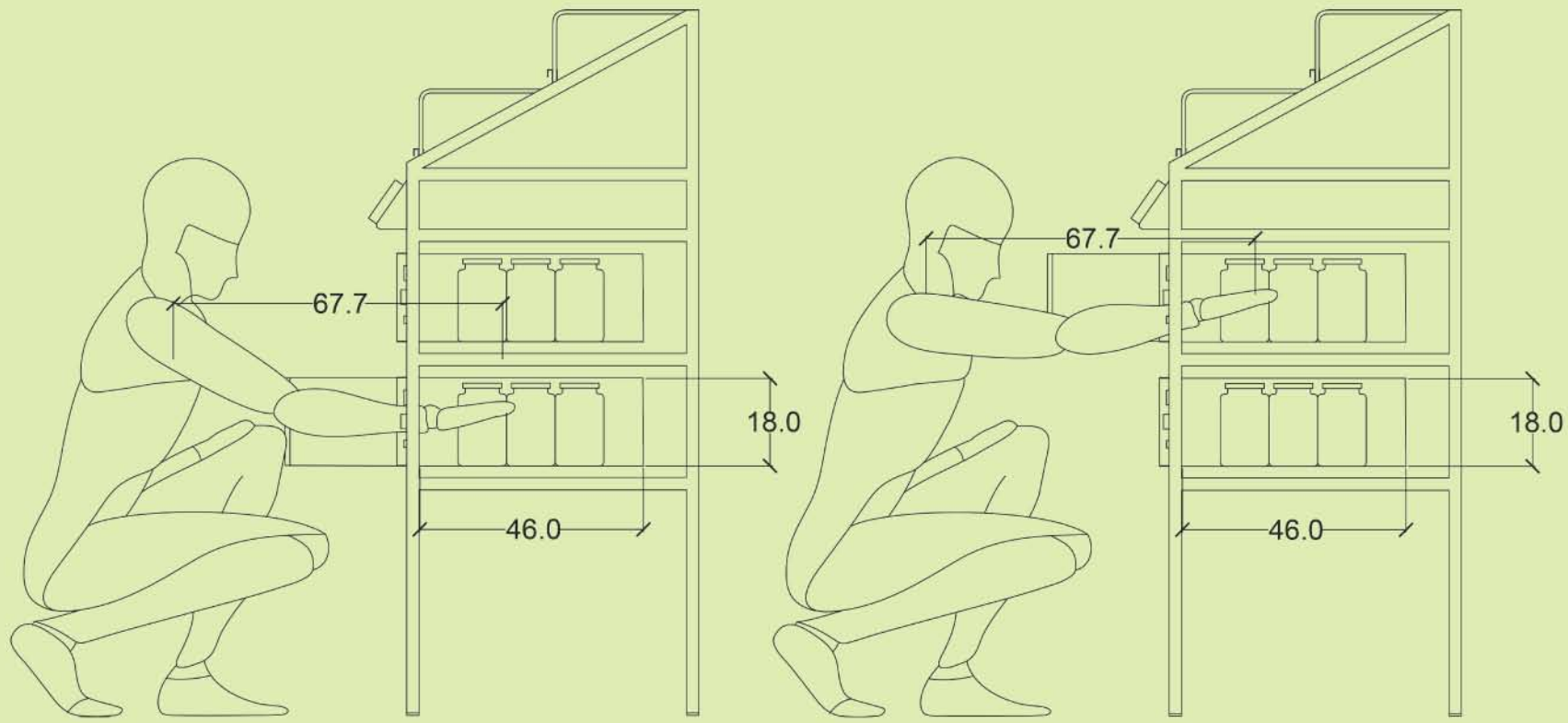
\*Siguiendo el parametro de puntos de venta, se recomienda que para poder asir comodamente un insumo en repisa este debe de estar mínimo a 38.1cm despagado del piso, el horno bajo de SIMOFU se encuentra a 51cm.



Altura Mínima

Para introducir los frascos con muestras se consideró el alcance de pulgar de una mujer percentil 5, este alcance es de 67.7cm, la profundidad del horno es de 46cm por lo cual se garantiza la correcta inserción y sustracción de las muestras.

El tiempo empleado en interactuar con los hornos es mínimo, se introducen los frascos en algunos segundos, se ajusta la temperatura pertinente y se deja avanzar por sí sólo el proceso de colonización que varía de días a semanas dependiendo del hongo y al concluir se extraen las muestras.



Alcance pulgar Mujer Percentil 5

## INSERCIÓN DE CHAROLAS

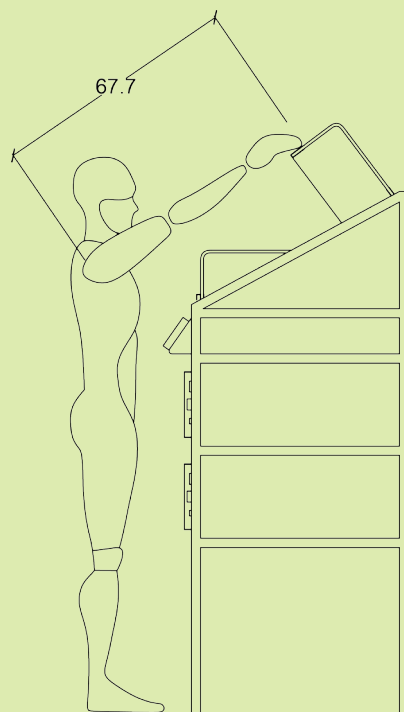
A continuación los frascos con muestras colonizadas, apoyados en las mesas de trabajo, se vacían en charolas con materia orgánica, posteriormente estas charolas se introducen en alguna de las dos cabinas de SIMOFU que le corresponda por rotulación.

Se consideró el alcance de pulgar de una mujer percentil 5 para garantizar la accesibilidad de ambas ,

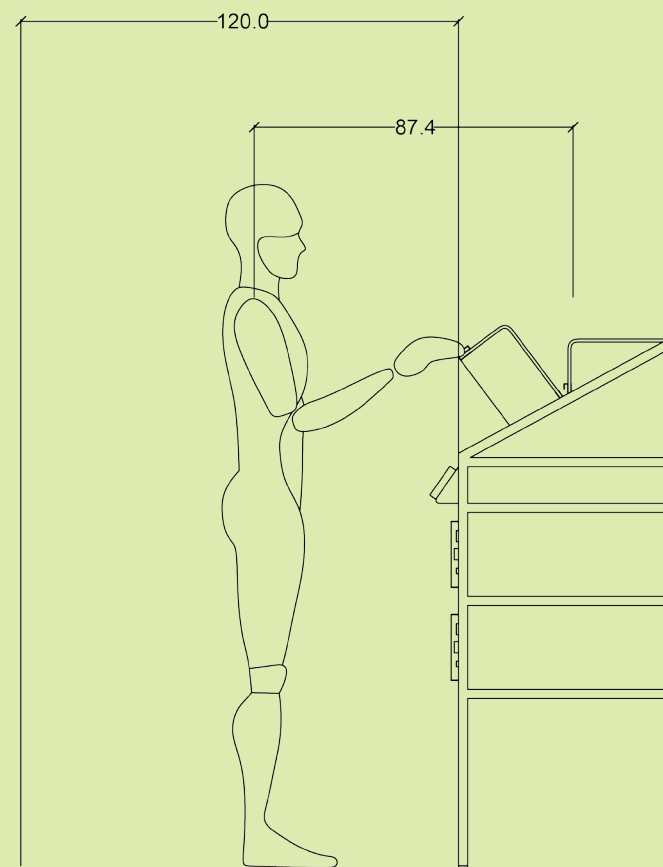
Por normativa se estipula que dentro de un laboratorio el operador de un equipo debe de tener un área libre para movilidad de 120cm a partir de la pared frontal del equipo.

## CABINAS / INCUBACIÓN

Mujer



Hombre



Percentil 5

Alcance (Mujer percentil 5) adecuado y holgura suficiente in situ (Hombre Percentil 95) para poder operar ambas cabinas.

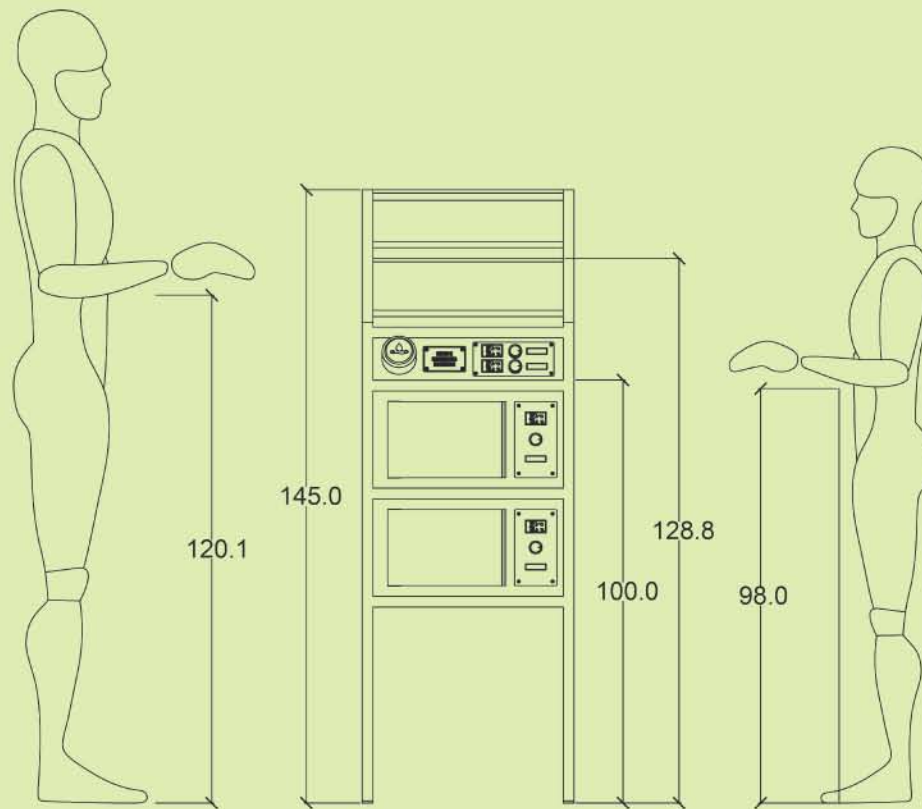
Percentil 95

## OPERACIÓN DE PANEL

Para ajustar la temperatura durante el proceso de incubación, se consideró que la altura de codo de una mujer percentil 5 (98cm) y a la de un hombre percentil 95 (120.1cm). Por lo cuál el panel quedó ubicado a una altura de 100cm.

Hombre

Mujer



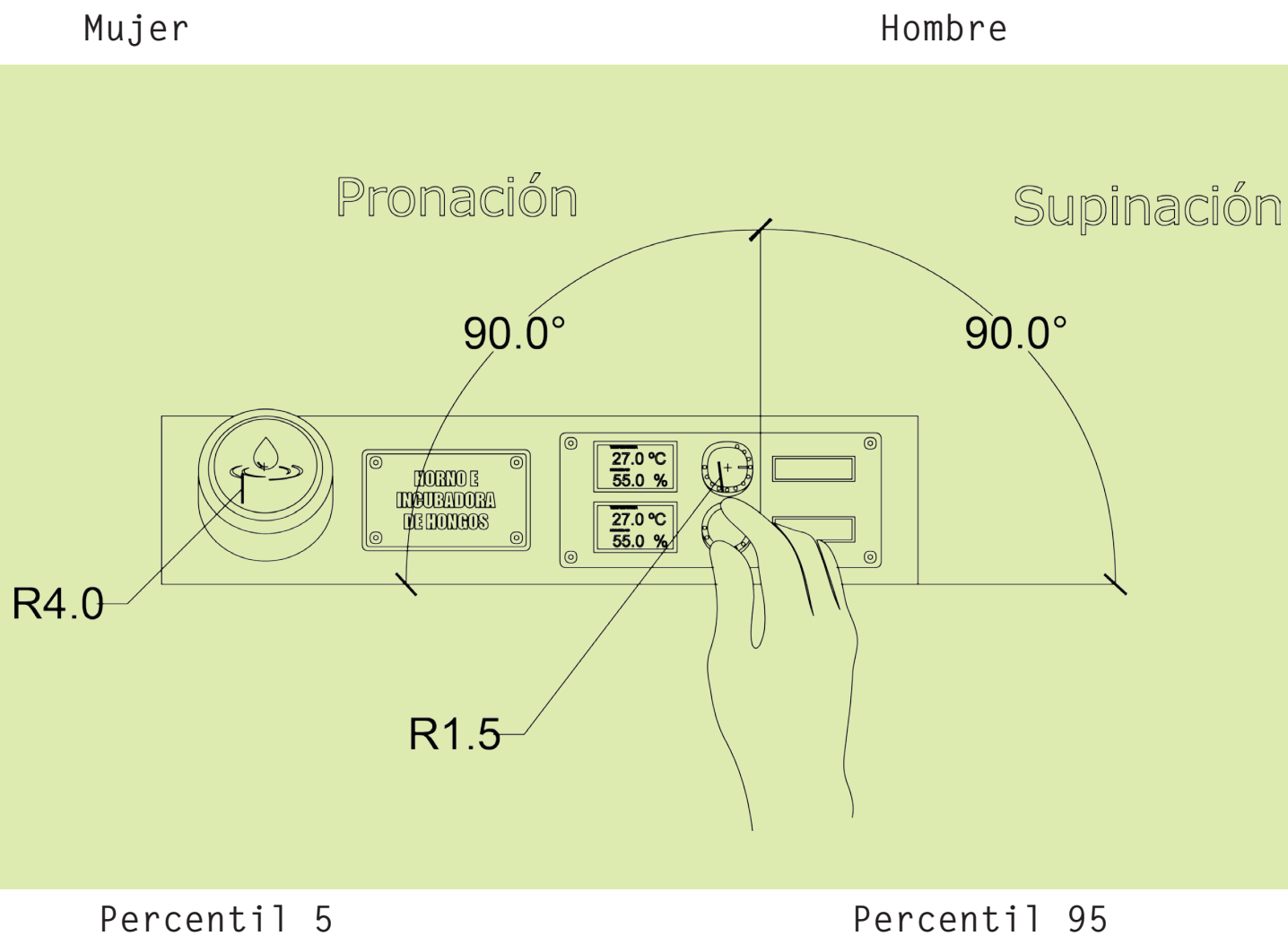
Percentil 95

Percentil 5



Las perillas de 1.5cm de radio y la tapa del contenedor de agua de 4cm de radio son utilizadas de manera intuitiva y de fácil operación mediante movimientos de supinación y pronación. Estas perillas están realizadas en baquelita para evitar su calentamiento y ubicadas del lado derecho del sistema se evita la cercanía al refill de agua en el extremo izquierdo. De igual manera este panel cuenta con una inclinación que facilita su visualización y operación.

## CABINAS / INCUBACIÓN

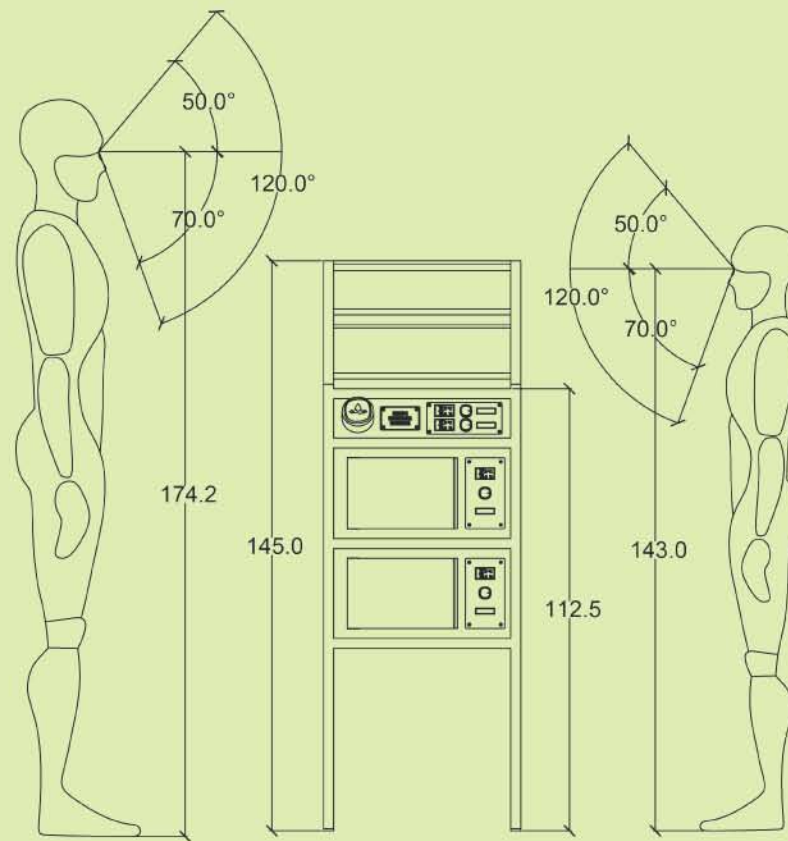


## ANÁLISIS DE LA INCUBACIÓN

Una vez llenado el contenedor y ajustada la temperatura el proceso se puede observar correctamente a través de las tapas de vidrio. Se consideró la altura de ojos una mujer percentil 5 (143cm) y un hombre percentil 95 (174.2cm) al igual que el rango de visión para garantizar un área de exhibición a una altura idónea para observar.

Hombre

Mujer



Percentil 95

Percentil 5

El ancho y profundidad de SIMOFU están pensados para adaptarse al espacio necesario en un área de trabajo y a la dimensión promedio de otros sistemas; para que un área de exhibición sea correctamente visualizada se recomienda que tenga máximo 160cm de altura y máximo 81.3cm de profundidad, SIMOFU tiene 145cm y 60cm respectivamente, en cuanto al ancho del área de trabajo se consideró a un operario a la vez, sus 50cm de ancho fueron dados por la anchura de hombros una mujer percentil 5 (37.8cm) y un hombre percentil 95 (52.6cm).

## ÁREA DE TRABAJO



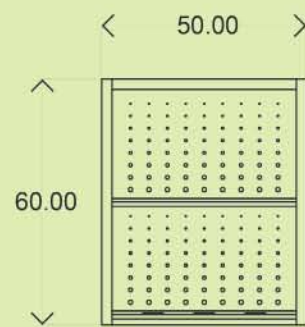
### Anchura Hombros \*

Percentil (Cm)

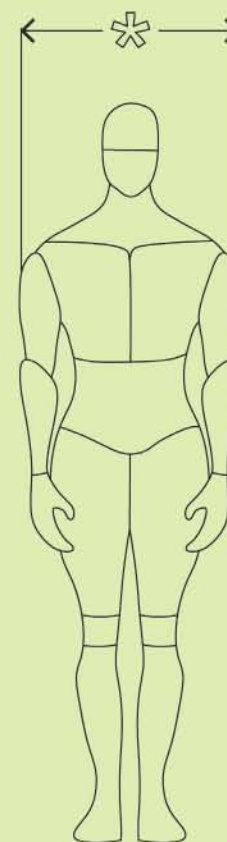
**95** H 52.6  
M 43.2

Percentil

**5** H 42.2  
M 37.8

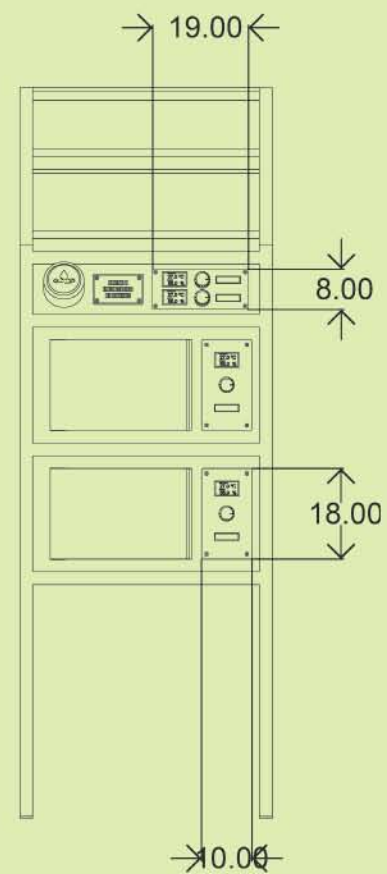
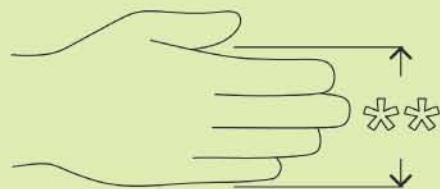


SIMOFU-Vista Superior



En caso de que SIMOFU requiera de asistencia técnica la manipulación puede realizarse enteramente por el frente, sin necesidad de moverlo, esto considerando el ancho de la palma de un usuario percentil 95.

Dimensiones	
mano	
Percentil	(Cm)
95	H/M 9.6
Percentil	
5	H/M 8.2



Alturas Hornos

Horno Inferior

ASISTENCIA TÉCNICA





### 3.4 Producción

El 80% de SIMOFU es Acero Inoxidable Tipo 316 de la familia de los Austeníticos (1), debido a su alta resistencia a la corrosión, dureza y excelente soldabilidad, a la vez de ser el Acero Inoxidable utilizado en campos como el procesamiento de alimentos y el ramo farmacéutico.

La estructura de principal se conforma por perfiles tubalares rectangulares de 2.5cm soldados con soldadura MIG.(2)

Las charolas y tapas de lámina de acero inoxidable Cal. 20 están dimensionadas en corte de cizalla y corte láser, posteriormente maquinadas en una dobladora de lámina y fijadas a la estructura de perfil mediante tornillos allen en barrenos de 1/4”.

Las dos piezas que conforman el contenedor de agua son termonformadas en láminas de PVC de 3mm de espesor.

Las tapas de vidrio son producidas en vidrio curvado y templado de 4mm de espesor.(3)

Finalmente los paneles de PVC reciclado conforman el 10% en polímeros de SIMOFU, estos paneles estan encajonados en una carcasa de lámina galvanizada.

El 10% restante esta integrado por los Circuitos Eléctricos y los Accesorios Extra restantes.

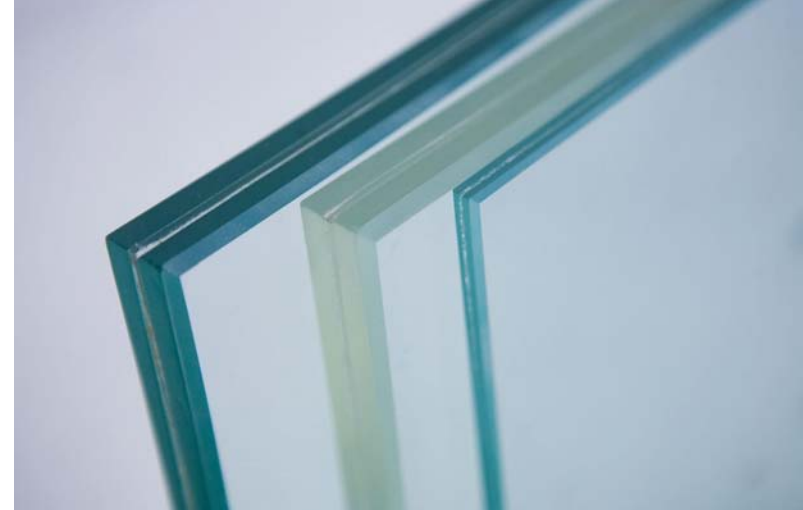
1



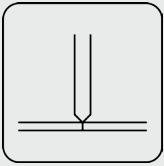
2



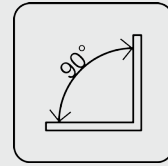
3



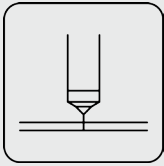
# Simbología Producción



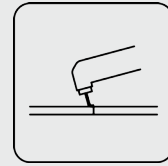
Dimensionado por  
corte en cizalla



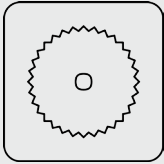
Doblez de lámina



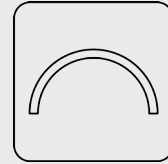
Dimensionado por  
corte láser



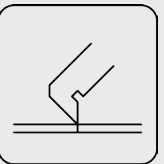
Soldadura MIG  
(Micro -alambre)



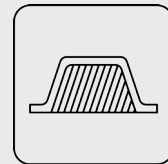
Dimensionado por  
corte con sierra  
radial



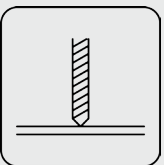
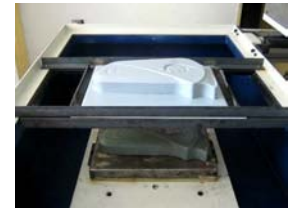
Curvado / Templado



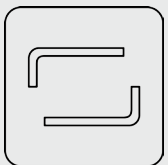
Dimensionado de  
paneles de PVC



Termoformado



Barrenado en taladro  
de banco



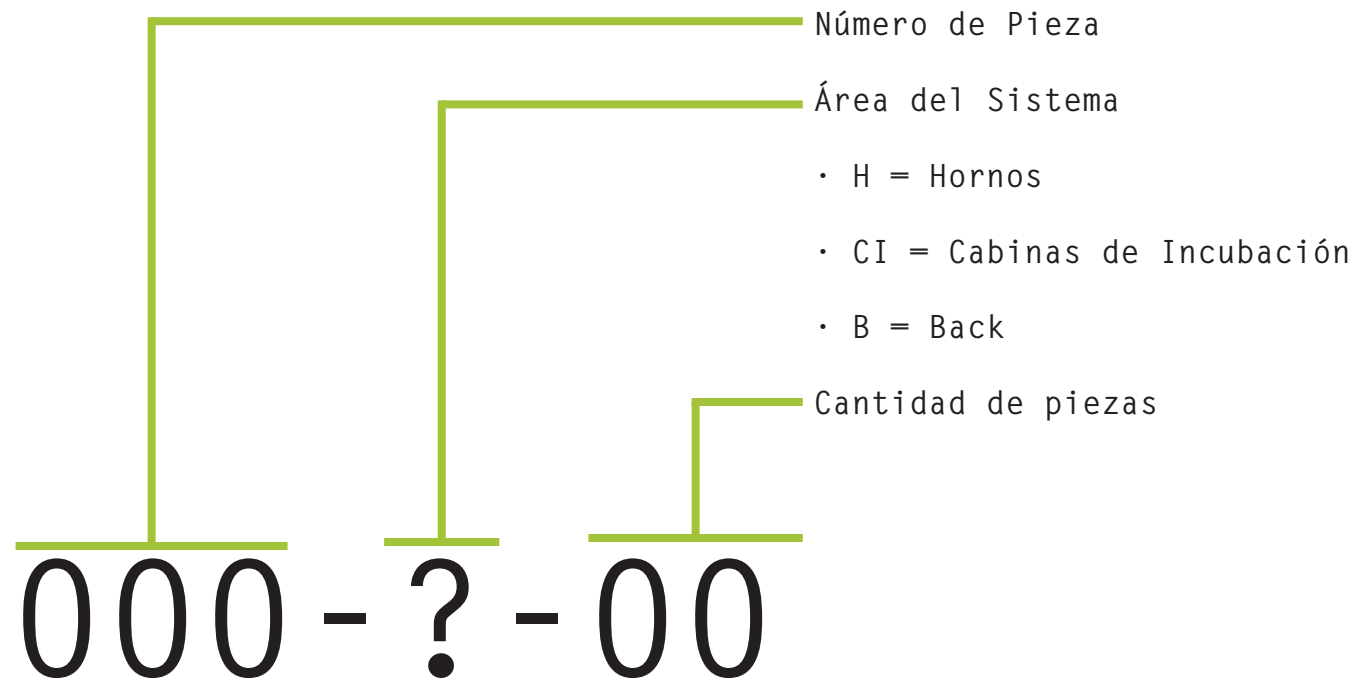
Armado



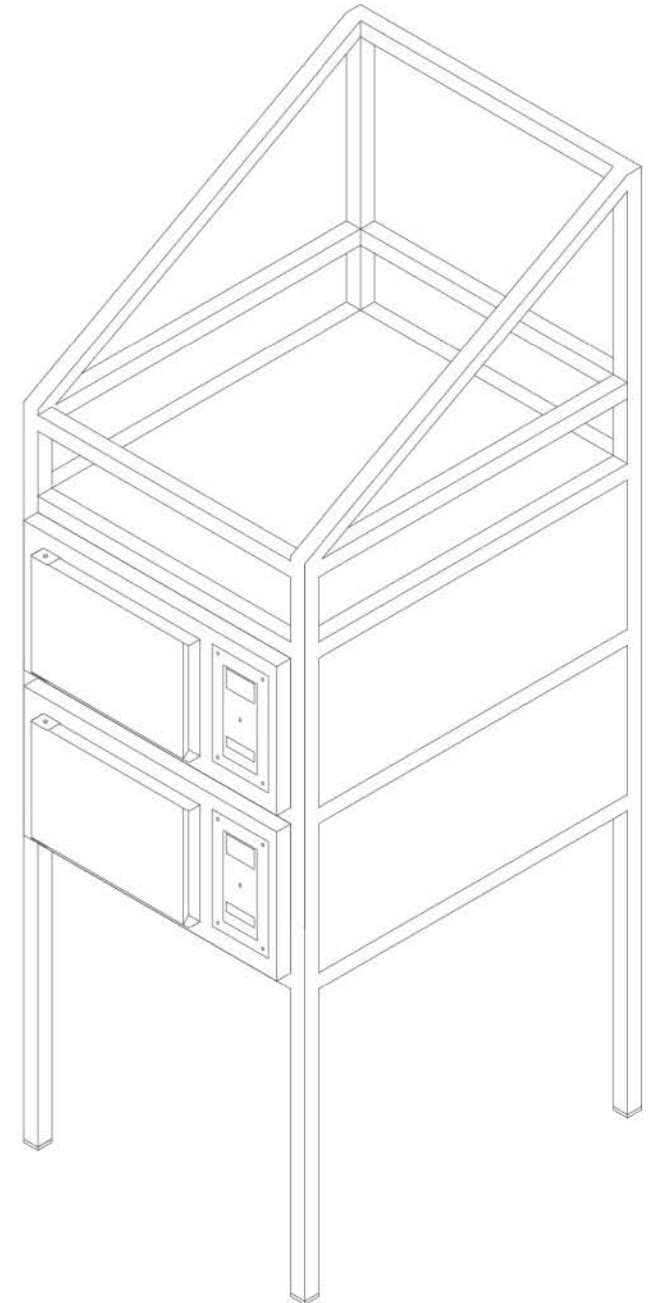
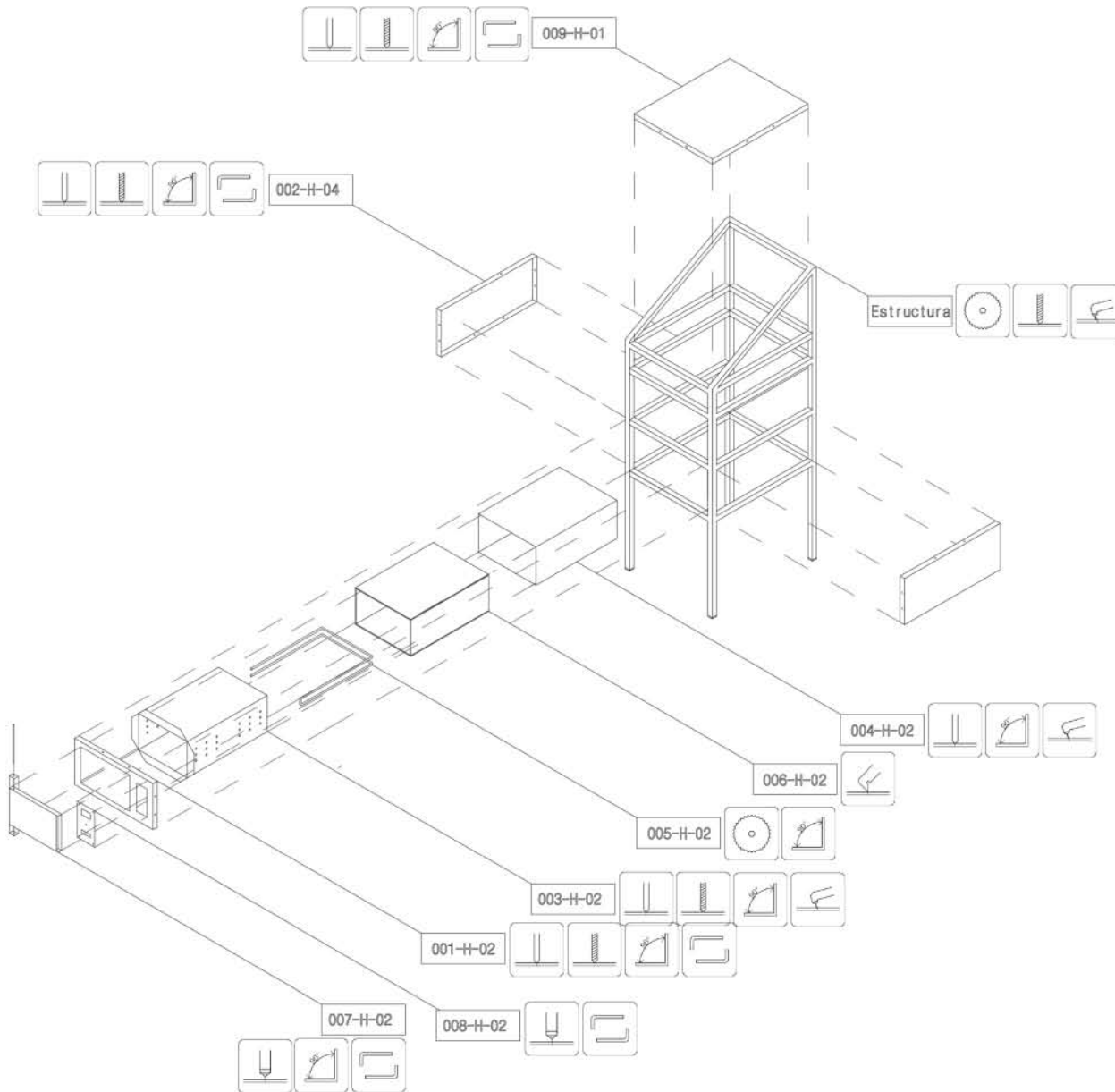




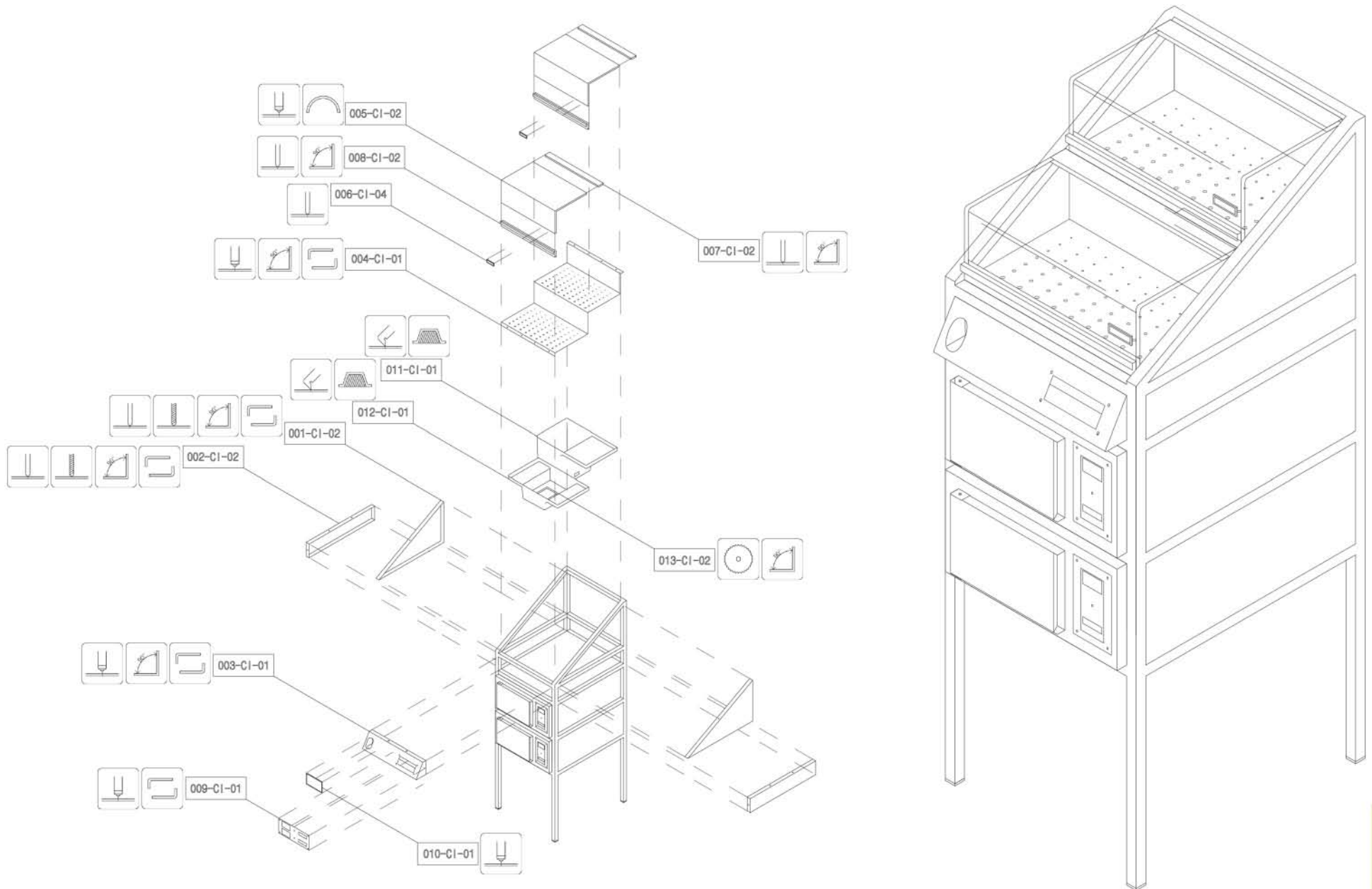
# LAYOUT PRODUCCIÓN



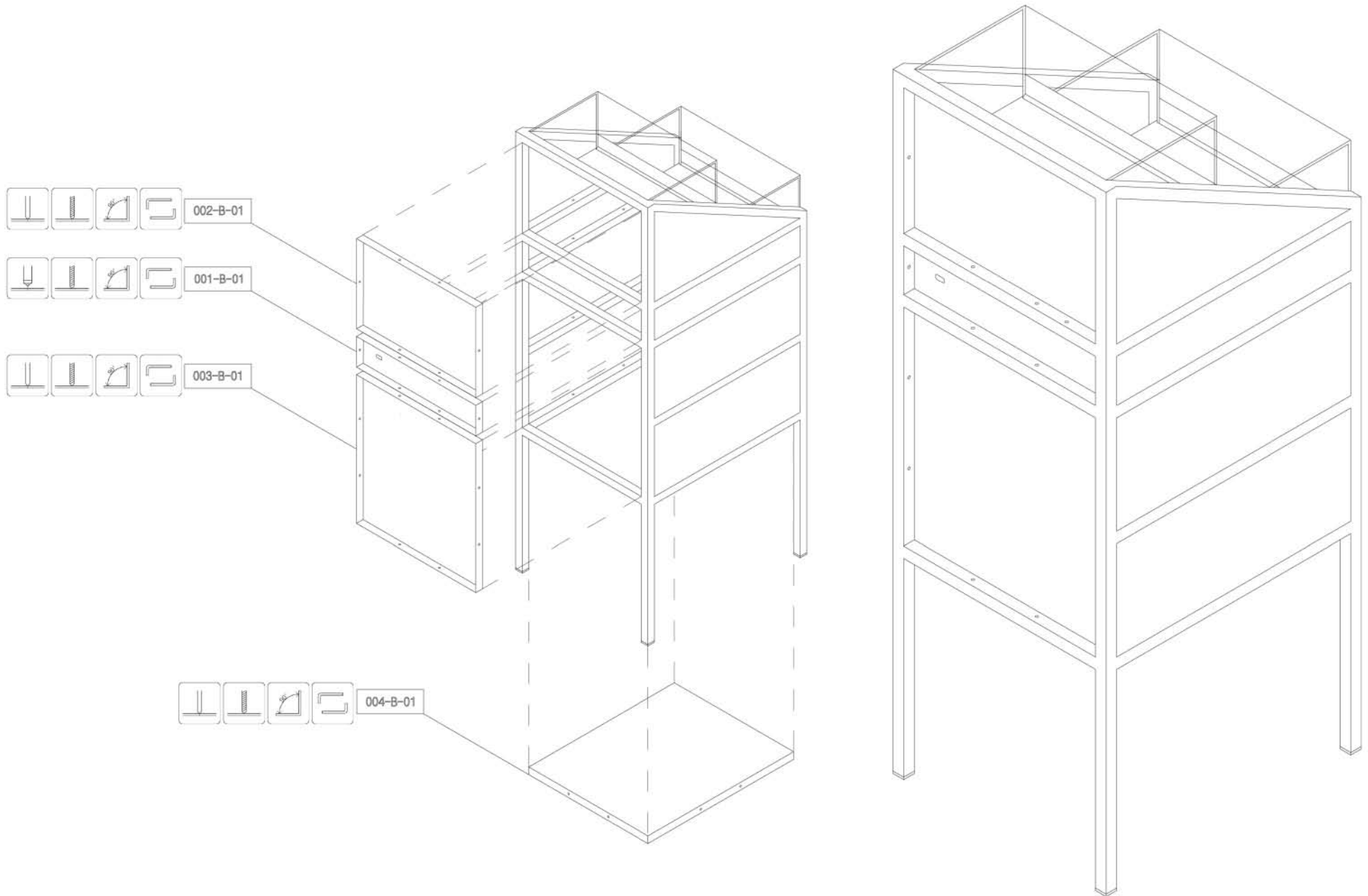
# Layout - Producción Hornos de Colonización.



# Layout - Producción Cabinas de Incubación.



# Layout - Producción Tapas posteriores e Inferior



## 3.5 Entidad productiva



### LÁSER

corte y grabado

### ROUTER

broca

### WATERJET

corte

### MAQUINADOS

control de calidad

### DOBLADO

de precisión

### CIZALLA

corte

### SOLDADURA

TIG, MIG

### PROYECTOS

completos

CERTIFICACIÓN  
DE CALIDAD

**ISO**  
9001:2008



### Maquinaria CNC

Precisión y rapidez que ayuda a su economía. La mayoría de nuestras máquinas funcionan con Control Numérico Computarizado (CNC).



### Maquila y procesos completos

Capacidad industrial de maquila y variedad de máquinas para procesos completos. Fabricación de piezas y ensambles.



### Calidad y Compromiso

4 años de entregas a tiempo, cotizaciones prontas, contacto directo y personalizado con nuestros clientes. Su éxito es nuestro éxito.

### 3.6 Costos

Sistema Modular de Fungicultura  
Producción Prototipo 1:1

#### CONCEPTOS

CL	Materiales	Unidad	Cant.	Precio Unitario	Total
AI1	Lámina Acero Inoxidable Cal.20 (122 X 305cm)	Pza	2	\$2272.00	\$4544.00
AI2	PTR Acero Inoxidable 1" Cal.18 (6.10 m / 20 pies)	Pza	2½	\$506.00	\$1265.00
V	Vidrio Curvado y Templado	Pza	2	\$700.00	\$1400.00
CE	Circuito Eléctrico con Resistencia	Pza	2	\$1200.00	\$2400.00
AI3	Tornillos Inoxidable Allen	Bolsa c/25pz	6	\$300	\$1800.00
P1	Empaque plástico	Rollo	1	\$195.00	\$195.00
P2	Plasticool (Poliuretano 1lt)	Bote	1	\$130.00	\$130.00
P3	Regatones	Pza	4	\$5.00	\$20.00
P4	Lámina de PVC 6mm (1.22 X 2.44m)	Pza	1	\$478.00	\$478.00
P5	Lámina de PVC reciclado 3mm (1.22 X 2.44m)	Pza	1	\$220.00	\$220.00
<b>Accesorios</b>					
F1	Frascos	Pza	12 Pzas	\$18.00	\$216.00
B1	Bandejas de Cristal	Pza	2 Pzas	\$120.00	\$240.00
<b>Total Materiales</b>					<b>\$12,908.00</b>
<b>Mano de Obra</b>					
C1	Corte de lámina en cizalla	Operación	40	\$15.00	\$600.00
C2	Corte láser de lámina	Operación	1	\$1500.00	\$1500.00
D1	Dobleces de lámina	Operación	85	\$10.00	\$850.00
C3	Corte de PTR	Operación	12	\$15.00	\$180.00
S1	Soldadura PTR	Operación	1	\$300.00	\$ 300.00
T1	Termoformado	M²	6	\$400.00	\$2382.00
T2	Moldes Termoformado	Pza	2	\$400.00	\$800.00
<b>Total Mano de Obra</b>					<b>\$6,612.00</b>

**PRESUPUESTO TOTAL            \$19 520.00 M/N**

### 3.7 Diseño Responsable

En cuanto al impacto ambiental que genera SIMOFU cabe destacar que su producción en acero inoxidable y vidrio son 100% reciclables, por el lado de los pequeños paneles de PVC reciclado se disminuye la emisión de Dióxido de carbono en la producción de paneles de PVC virgen, a la vez estos paneles ayudan como material aislante evitando pérdida de calor y por lo tanto generando un ahorro de energía eléctrica.

SIMOFU además de poder ser empleado en escuelas y laboratorios para experimentación e investigación con el fin de ir perfeccionando el proceso de fungicultura también puede ser visto como una actividad para autoemplearse en la generación de un alimento con altos índices nutrimentales, ya sea para un consumo propio o para venta.





# CONCLUSIONES

Quien afirme que todo ya fue inventado y descubierto no puede estar más alejado de la realidad, a lo largo de su existencia la humanidad nunca ha parado de encontrar nuevos recursos y aplicaciones de los mismos, el conocimiento por descubrir parece ser infinto, aspecto que lo embellece de sobremanera, todo se torna y gira hacia el mismo fin, el progreso.

Para conseguir dicho progreso es necesario aprender de nuestros errores, que en la mayoría de los casos son en las situaciones que más se aprende, pero también de mirar atrás y reconocer la madurez que nos deja lo realizado tanto por nosotros mismos como por todos los demás.

El planteamiento de progreso no llega de la noche a la mañana, es necesario el planearlo, y que mejor sinónimo de planeación que la premisa de diseñar.

Diseñar abarca todos los ámbitos que se puedan pensar, no existe ningún rubro en la vida del ser vivo que no pueda ser mejorado mediante la planteación del diseño.

Diseño de estilo de vida, diseño de bienes materiales, diseño del intelecto; cada quién sin importar su vocación , carrera universitaria, mentalidad e intereses puede diseñar alguna propuesta para generar un progreso.

Muchas veces dejamos muy de lado ciertos aspectos fundamentales de la vida y necesidades para sobrevivir y preferimos tomar el camino de la creación de necesidades más que la solución de las ya existentes y primordiales.

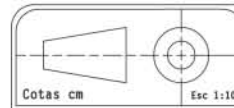
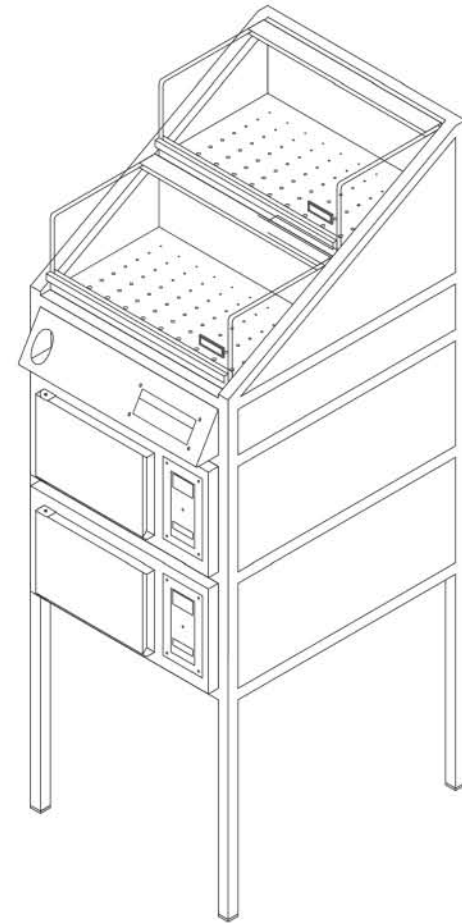
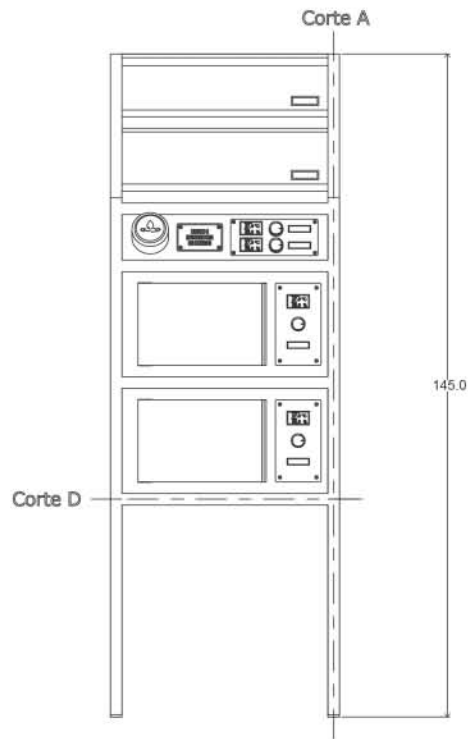
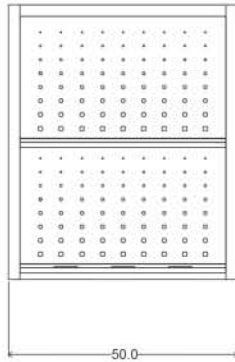
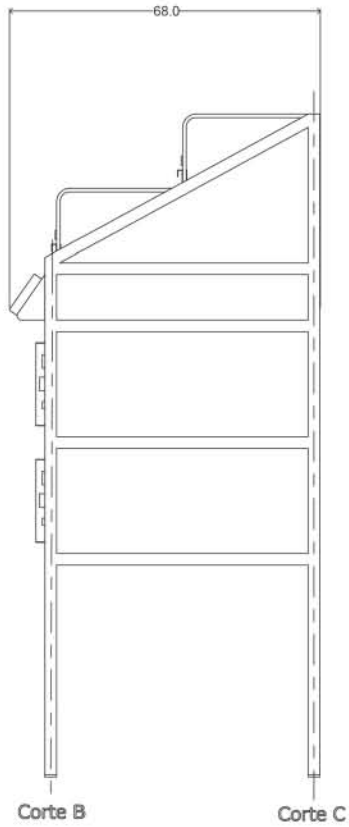
El humano por la naturaleza de sus genes tiene el uso de razón y conciencia necesario para siempre buscar el progreso en distintos campos, se han logrado grandes avances en ciencia y tecnología por lo mismo, pero este aspecto no debe de estar peleado con el afán de buscar y aplicar dichos recursos para un avance homogéneo y recordar que el planteamiento de la creación de nuevos profesionales es la de servir en función de la sociedad.

La idea principal de este proyecto fue el generar un elemento que hiciera énfasis en el campo de la sustentabilidad, ya que cuando se cuida este tema desde la gestación del diseño, se evita la generación de dificultades futuras, considero que se pueden llevar y solventar varios campos a la vez pero sin descuidar el concepto final, ya que es muy importante que las nuevas generaciones entendamos que la sustentabilidad, las necesidades, la industria y el diseño pueden convivir hasta el punto de potencializarse a si mismos.

Edgar Alberto Moreno Martínez



ANEXOS: PLANOS



Cotas cm

Esc 1:10

VISTA

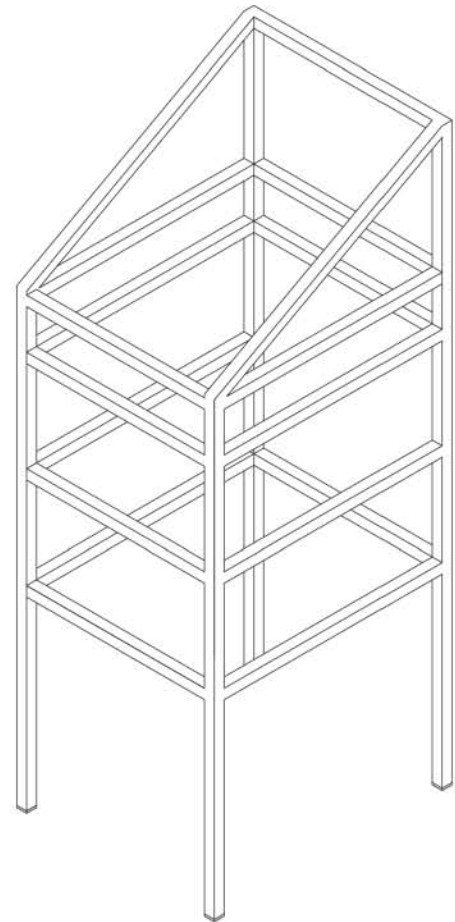
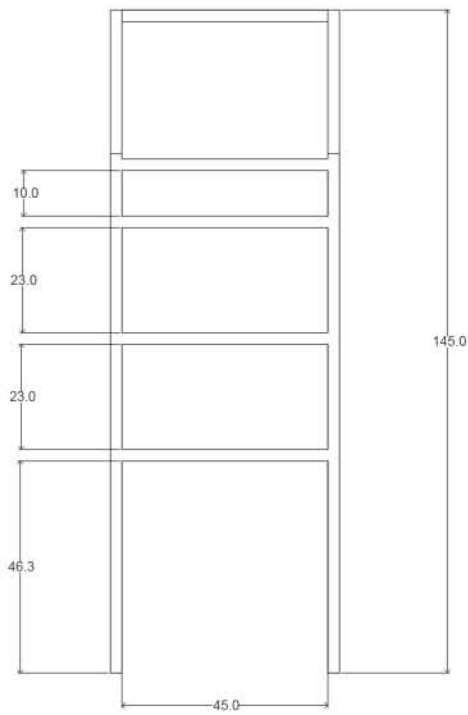
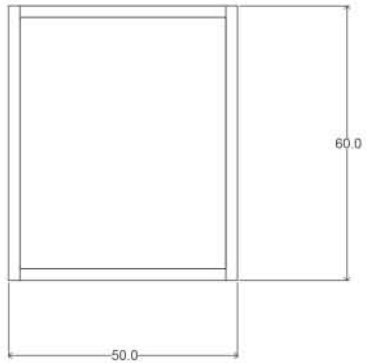
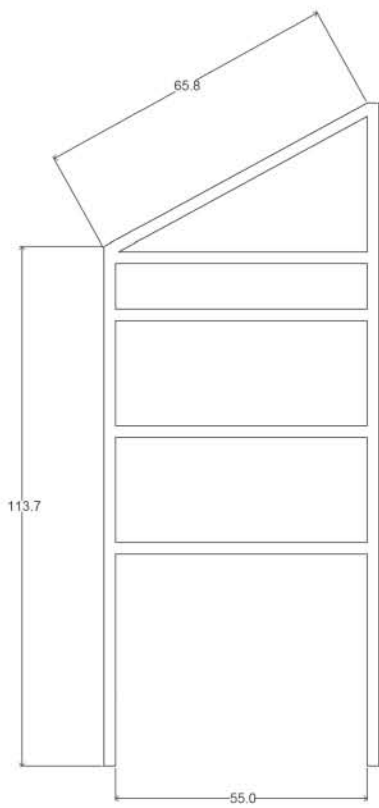
Vistas Generales

Edgar Alberto Moreno Martínez.

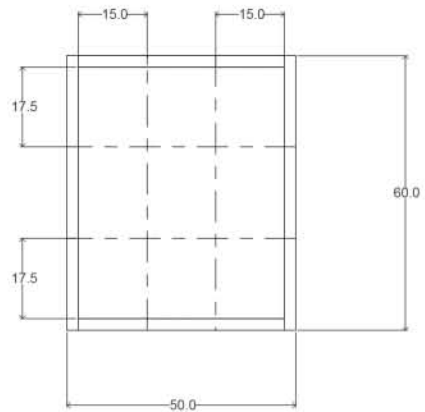
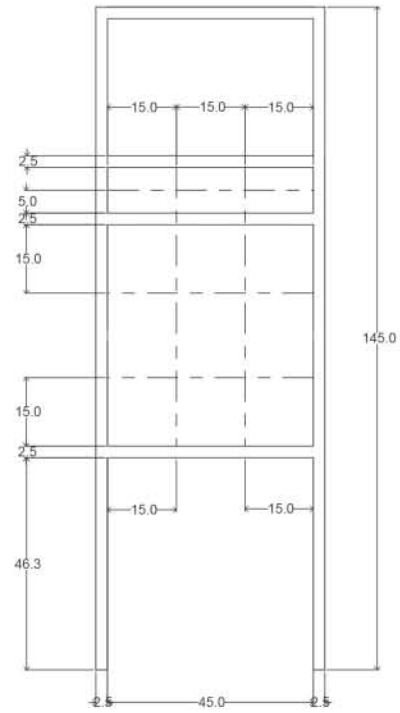
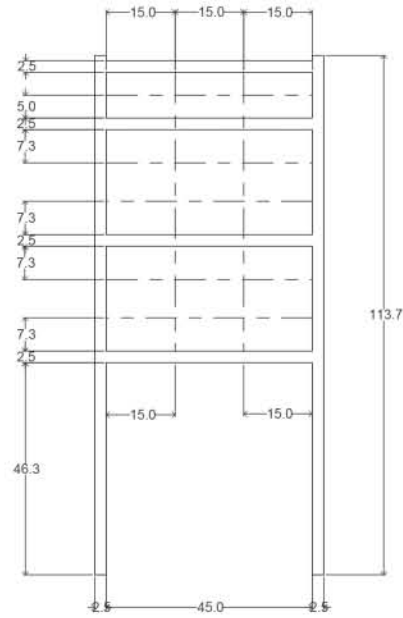
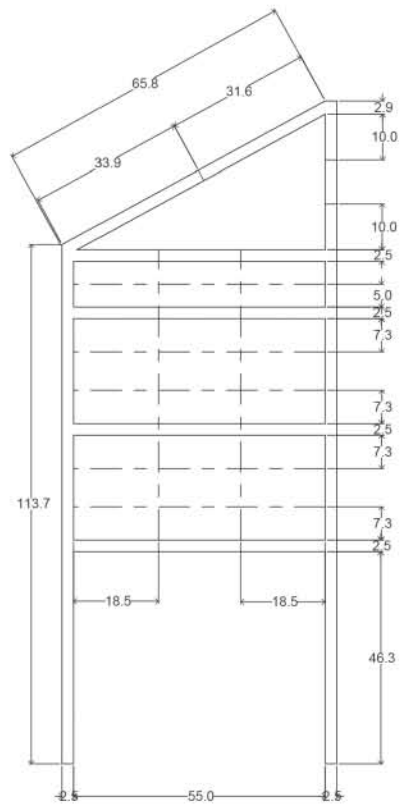
DIBUJO

SIMOFU

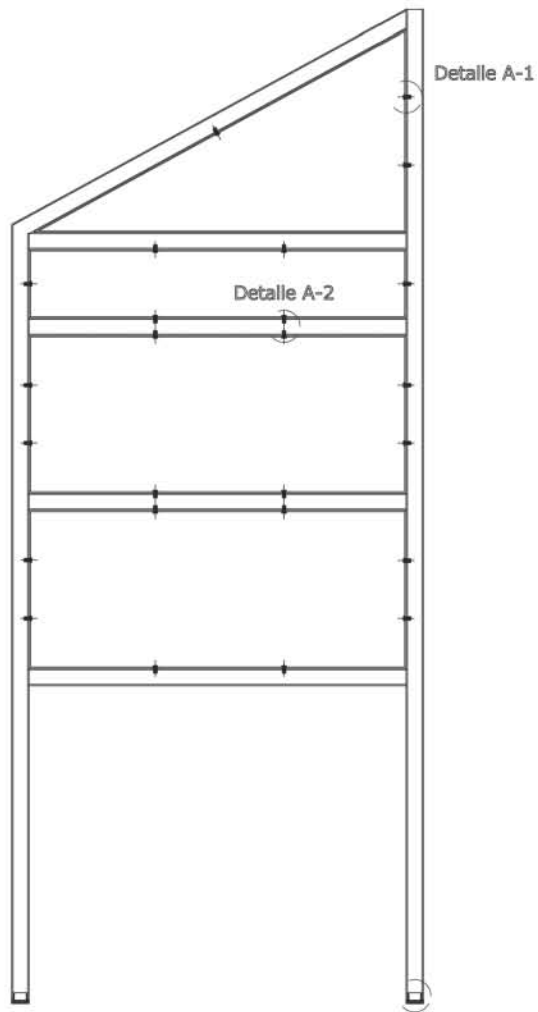
Nº 01



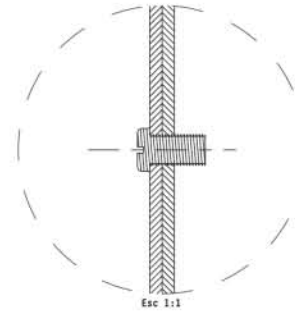
	<p>Estructura PTR 2.5cm</p>	<p>SIMOFU</p>
<p>Cotas cm</p>	<p>Esc 1:10 VISTA</p>	<p>Nº 02</p>
<p>DIBUJO Edgar Alberto Moreno Martínez.</p>		



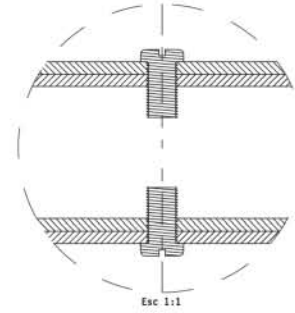
Cotas cm	Esc 1:10	VISTA	Ubicación Barrenos 1/4"	SIMOFU
			Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 03
DIBUJO				



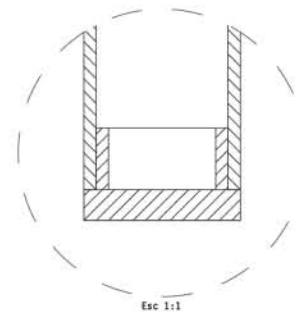
Detalle A-1



Detalle A-2

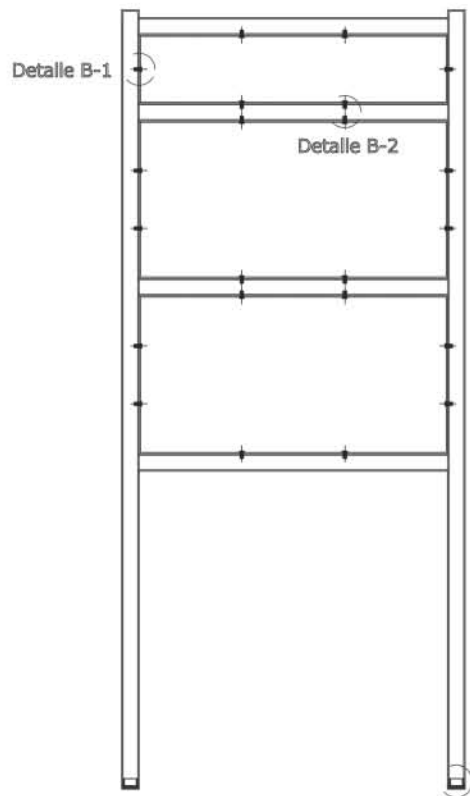


Detalle A-3

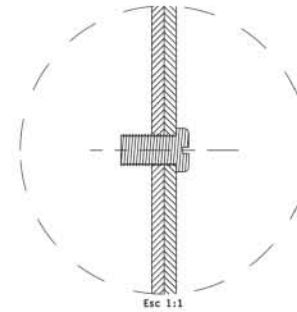


Cotas cm		Esc 1:10	VISTA	Fijación con tornillos 1/4" Corte A	SIMOFU
DIBUJO			Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 04	

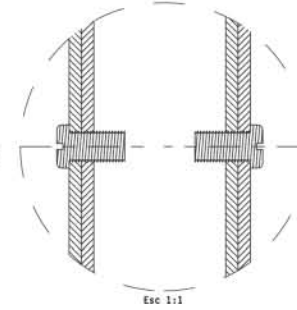




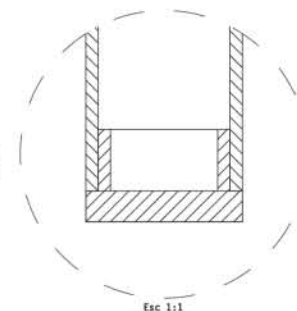
Detalle B-1



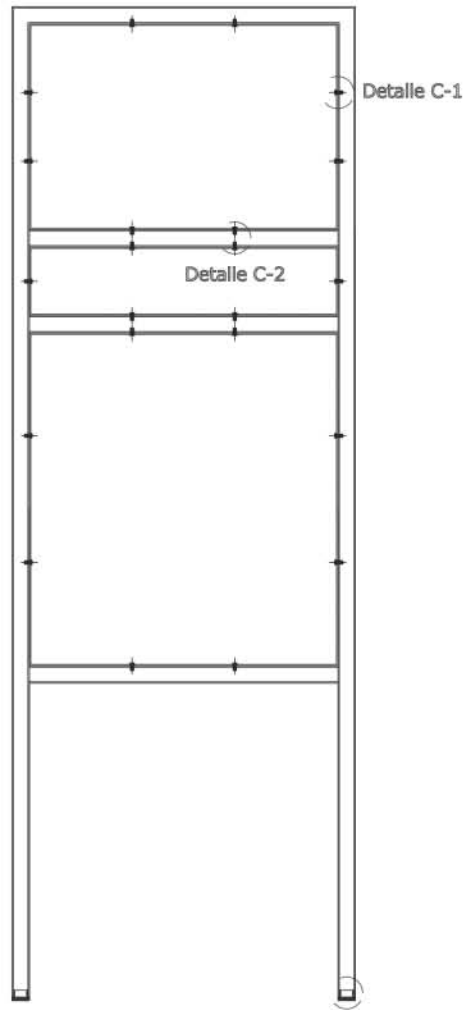
Detalle B-2



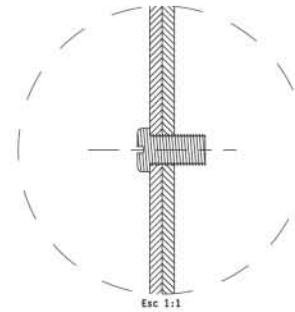
Detalle B-3



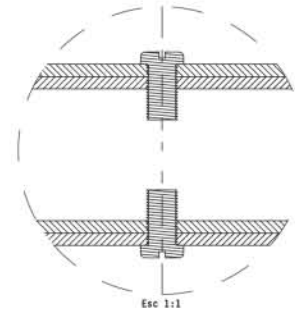
		Fijación con tornillos 1/4"		SIMOFU
		Corte B		
Cotas cm	Esc 1:10	VISTA		Nº 05
Edgar Alberto Moreno Martínez.				
DIBUJO				



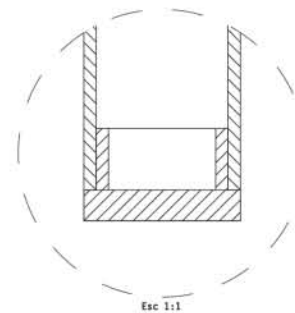
Detalle C-1



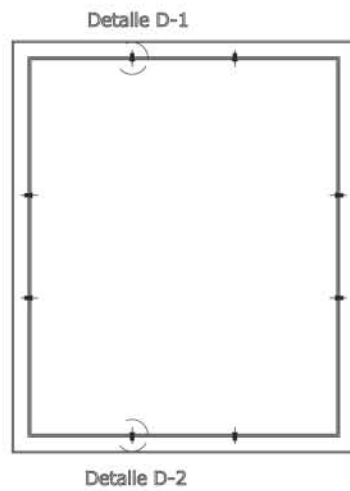
Detalle C-2



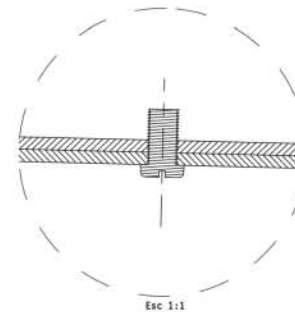
Detalle C-3



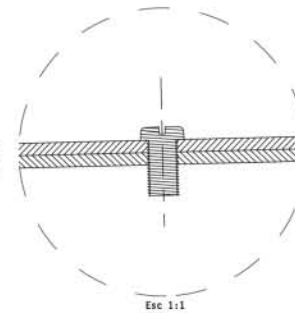
		Fijación con tornillos 1/4" Corte C	SIMOFU
Cotas cm	Esc 1:10	VISTA	Nº 06
DIBUJO			
Edgar Alberto Moreno Martínez.			



Detalle D-1

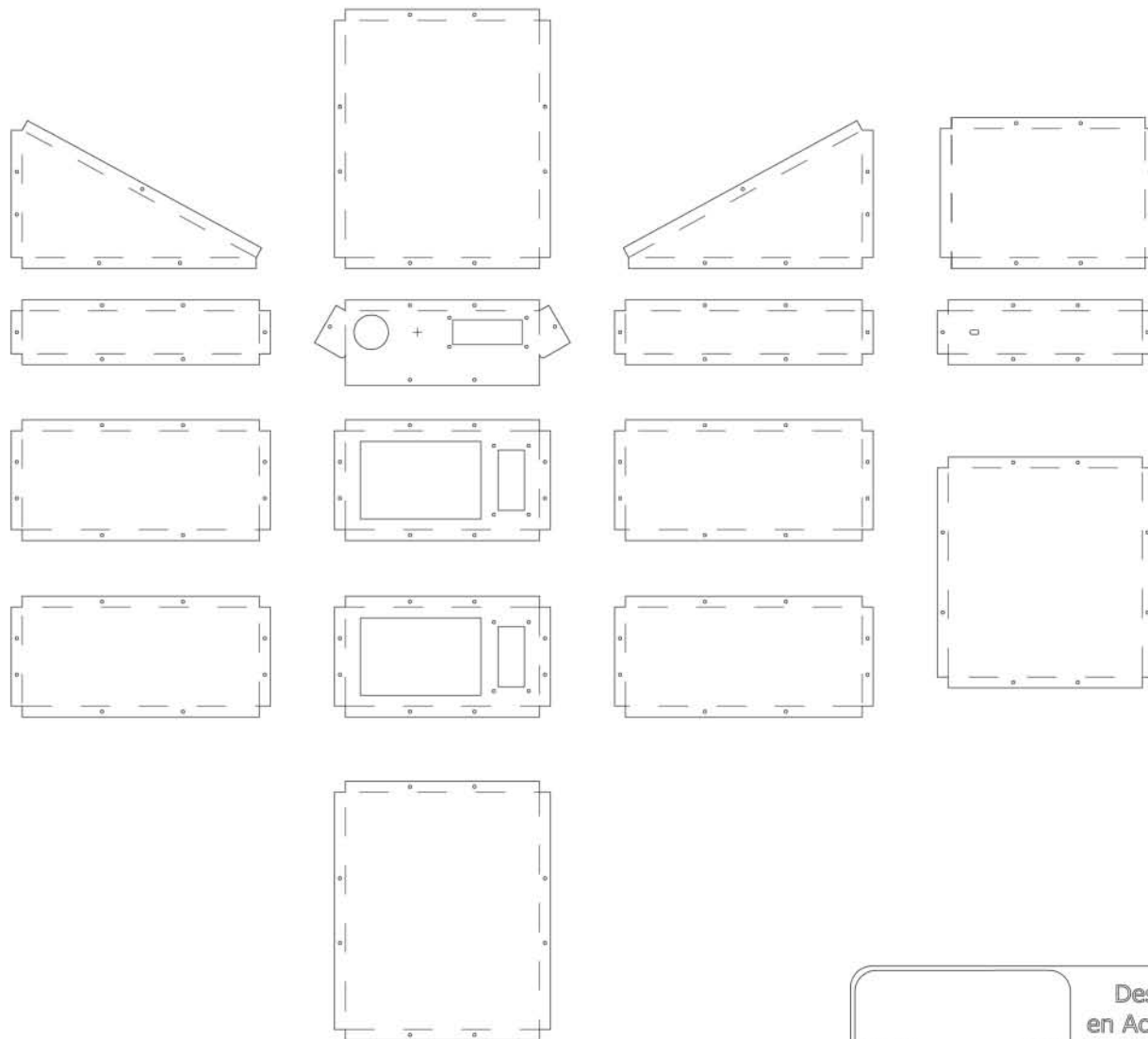


Detalle D-2

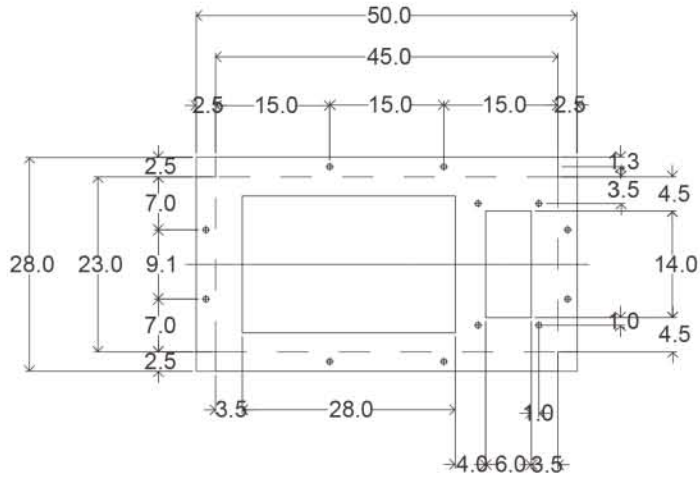


\* Total  
 126 Tornillos Allen de 1/4"  
 4 Regatones de 1"

Cotas cm		Esc 1:10	VISTA	Fijación con tornillos 1/4" Corte D	SIMOFU
DIBUJO			Edgar Alberto Moreno Martínez.		Nº 07



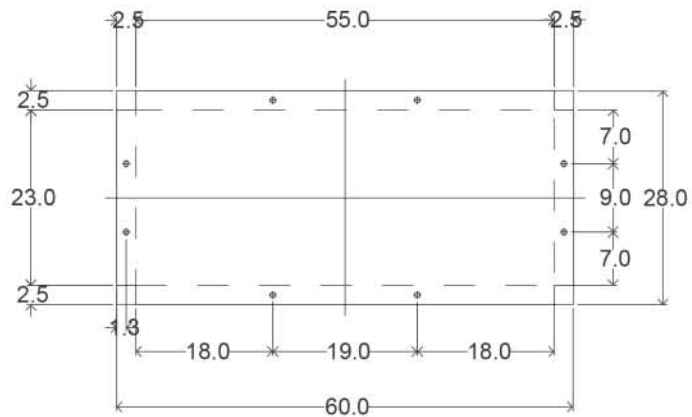
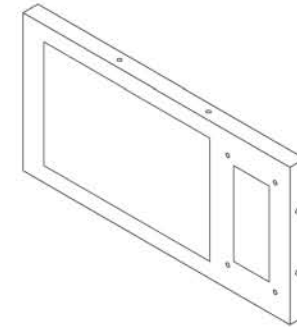
Cotas cm	Esc 1:10	Desarrollo de charolas en Acero Inoxidable Cal.20	SIMOFU
		VISTA	Nº 08
DIBUJO		Edgar Alberto Moreno Martínez.	



001-H-02

Lámina de acero inoxidable  
Ca1 .20 maquinada en cizalla  
con dobleces a 90° en  
pestañas de 2.5cm de ancho  
con barrenos de 1/4".

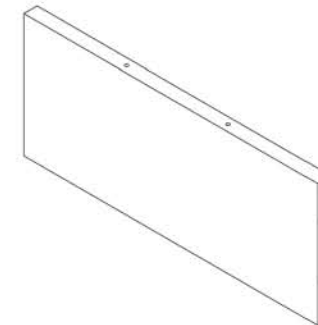
CANT. 2



002-H-04

Lámina de acero inoxidable  
Ca1 .20 maquinada en cizalla  
con dobleces a 90° en  
pestañas de 2.5cm de ancho  
con barrenos de 1/4".

CANT. 4



Charolas frontales y laterales  
Hornos

SIMOFU

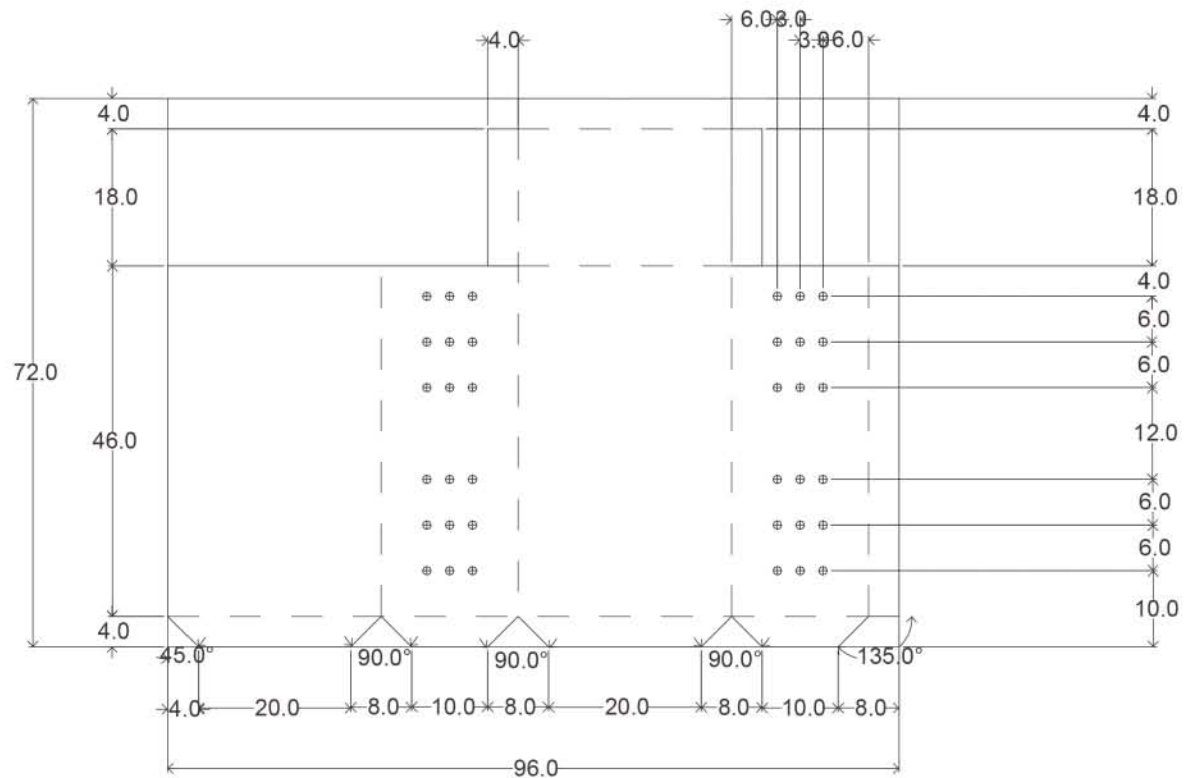
Cotas cm

Esc 1:6 VISTA

Nº 09

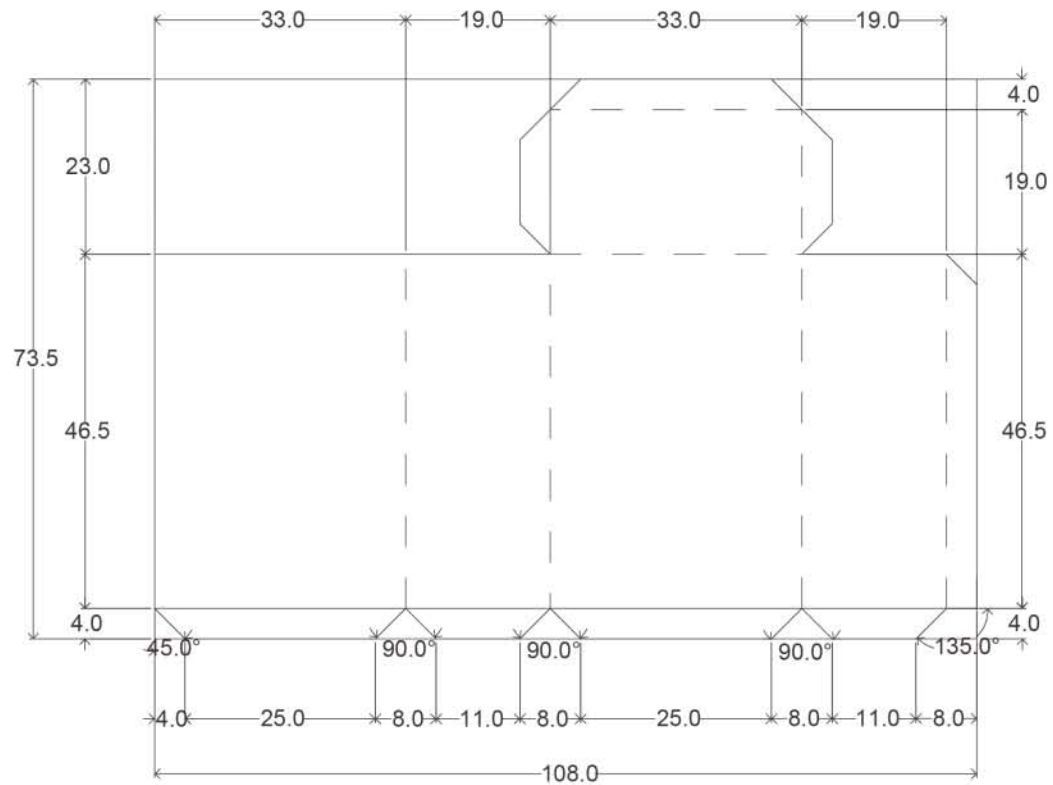
Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO



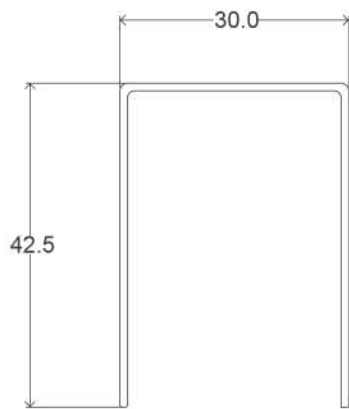
<b>003-H-02</b>	
Todos los barrenos de 1/4" Pieza de acero inoxidable soldada a pared interna de horno.	<b>CANT. 02</b>

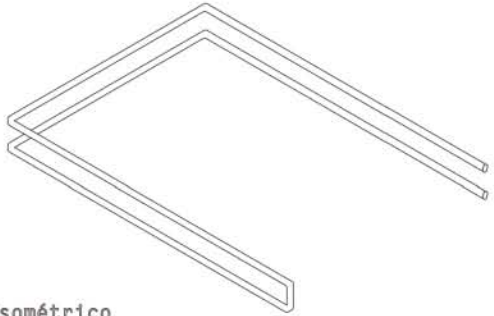
<b>DIBUJO</b>	<b>Desarrollo Hornos</b> Esc 1:6 <b>VISTA</b> Edgar Alberto Moreno Martínez.	<b>SIMOFU</b> <b>Nº 10</b>
---------------	--	-------------------------------



004-H-02	
Pieza de lámina galvanizada Cal.24 colocada a presión y previamente laqueada con plasticool por las paredes externas.	CANT. 02

	Cubiertas Hornos	SIMOFU
Cotas cm	Esc 1:6 VISTA	Nº 11
Edgar Alberto Moreno Martínez.		
DIBUJO		

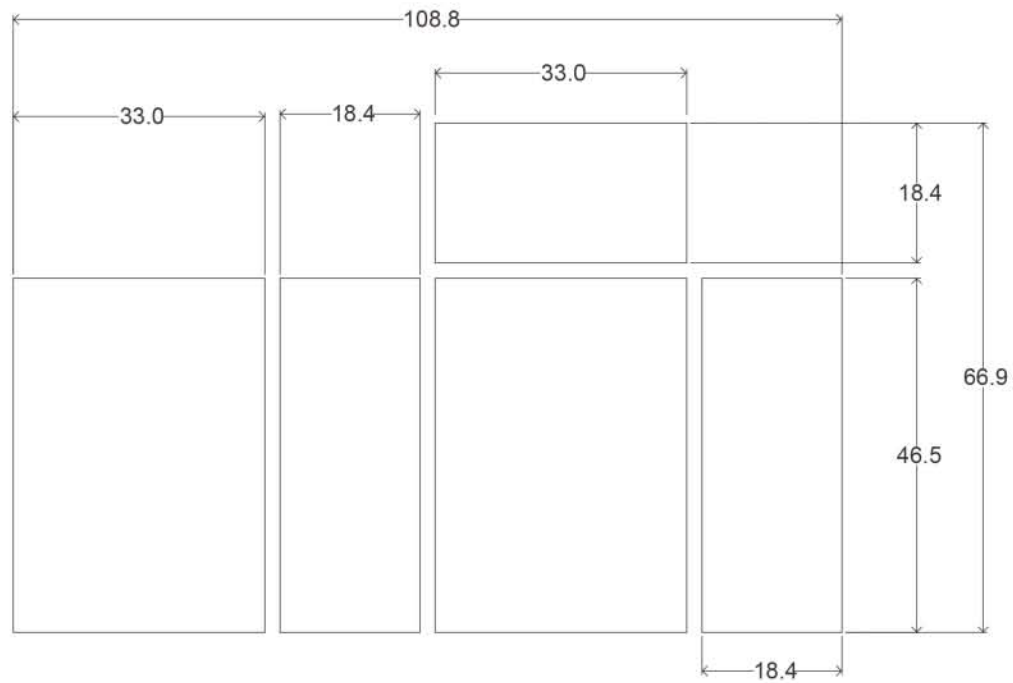


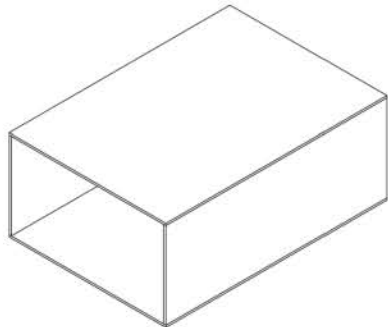
005-H-02	
Resistencia Calentadora de 1 cm de Diámetro	
CANT.02	

\*Isométrico

 Cotas cm      Esc 1:6      VISTA	Resistencia Eléctrica Hornos	SIMOFU
DIBUJO	Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 12

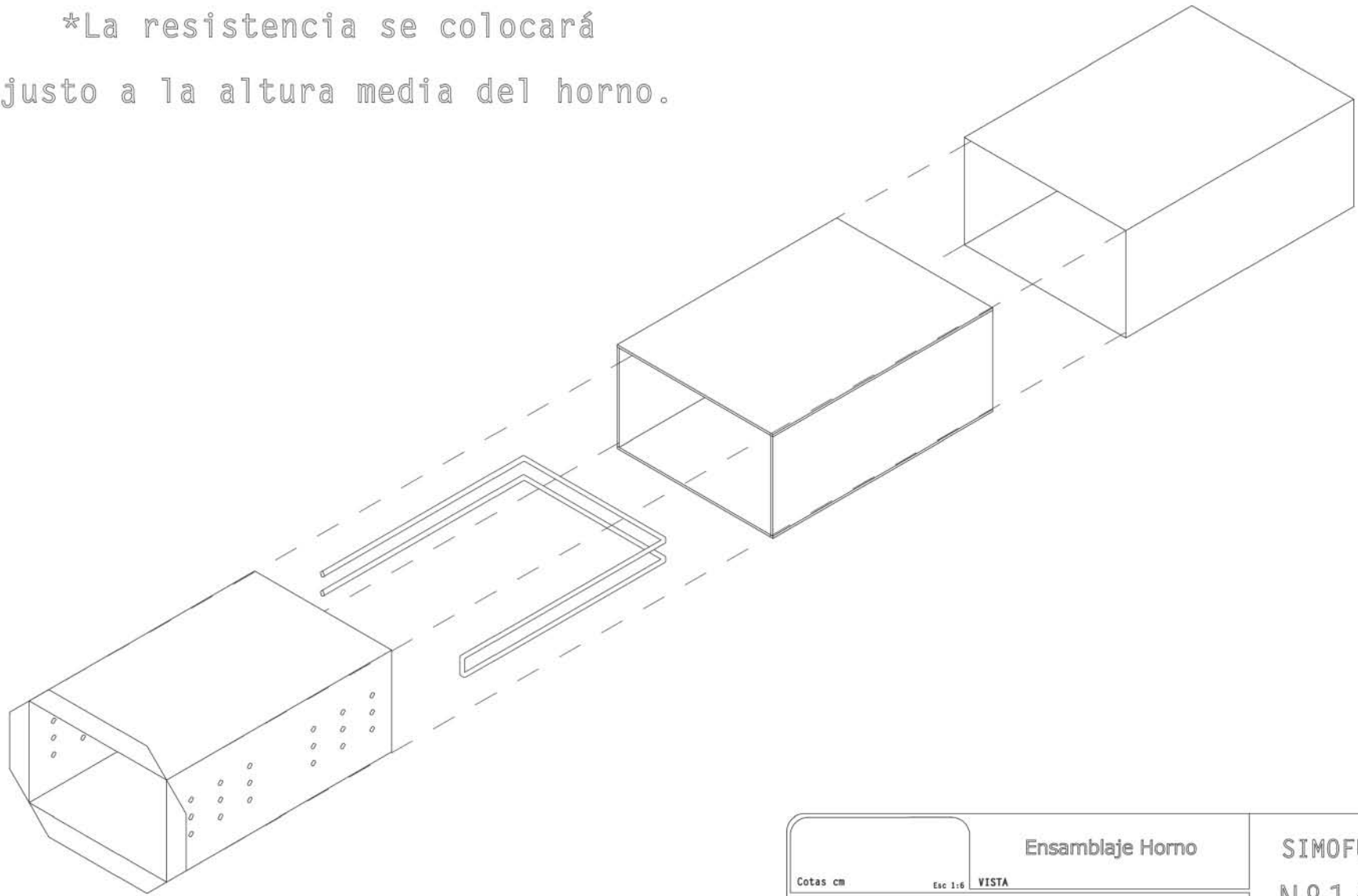




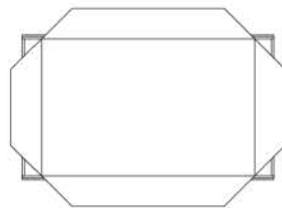
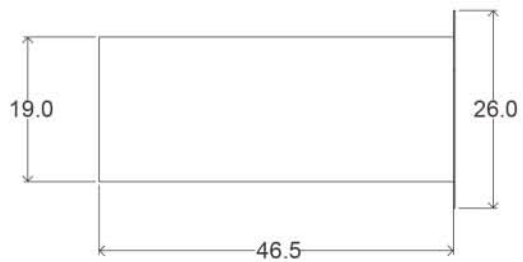
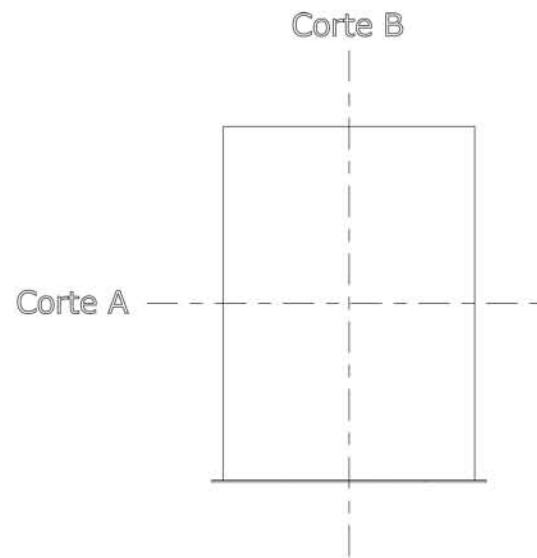
<b>006-H-02</b>	
Pieza construida con Paneles de PVC reciclado de 3mm de espesor pegado con cemento transparente para PVC.	<b>CANT. 02</b>
	

Cotas cm	Esc 1:6	<b>Paneles de PVC reciclado de 3mm Hornos</b>	<b>SIMOFU Nº 13</b>
DIBUJO		Edgar Alberto Moreno Martínez.	
		VISTA	

\*La resistencia se colocará  
justo a la altura media del horno.



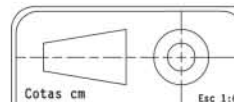
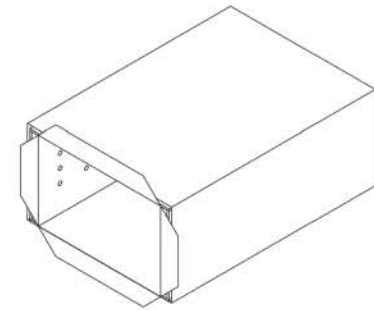
Cotas cm	Esc 1:6	VISTA	Ensamblaje Horno	SIMOFU
DIBUJO			Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 14



### Horno Armado

Las pestañas de horno irán soldadas y la cubierta de lámina galvanizada se colocará a presión.

CANT.02



Cotas cm

Esc 1:6

VISTA

Vistas Generales Horno

Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO

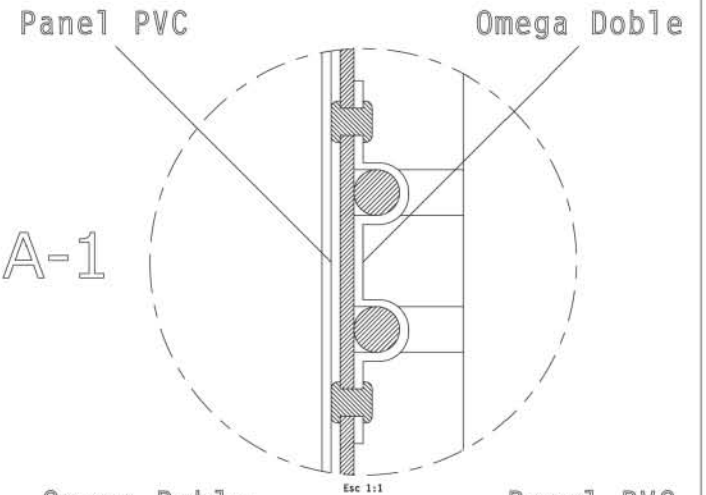
SIMOFU

Nº 15

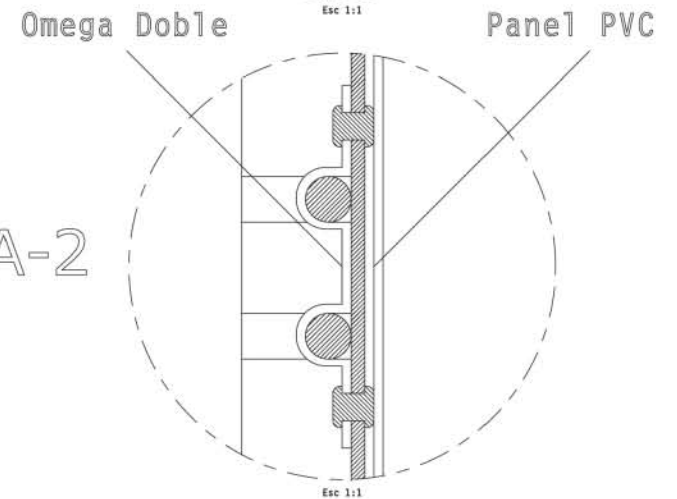
\*Fijación de Resistencia Eléctrica a paneles de PVC con Omegas Dobles.



Detalle A-1



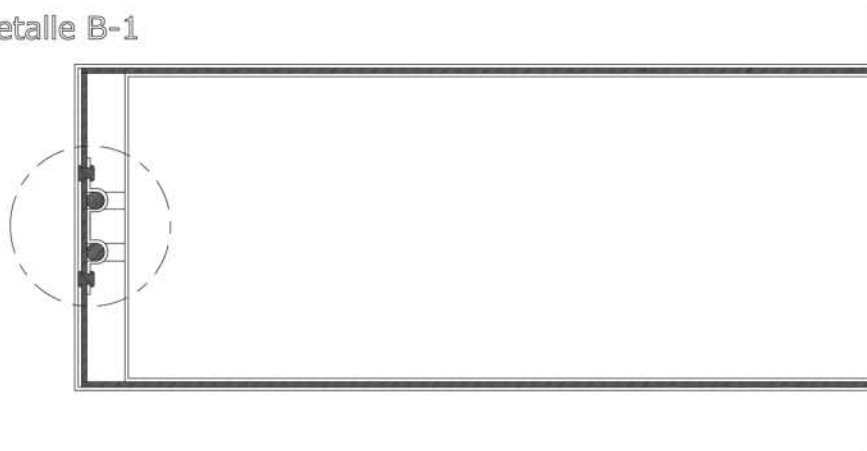
Detalle A-2



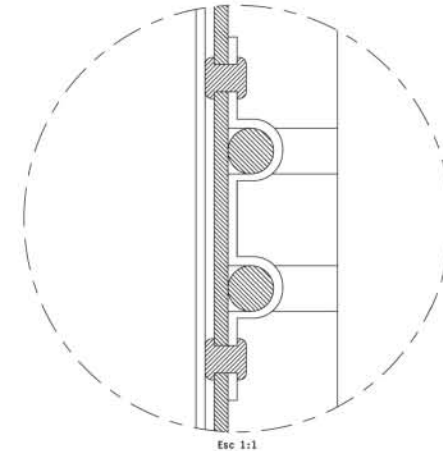
Cotas cm		Esc 1:3	VISTA	Hornos Corte A	SIMOFU
DIBUJO				Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 16

\*Fijación de Resistencia Eléctrica  
a paneles de PVC con Omegas Dobles.

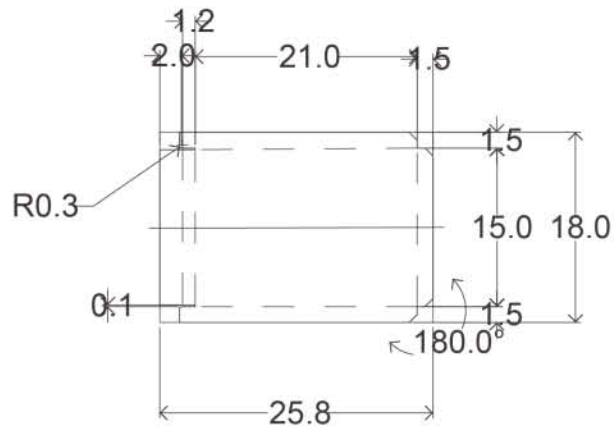
Detalle B-1



Detalle B-1



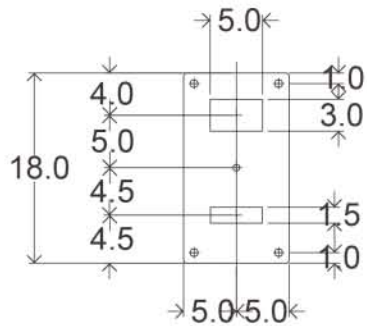
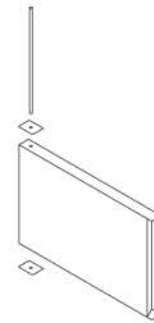
	Hornos Corte B	SIMOFU
Cotas cm	Esc 1:3 VISTA	Nº 17
DIBUJO	Edgar Alberto Moreno Martínez.	



007-H-02

Bridas soldadas a pared frontal de horno, marco de puerta forrado con tira de neopreno e imanes para recibir la puerta.

CANT. 02



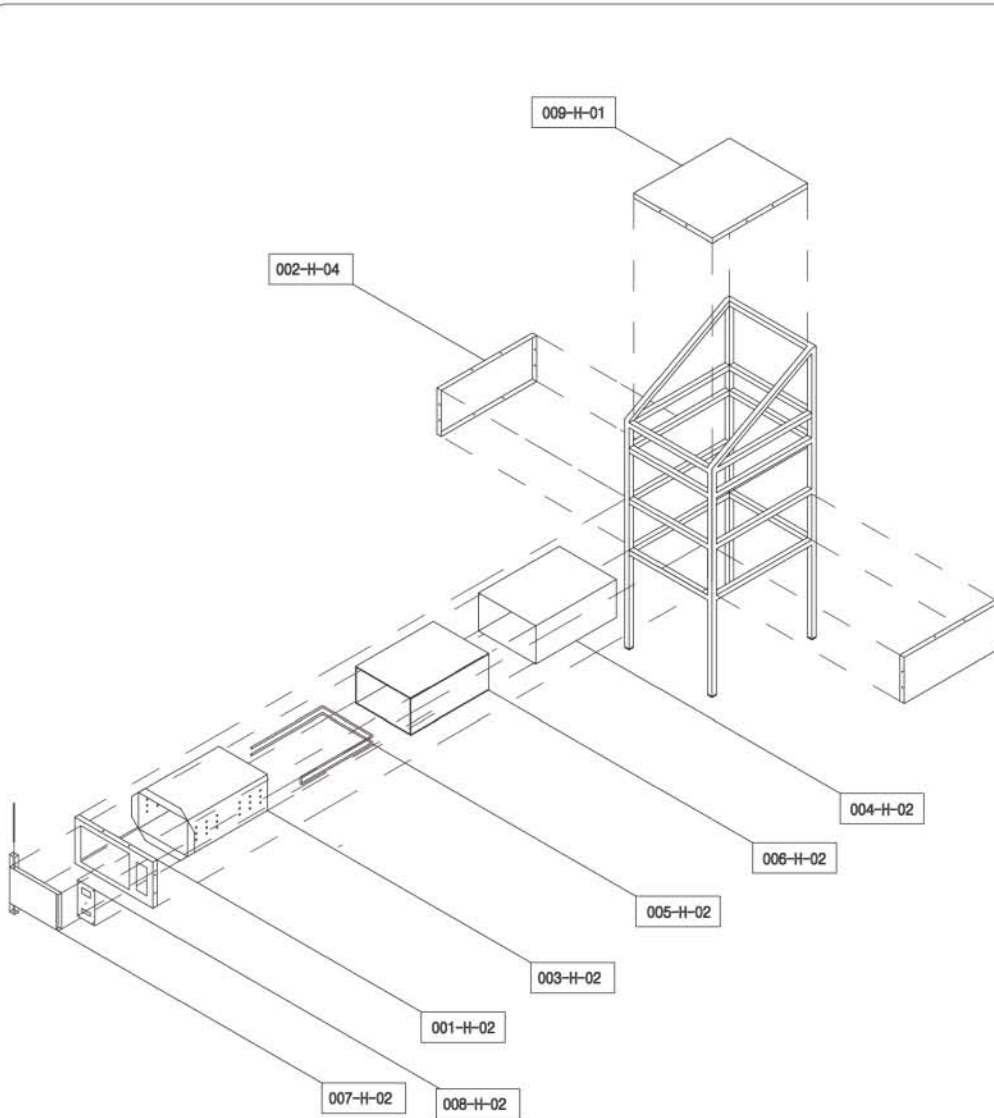
008-H-02

Barrenos de 1/4" y cortes internos con caladora para inserción de display y rotulador.

CANT. 02



Cotas cm	Esc 1:4 VISTA	Puerta y Display Hornos	SIMOFU
		Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 18
DIBUJO			

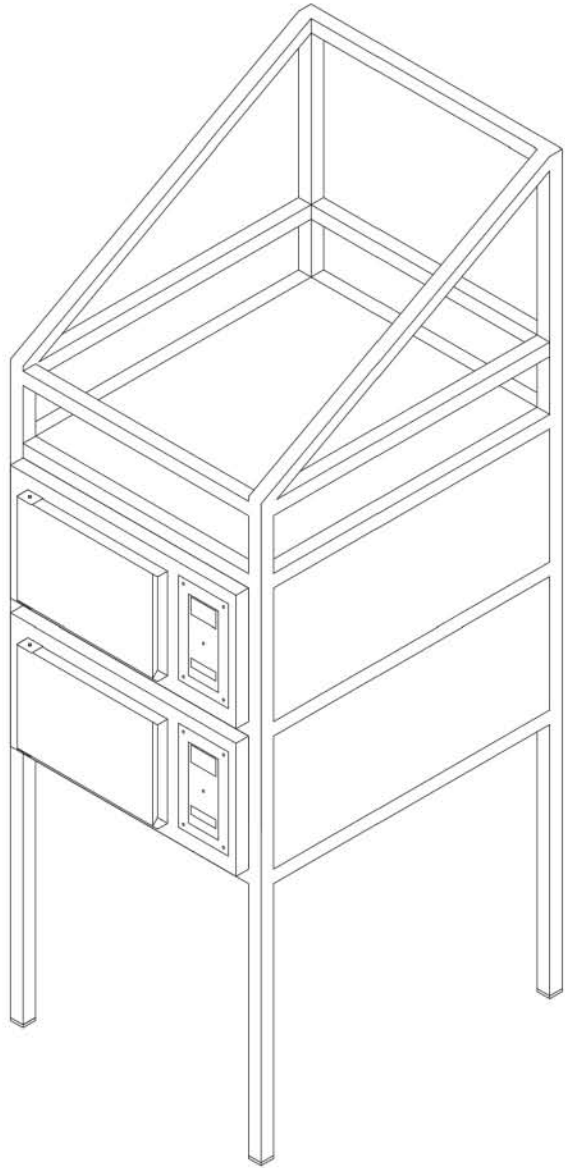


009-H-01	09	Charola intermedia	01	(Ver desarrollo pieza 004-B-01)
008-H-02	08	Tapa Display	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
007-H-02	07	Puerta	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
006-H-02	06	Paneles PVC	02	Lámina de PVC reciclado de 3mm
005-H-02	05	Resistencia Eléctrica	02	Resistencia Eléctrica de 1cm de diámetro fijada con 3 omegas dobles
004-H-02	04	Cubierta	02	Lámina galvanizada Cal. 24 con paredes externas pintadas con plasticool
003-H-02	03	Horno	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
002-H-04	02	Charola Lateral	04	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
001-H-02	01	Charola Frontal	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
Clave	Pieza	Nombre	Cant.	Observaciones

Lista Maestra de Partes

Esc 1:20 <b>VISTA</b>	Explosiva Hornos	SIMOFU
	Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 19

DIBUJO



### Observaciones

Colocación  
de rotuladores

Verde-Superior  
Morado-Inferior

Perspectiva Hornos

Esc 1:8 VISTA

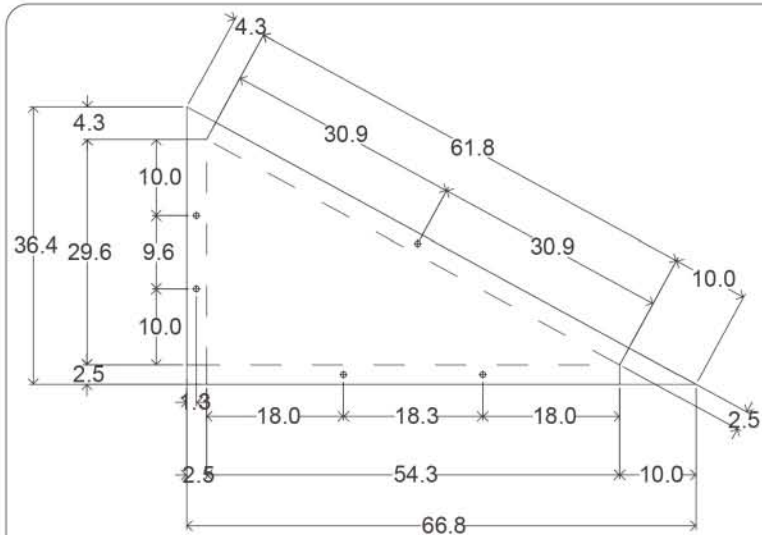
Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO

SIMOFU

Nº 20

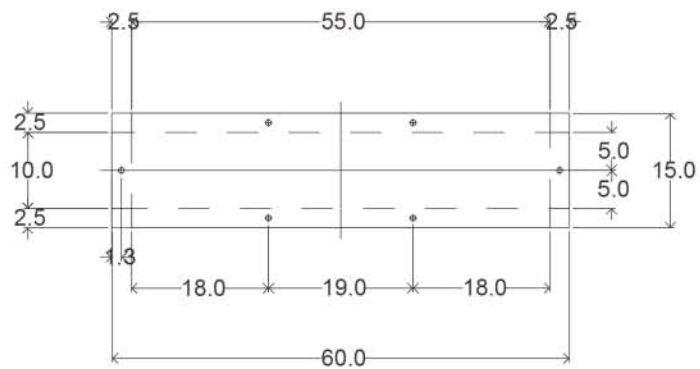
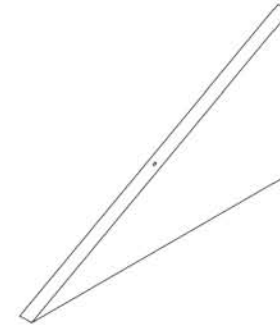




001-CI-02

Lámina de acero inoxidable  
 Cal .20 maquinada en cizalla  
 con dobleces a 90° en  
 pestañas de 2.5cm de ancho  
 con barrenos de 1/4".

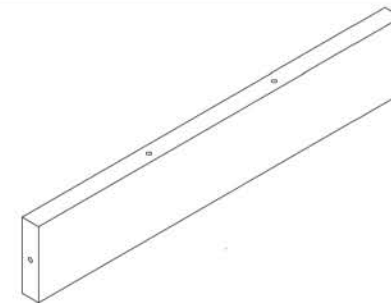
CANT. 2



002-CI-02

Lámina de acero inoxidable  
 Cal .20 maquinada en cizalla  
 con dobleces a 90° en  
 pestañas de 2.5cm de ancho  
 con barrenos de 1/4".

CANT. 02



Charolas Laterales  
 Cabina de Incubación

SIMOFU  
 N° 21

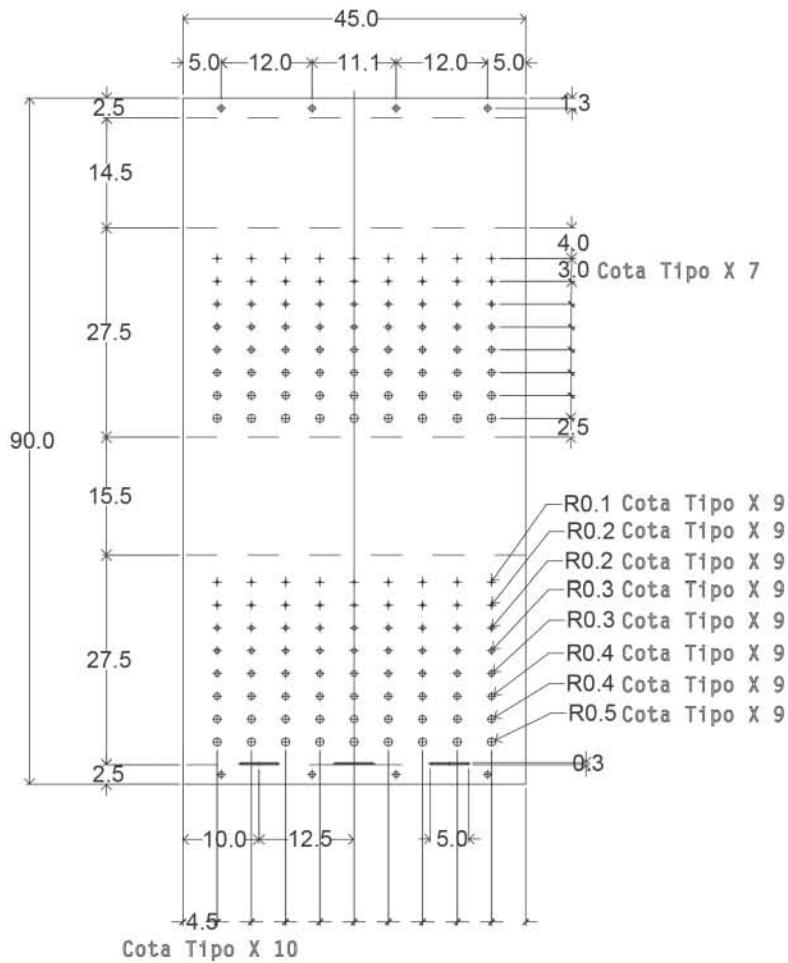
Cotas cm

Esc 1:6 VISTA

Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO

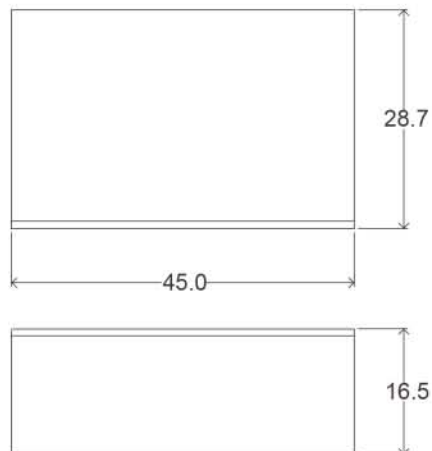




004-CI-01	
Barrenos de 1/4" pieza maquinada en corte láser de lámina de acero inoxidable.	CANT. 01

Cotas cm	Esc 1:6 VISTA	Rejilla Cabina de Incubación	SIMOFU
DIBUJO		Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 23

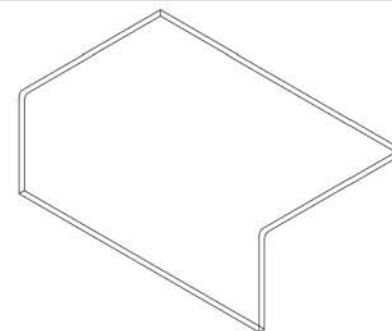
\*Montea curvado de vidrio



005-CI-02

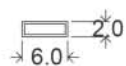
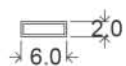
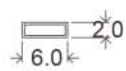
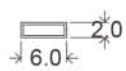
Vidrio templado y curvado de 4mm de espesor

CANT. 2

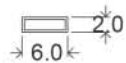
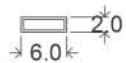


Verdes Morados

Cabinas



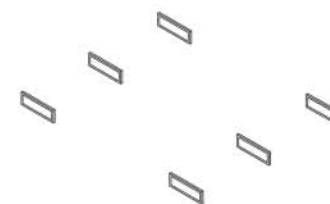
Hornos



006-CI-06

6 Rotuladores 3 calcomanías verdes y 3 moradas (Considerando Hornos y Cabinas)

CANT. 06



Tapas y Rotuladores  
Cabina de Incubación

Cotas cm

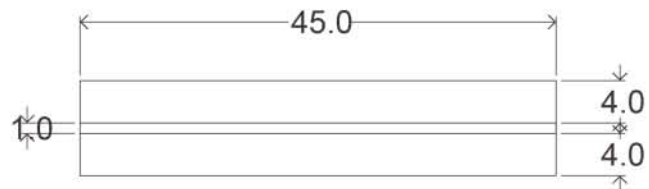
Esc 1:6 VISTA

Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO

SIMOFU

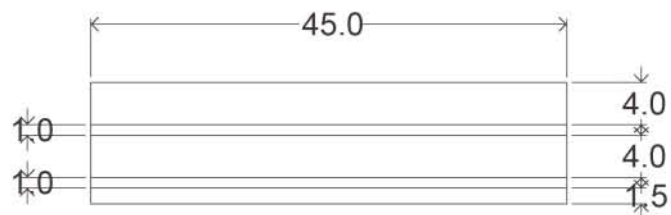
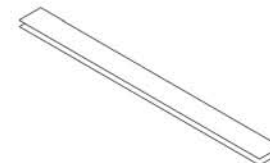
Nº 24



007-CI-02

Bisagra para tapas de  
cabinas de incubación.  
Lámina de Acero Inoxidable.

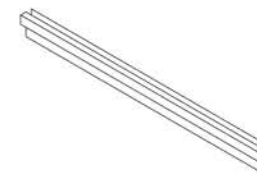
CANT.02



008-CI-02

Jaladera para tapas de  
cabinas de incubación.  
Lámina de Acero Inoxidable.

CANT.02



Cotas cm

Esc 1:4

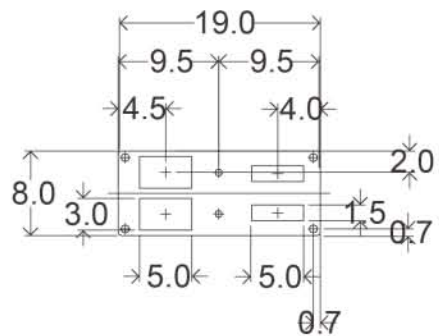
VISTA

Herrajes  
Cabina de Incubación

Edgar Alberto Moreno Martínez.

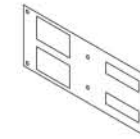
DIBUJO

SIMOFU  
Nº 25

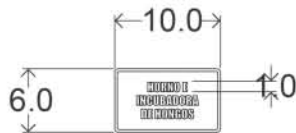


009-CI-01

Panel para controladores  
de cabinas de incubación  
Barrenos de 1/4" pieza  
maquinada en corte láser  
de lámina de acero inoxidable.



CANT.01



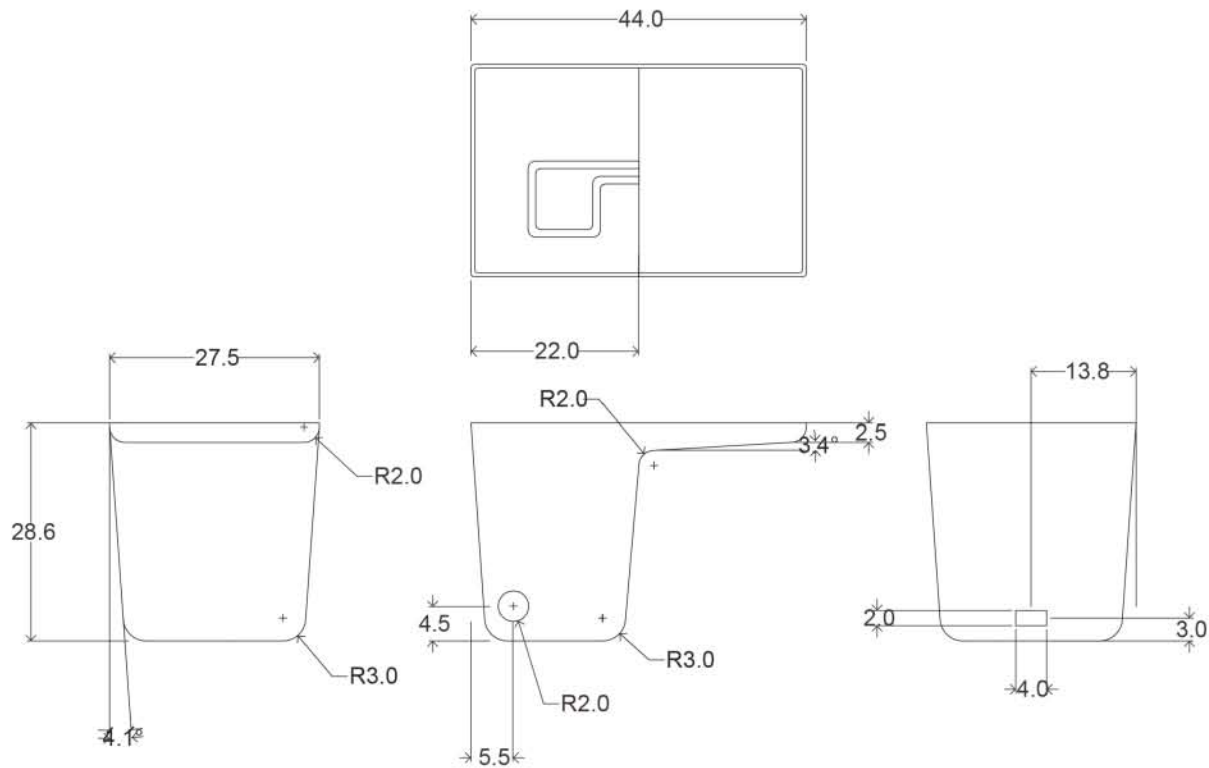
010-CI-01

Placa de Sistema  
Lámina de acero inoxidable  
grabada en láser adherida  
con cinta doble cara.



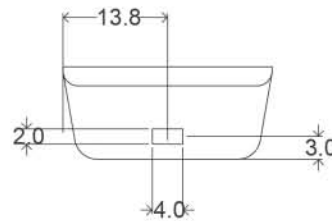
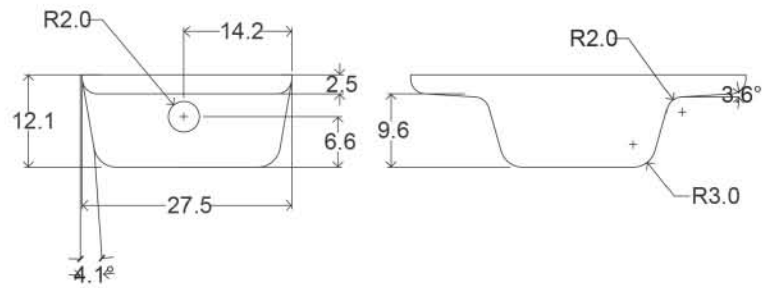
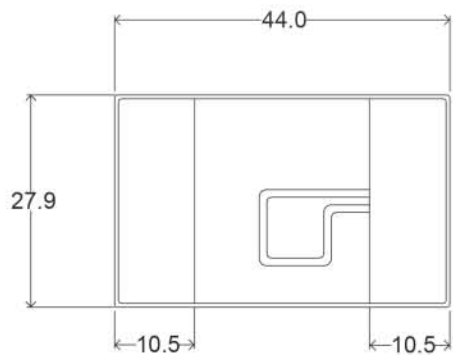
CANT.01

		Cabina de Incubación	SIMOFU
Cotas cm	Esc 1:4	VISTA	Nº 26
DIBUJO		Edgar Alberto Moreno Martínez.	



011-CI-01	
Contenedor A Termoformado en Lámina de PVC de 2.38mm (3/32")	CANT. 01

	<b>Contenedor A</b> <b>Cabina de Incubación</b>	<b>SIMOFU</b> <b>Nº 27</b>
Cotas cm      Esc 1:10      VISTA	Edgar Alberto Moreno Martínez.	
DIBUJO		

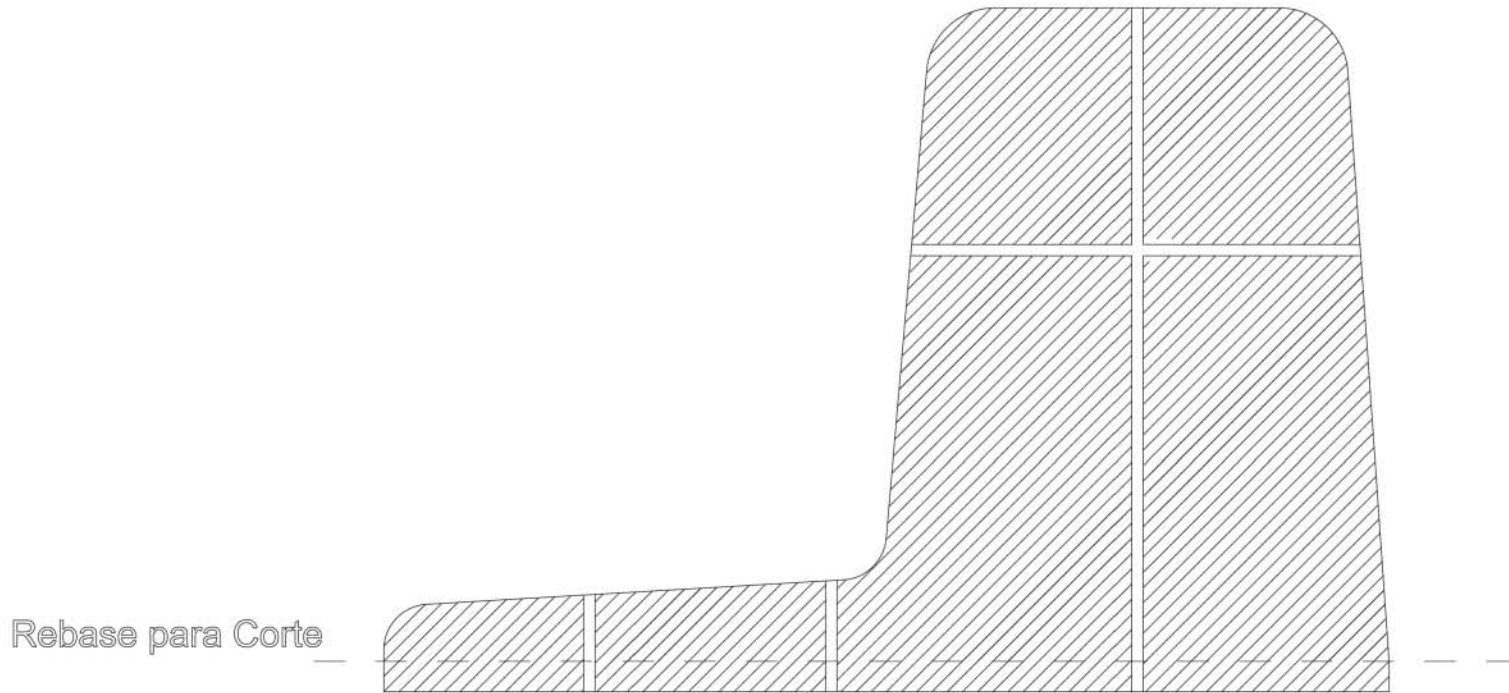


012-CI-01	
Contenedor B Termoformado en Lámina de PVC de 2.38mm (3/32")	CANT. 01

	<b>Contenedor B</b> <b>Cabina de Incubación</b>	<b>SIMOFU</b> <b>Nº 28</b>
Cotas cm	Esc 1:6 VISTA	
Edgar Alberto Moreno Martínez.		
DIBUJO		



\*Molde fabricado en MDF.

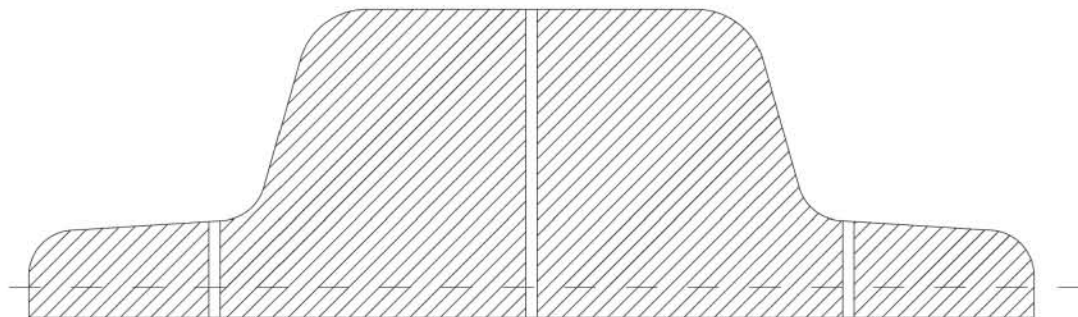


Corte Longitudinal muestra orificios de succión.

	Corte Molde Grande	SIMOFU
Esc 1:2 VISTA		Nº 29
DIBUJO	Edgar Alberto Moreno Martínez.	

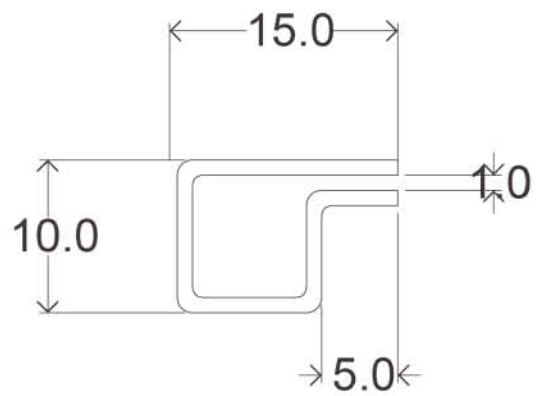
\*Molde fabricado en MDF.

Rebase para Corte



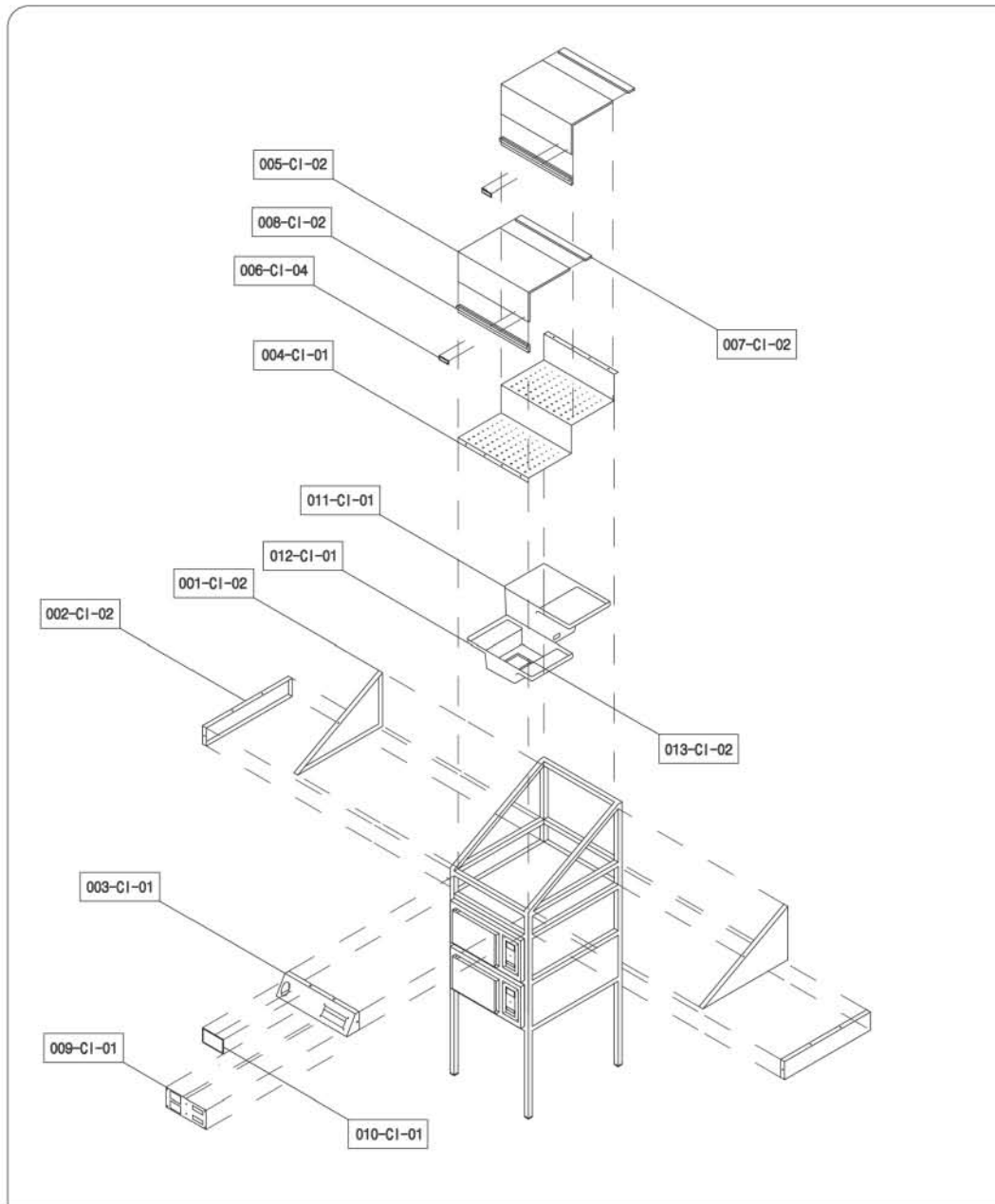
Corte Longitudinal muestra orificios de succión.

 Esc 1:2 VISTA	Corte Molde Chico	SIMOFU
DIBUJO	Edgar Alberto Moreno Martínez.	Nº 30



013-CI-02	
Resistencia Eléctrica de 1 cm de Diámetro	
CANT.02	

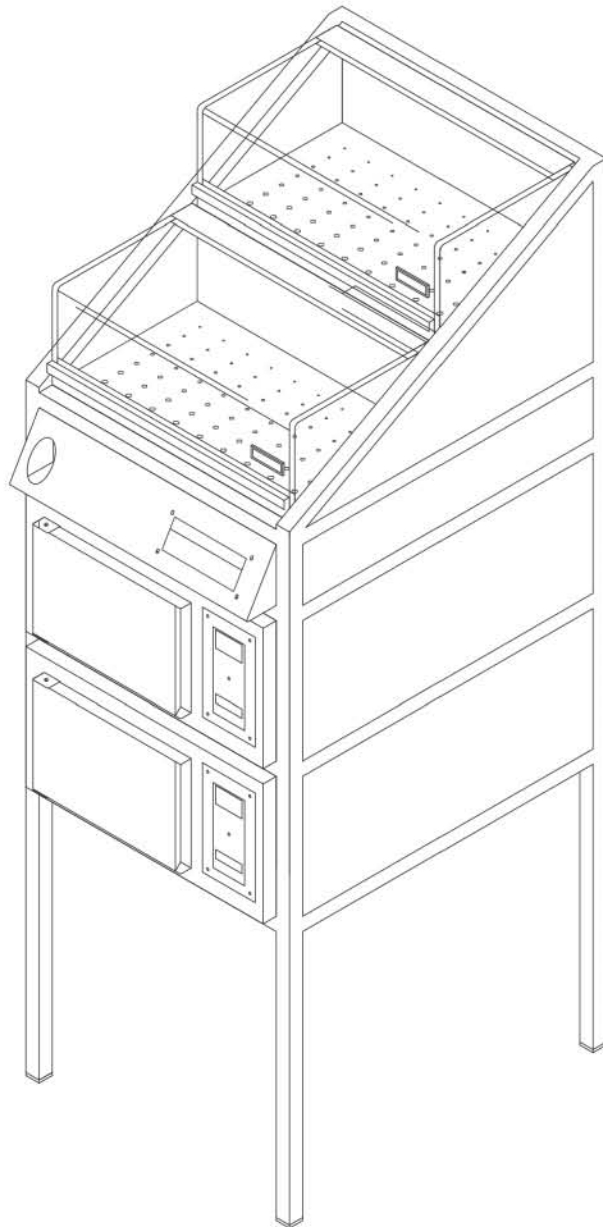
Cotas cm		Esc 1:3	VISTA	Cabina de Incubación	SIMOFU
DIBUJO		Edgar Alberto Moreno Martínez.		Nº31	



013-CI-02	22	Resistencia de inmersión	02	Resistencia de inmersión de 1cm de Diámetro
012-CI-01	21	Contenedor Chico	01	Lámina de PVC de 3mm Termoformado
011-CI-01	20	Contenedor Grande	01	Lámina de PVC de 3mm Termoformado
010-CI-01	19	Placa	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
009-CI-01	18	Tapa Display	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
008-CI-02	17	Jaladera	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
007-CI-02	16	Bisagra	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
006-CI-06	15	Rotulador	06	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
005-CI-02	14	Tapa de vidrio	02	Vidrio curvado y templado de 4mm
004-CI-01	13	Rejilla	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
003-CI-01	12	Tapa Controladores	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
002-CI-02	11	Charolas Laterales	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
001-CI-02	10	Charolas Triangulares	02	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
Clave	Pieza	Nombre	Cant.	Observaciones

Lista Maestra de Partes

Cotas cm		Esc 1:25 VISTA		<b>Explosiva</b> <b>Cabina de Incubación</b>  <b>SIMOFU</b> <b>Nº 32</b>
Edgar Alberto Moreno Martínez.				
DIBUJO				



## Observaciones

Respetar orden  
de rotuladores  
Verde-Superior  
Morado-Inferior

Cotas cm

Esc 1:8

VISTA

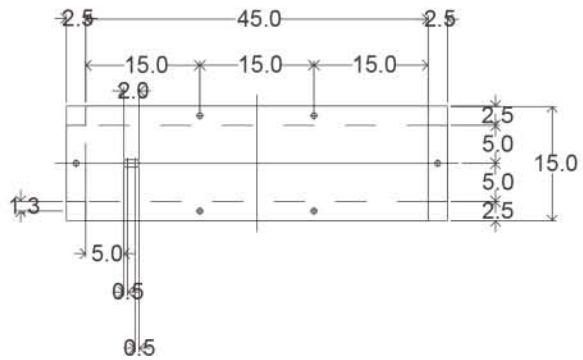
Perspectiva  
Cabina de Incubación

Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO

SIMOFU

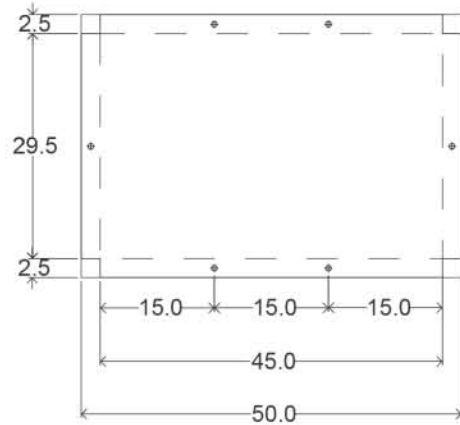
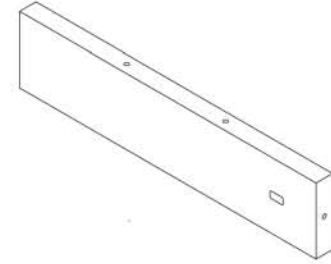
Nº 33



001-B-01

Lámina de acero inoxidable  
 Cal .20 maquinada en cizalla  
 con dobleces a 90° en  
 pestañas de 2.5cm de ancho  
 con barrenos de 1/4".

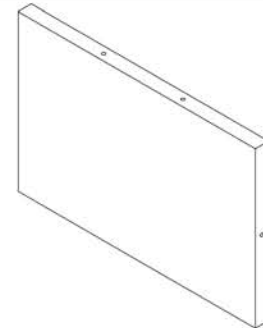
CANT.01



002-B-01

Lámina de acero inoxidable  
 Cal .20 maquinada en cizalla  
 con dobleces a 90° en  
 pestañas de 2.5cm de ancho  
 con barrenos de 1/4".

CANT.01



Back

Cotas cm

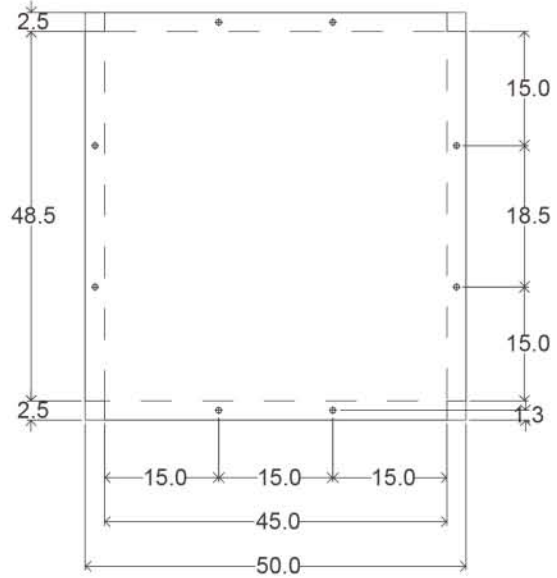
Esc 1:6 VISTA

Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO

SIMOFU

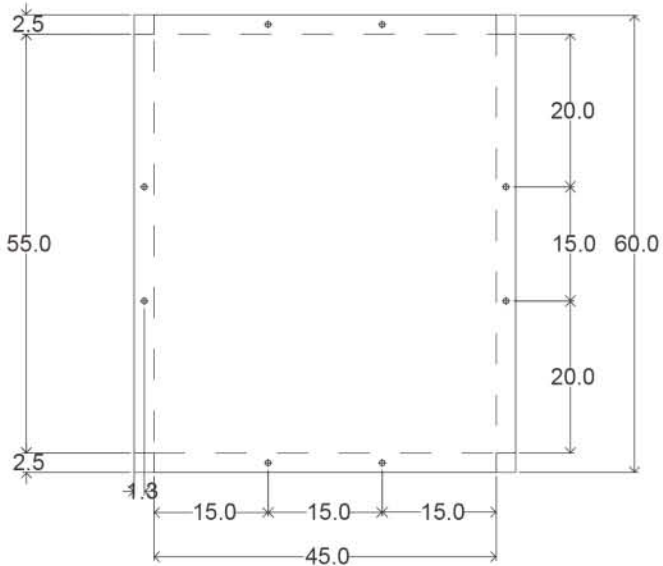
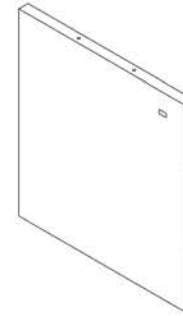
Nº 34



003-B-01

Lámina de acero inoxidable  
Ca1 .20 maquinada en cizalla  
con dobleces a 90° en  
pestañas de 2.5cm de ancho  
con barrenos de 1/4".

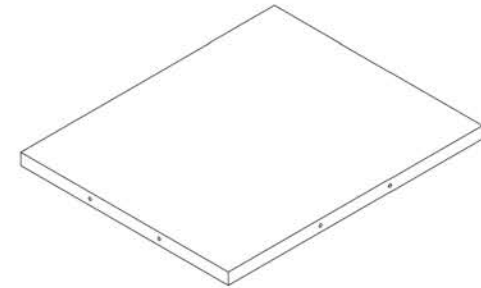
CANT.01



004-B-01

Lámina de acero inoxidable  
Ca1 .20 maquinada en cizalla  
con dobleces a 90° en  
pestañas de 2.5cm de ancho  
con barrenos de 1/4".

CANT.01



Cotas cm

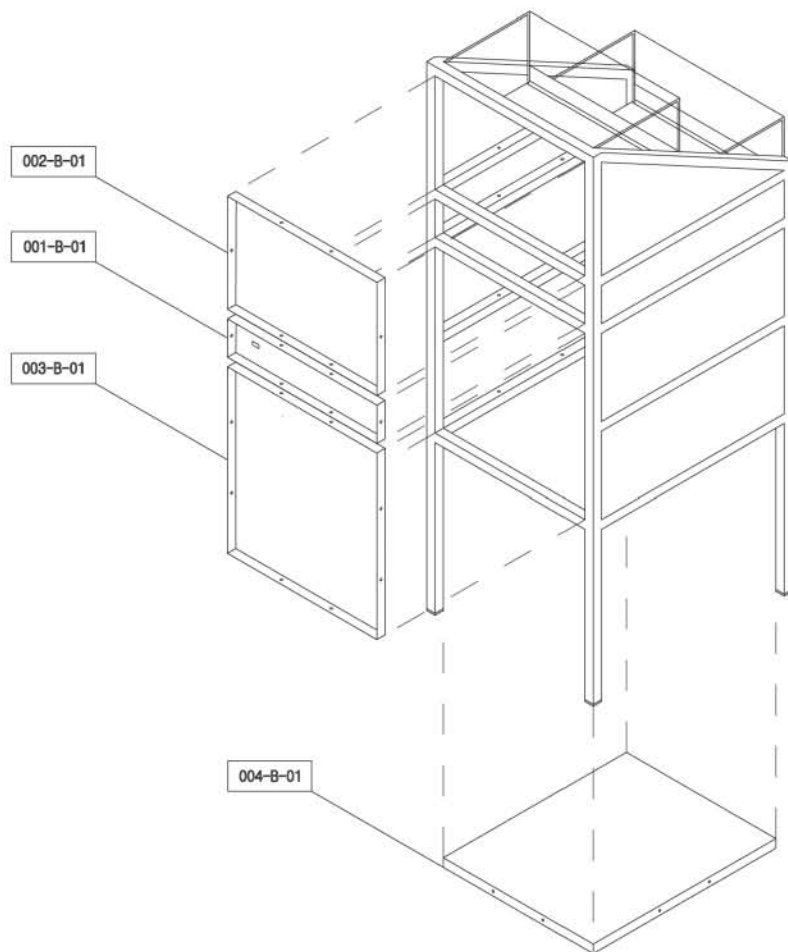
Esc 1:10 VISTA

Back

Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO

SIMOFU  
Nº 35

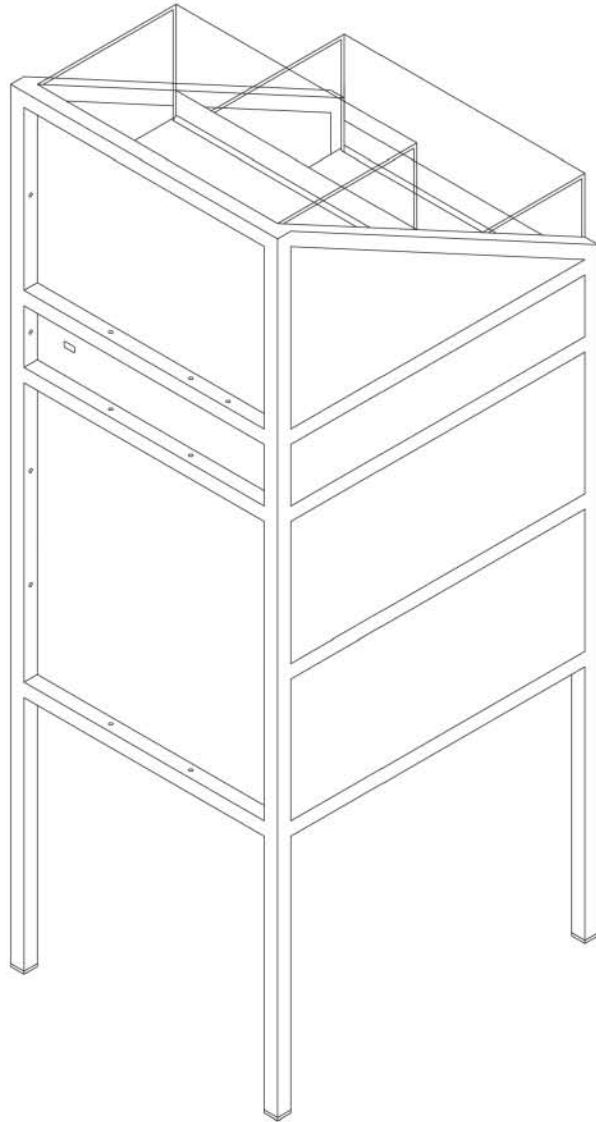


004-B-01	26	Charola Inferior	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
003-B-01	25	Charola Back Grande	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
002-B-01	24	Charola Back Mediana	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
001-B-01	23	Charola Back Chica	01	Lámina de Acero Inoxidable Cal. 20
Clave	Pieza	Nombre	Cant.	Observaciones

Lista Maestra de Partes

Cotas cm		Esc 1:12	VISTA	<b>Explosiva Back</b> SIMOFU N° 36
DIBUJO			Edgar Alberto Moreno Martínez.	





### Observaciones

Todas las charolas traseras e inferior deberán colocarse con los tornillos Allen de 1/4" hacia el exterior para permitir el mantenimiento del sistema.

Cotas cm

Esc 1:8 VISTA

Perspectiva Back

SIMOFU

Nº 37

Edgar Alberto Moreno Martínez.

DIBUJO







---

## Referencia Bibliográfica

- + Lázaro, P. I. (2010). Foro Impactos del cambio climático en el sector rural. Mexico: CEDRSSA.
- + Dr. Sierra, S. (2013, Septiembre 07) Entrevista con Dr. Sigfrido Sierra, Docente del Laboratorio cultivo de hongos, Facultad de Ciencias, UNAM.
- + Snedden, R. (2005). Plantas y hongos vida multicelular. México: Ediciones La Vasija.
- + Vedder, P. (1996). Cultivo moderno del champiñon. Madrid, España: Ediciones Mundi Prensa.
- + Wainwright, M. (1995). Introducción a la biotecnología de los hongos. Zaragoza, España: Acribia S.A.
- + Ergonomía 1 Fundamentos, 3ra Edición, Mondelo P. R., Gregori E., Barrau P., Alfaomega, UPC, 2000.
- + Instrucciones de uso, Plasticool, Aislantes Colima.
- + INEGI. Densidad de población por entidad federativa, 2000 y 2010.
- + Panero J. y Zelnik M., Las dimensiones humanas en los espacios interiores, estándares antropométricos, G. Gili, Mexico D.F. 1996.

## Referencia Electrónica

[www.hydroenv.com.mx](http://www.hydroenv.com.mx)

cocinaconalegria (2013). Recuperado el 18 de Octubre de 2013, de [www.cocinaconalegria.com/notas-con-alegria/ideas-verdes/item/hidroponia-donde-como-y-que-cultivar](http://www.cocinaconalegria.com/notas-con-alegria/ideas-verdes/item/hidroponia-donde-como-y-que-cultivar)

tipos de cultivo (2013) [www.slideshare.net/Tanyklim/tipos-de-cultivo](http://www.slideshare.net/Tanyklim/tipos-de-cultivo)

[www.bibliociencias.cu/gsd1/collect/libros/index/assoc/HASH010a.dir/doc.pdf](http://www.bibliociencias.cu/gsd1/collect/libros/index/assoc/HASH010a.dir/doc.pdf)

población mundial (2014) [data.worldbank.org](http://data.worldbank.org)





*“There can be no understanding between the hands  
and the brain unless the heart acts as mediator”*

Thea von Harbou