

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ**

**ING. MECANICA**

**PROYECTO:**

**“DISEÑO DE DUCTOS PARA EL SECADO DE TEJAS  
CON APROVECHAMIENTO DE CALOR GENERADO  
EN UN HORNO DE COCCIÓN”.**

**ALUMNO: DANIEL ALBERTO MENDOZA TOLEDO**

**ASESOR: Dr. PEDRO TOMAS ORTIZ OJEDA**

**OCTUBRE 2015, TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS**

# INDICE

	Pág.
INTRODUCCION .....	3
OBJETIVO GENERAL, ESPECÍFICO .....	4
JUSTIFICACIÓN.....	4
<b>MARCO TEORICO</b>	
ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA .....	5
LOCALIZACION DE LA EMPRESA .....	6
MISION DE LA EMPRESA.....	8
VISION DE LA EMPRESA.....	8
ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.....	8
DATOS GENERALES DE LA ARCILLA. ....	9
DESARROLLO .....	12
METODOLOGIA.....	15
CONCLUSION.....	20
GLOSARIO.....	22
ANEXOS.....	23
BIBLIOGRAFIA.....	38

# INTRODUCCIÓN

La contaminación en los últimos años ha aumentado de una manera muy rápida y es un tema importante a tratar para reducir las emisiones de gas a la atmosfera ya que nuestras futuras generaciones no tendrán un hogar limpio sino al contrario vivirán en un mundo sucio lleno de enfermedades. Por lo que se propone realizar un diseño de ductos donde los gases ya no se van directamente a la atmosfera y dañen la capa de ozono como comúnmente se hace.

En el siguiente proyecto de residencia nombrado como **“Diseño de ductos para el secado de tejas a partir del calor generado en un horno de cocción”** se refiere al aprovechamiento de todo ese vapor caliente o “humo” como comúnmente se conoce para que ayude a secar las tejas, el secado se va a llevar cabo en un cuarto que tiene las siguientes medidas: de ancho 10 metros, de largo 38 metros y con una altura de 2.5 respectivamente. Con ello se va reducir el tiempo de secado aproximadamente será un tercio del tiempo ocupado en la manera de secado rudimentaria que la empresa maneja.

Este secado de las tejas se va a llevar a cabo con ayuda del vapor caliente que el horno de cocción expulsa hacia la atmosfera, entonces todo ese vapor o humo como comúnmente se conoce será enviado mediante un ducto hacia el deposito donde tiene como misión eliminar toda la humedad que las tejas contienen.

El acomodo de las tejas dentro del depósito será por medio de estantes, cada estante tendrá 72 tejas de arcilla. El deposito como antes ya se ha mencionado va a estar estructurado de block hueco en las paredes, piso de cemento y el techo de láminas bañadas con espuma de poliuretano.

## **Objetivo general**

Diseñar un sistema de ductos para así aprovechar todo ese vapor caliente expulsado por el horno de cocción para que no siga contaminando y así reduzca el tiempo de secado de las tejas dentro del depósito.

## **Objetivos específicos**

- Satisfacer las demandas de los clientes.
- Reducir el tiempo de entrega del producto.
- Capacitación del personal en general.
- Reducir el tiempo de secado de las tejas
- Disminuir trabajo al momento de secado.

## **JUSTIFICACIÓN**

Muchas de las empresas de hoy en día, que ofrecen productos al mercado no cuentan con una buena forma de realizar sus actividades internas, porque no le toman mucha importancia; sin embargo son estas las que determinan el buen funcionamiento de las mismas.

Uno de los factores principales es la falta de conocimientos que no se tiene y esto provoca un mal servicio al cliente y en el proceso de producción se pierde materia prima.

Por otro lado la finalidad del diseño de este ducto en este proyecto es para aprovechar el vapor que se genera en el horno para que las tejas puedan secarse en un tiempo más corto y así entregarle al cliente el producto en un tiempo más corto de lo que normalmente se le entrega. Así también para que no siga contribuyendo en la contaminación, ya que todo ese vapor caliente (humo) se dispersa hacia la atmosfera dañando la capa de ozono e incrementando el efecto de invernadero, trayendo consigo cambios bruscos en el clima y en la naturaleza. En la formación de las nuevas generaciones ya que últimamente las criaturas nacen deformes tanto en humanos como en animales.

# MARCO TEÓRICO

## Aspectos generales de la empresa

### Evolución de la Empresa

La Empresa “Cerámicas Texturizadas de Chiapas S.A. de C.V.” se constituye legalmente el día 14 de Septiembre de 1998 bajo el registro no. 729 del Libro Primero Volumen III hecho el 29 de Septiembre de 1998; y el pago de derechos con la boleta no. 644945 hecho el día 23 de Septiembre de 1998. La empresa fue creada con la sociedad de cinco socios.

Los socios que dieron origen a la empresa “Cerámicas Texturizadas de Chiapas S.A. de C.V.” son los siguientes:

- 1.- Sr. Bernardo Ruiz Yáñez.
- 2.- Ing. Carlos Sánchez Pineda.
- 3.- Lic. Guillermo Sánchez Pineda.
- 4.- Ing. César Augusto Montesinos López.
- 5.- Ing. Luís Raúl Montesinos López.

De los antes mencionados los últimos tres (Ing. Luís Raúl Montesinos López, Ing. César Augusto Montesinos López y el Lic. Guillermo Sánchez Pineda), trabajan actualmente para la empresa, los cuales han aportado a la empresa experiencia en la forma de hacer el trabajo de la mejor forma posible, respetando a sus trabajadores.

La empresa Ceramitex ha evolucionado conforme a la experiencia que se ha adquirido a través de los años, perfeccionando el modo de cómo elaborar los productos para tener la mejor calidad posible.

En la planta de producción se han hecho modificaciones de maquinaria y equipo a través de los años, para tener una reducción de desperdicio y así llegar al gusto del cliente final teniendo productos resistentes y duraderos.

### Razón Social

Ceramitex S.A. de C.V.

## Localización de la Empresa

### Macro localización

La empresa Ceramitex se encuentra ubicada geográficamente en el estado de Chiapas, con la planta de producción en el municipio de Jiquipilas, y con las oficinas generales y centro de distribución en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, capital del estado.



Fig. 1. Macrolocalización en el estado de Chiapas

### Micro localización

La empresa Ceramitex tiene como domicilio fiscal el Libramiento Sur Oriente #384-B, C.P. 29080, en la Colonia Popular en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas con número telefónico 61-3-84-37. Esta se ilustra en la Figura 2.

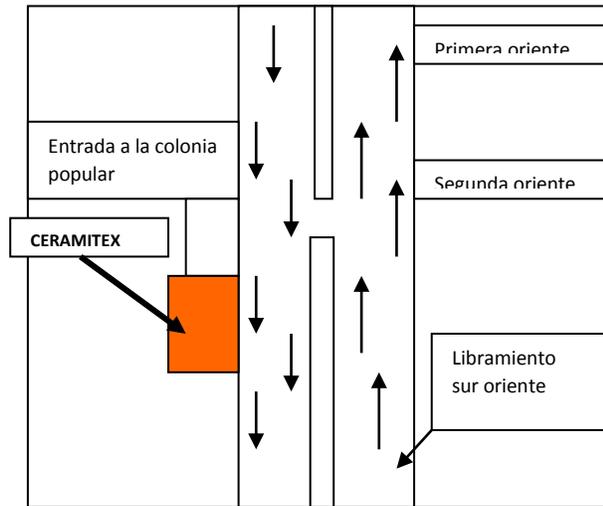


Fig. 2 Oficinas Generales y Centro de Comercialización de la Empresa Ceramitex

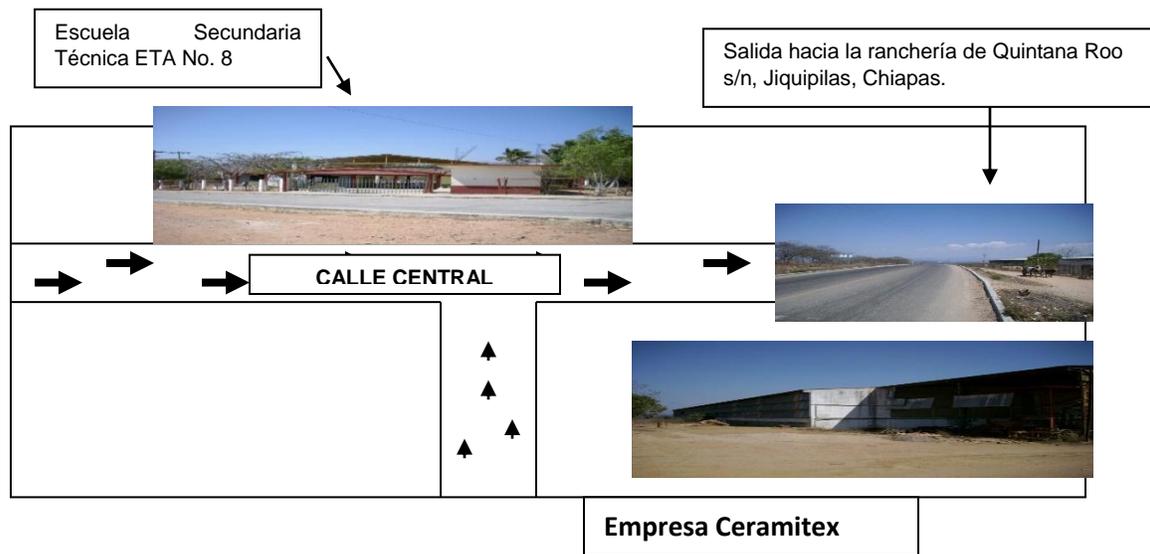


Fig. 3 Área de producción de la empresa Ceramitex S.A. de C.V en el municipio de Jiquipilas Chiapas

# MISIÓN Y VISIÓN.

## Misión.

Suministrar diversificación de nuestros productos texturizados cumpliendo las expectativas de nuestros clientes, proveedores y las nuestras propias; garantizando y manteniendo los estándares de calidad en todos nuestros productos, en la entrega oportuna.

## Visión

Nuestra visión es consolidarnos como una importante empresa dentro de la creación de tejas, aportando los mejores recursos humanos y asegurando la completa satisfacción de nuestros clientes, al desarrollar un continuo proceso de mejoramiento.

## Organigrama Actual de la Empresa

La estructura organizacional de “Cerámicas Texturizadas de Chiapas S.A. de C.V.” se presenta en la Fig. 4. Se observan lo que serían dos departamentos, el Administrativo y el de Producción, estos dos dependen directamente del Administrador General.

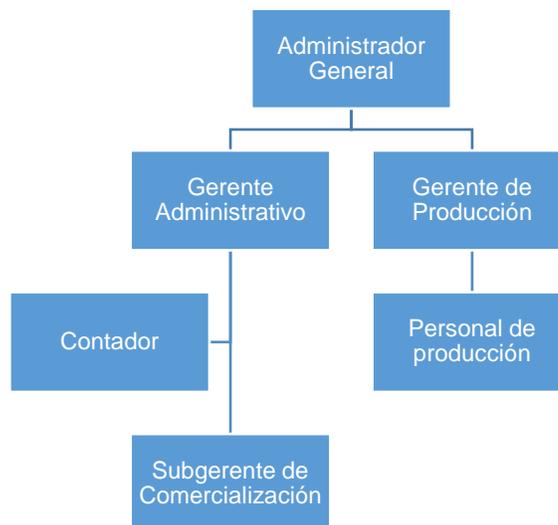


Fig. 4 Organigrama de la empresa Ceramitex

El gerente administrativo se encarga de la correcta función de las operaciones de la oficina central como son: planear, organizar, dirigir y operar las ventas del producto. Asimismo, trabaja de manera coordinada con el contador que se encarga de los aspectos contables, tales como la elaboración de estados financieros y aspectos referentes a los recursos humanos como los son pagos de nómina, asistencia, entre otros.

En el departamento de producción se planea y supervisa el proceso de producción. Para esto se cuenta con un gerente de producción que opera en la fábrica en Jiquipilas. Esta persona tiene a su cargo todo el personal operativo de la empresa que son aproximadamente de doce a quince personas que depende de la temporada que sea.

## **DATOS GENERALES DE LA ARCILLA.**

El conocimiento de la naturaleza de la **arcilla** se hizo mejor hacia los años 1920s y 1930s con la mejora en la tecnología de los microscopios, necesarios para analizar los tamaños infinitesimales de sus partículas. La estandarización de la terminología durante ese periodo fue buena con especial atención a los términos similares y confusos, como hoja y plano.

### **Historia del uso de la arcilla**

La arcilla tiene propiedades plásticas, lo que significa que al humedecerla puede ser modelada fácilmente. Al secarse se torna firme y cuando se somete a altas temperaturas aparecen reacciones químicas que, entre otros cambios, causan que la arcilla se convierta en un material permanentemente rígido, denominado cerámica.

Por estas propiedades la arcilla es utilizada para hacer objetos de alfarería, de uso cotidiano o decorativo. Los diferentes tipos de arcilla, cuando se mezclan con diferentes minerales y en diversas condiciones, son utilizados para producir loza, gres y porcelana. Dependiendo del contenido mineral de la tierra, la arcilla, puede aparecer en varios colores, desde un pálido gris a un oscuro rojo anaranjado. Un horno diseñado específicamente para cocer arcilla es llamado horno de alfarero.

La humanidad descubrió las útiles propiedades de la arcilla en tiempos prehistóricos, y los recipientes más antiguos descubiertos son las vasijas elaboradas con arcilla. También se utilizó, desde la prehistoria, para construir edificaciones de tapial, adobe y posteriormente ladrillo, elemento de construcción cuyo uso aún perdura y es el más utilizado para hacer muros y paredes en el mundo moderno. La arcilla fue utilizada en la antigüedad también como soporte de escritura. Miles de años antes de Cristo, por cuenta de los sumerios en la región mesopotámica, la escritura cuneiforme fue inscrita en tablillas de arcilla.

La arcilla cocida al fuego, la cerámica, es uno de los medios más baratos de producir objetos de uso cotidiano, y una de las materias primas utilizada profusamente, aun hoy en día. Ladrillos, vasijas, platos, objetos de arte, e incluso sarcófagos o instrumentos musicales, tales como la ocarina, fueron y son modelados con arcilla. La arcilla también se utiliza en muchos procesos industriales, tales como la producción de cemento, elaboración de papel, y obtención de sustancias de filtrado.

Los arqueólogos utilizan las características magnéticas de la arcilla cocida encontrada en bases de hogueras, hornos, etc., para fechar los elementos arcillosos que han permanecido con la misma orientación, y compararlos con otros periodos históricos.

La arcilla es un suelo o roca sedimentaria constituido por agregados de silicatos de aluminio hidratados, procedentes de la descomposición de rocas que contienen feldespato, como el granito. Presenta diversas coloraciones según las impurezas que contiene, desde el rojo anaranjado hasta el blanco cuando es pura.



Fig. 5 Arcilla del período cuaternario(400.000 años)

Físicamente se considera un coloide, de partículas extremadamente pequeñas y superficie lisa. El diámetro de las partículas de la arcilla es inferior a 0,002 mm.

Se caracteriza por adquirir plasticidad al ser mezclada con agua, y también sonoridad y dureza al calentarla por encima de 800 °C. La arcilla endurecida mediante la acción del fuego fue la primera cerámica elaborada por los seres humanos, y aún es uno de los materiales más baratos y de uso más amplio. Ladrillos, utensilios de cocina, objetos de arte e incluso instrumentos musicales como la ocarina son elaborados con arcilla. Las arcillas se pueden clasificar de acuerdo con varios factores. Así, dependiendo del proceso geológico que las originó y a la ubicación del yacimiento en el que se encuentran, se pueden clasificar en:

- **Arcilla primaria:** se utiliza esta denominación cuando el yacimiento donde se encuentra es el mismo lugar en donde se originó. El caolín es la única arcilla primaria conocida.
- **Arcillas secundarias:** son las que se han desplazado después de su formación, por fuerzas físicas o químicas. Se encuentran entre ellas el caolín secundario, la arcilla refractaria, la arcilla de bola, el barro de superficie y el gres.

Si atendemos a la estructura de sus componentes, se distinguen las arcillas filitenses y las arcillas fibrosas.

También se pueden distinguir las arcillas de acuerdo a su plasticidad. Existen así las arcillas plásticas (como la caolinita) y las poco plásticas (como la esméctica, que absorbe las grasas).

Por último, hay también las arcillas calcáreas, la arcilla con bloques (arcilla, grava y bloques de piedra de las morrenas), la arcilla de descalcificación y las arcillitas (esquistos arcillosos).

## Caolín

El caolín es un silicato de aluminio hidratado, producto de la descomposición de rocas feldespáticas principalmente. El término caolín se refiere a arcillas en las que predomina el mineral caolinita; su peso específico es de 2.6; su dureza es 2; color blanco, puede tener diversos colores debido a las impurezas; brillo generalmente terroso mate; es higroscópico (absorbe agua); su plasticidad es de baja a moderada.

Otras propiedades importantes son su blancura, su inercia ante agentes químicos, es inodoro, aislante eléctrico, moldeable y de fácil extrusión; resiste altas temperaturas, no es tóxico ni abrasivo y tiene elevada refractariedad y facilidad de dispersión. Es compacto, suave al tacto y difícilmente fusible. Tiene gran poder cubriente y absorbente y baja viscosidad en altos porcentajes de sólidos.

## **DESARROLLO.**

El depósito o cuarto donde se van a estar las tejas tiene las medidas de 38 m de largo, 10 m de ancho y una altura de 2.5 m.

Las tejas van a acomodarse en estantes. Una placa va a tener 12 tejas y el estante tiene 6 placas haciendo un total de 72 tejas en cada estante. A lo largo de todo el depósito están 240 estantes, teniendo un aproximado de 17,280 tejas de arcilla.

Las placas que sostienen las tejas tienen una medida de 100 x 70 x 0.2 cm.

Las bases de los estantes tienen una altura de 130 cm. Cada placa va a situada cada 20 cm.

### **Tubería**

El material de la tubería será de lámina galvanizada No 22, tubería rectangular como se explica más adelante.

El depósito o cuarto está estructurado de block hueco en las paredes, piso de cemento y el techo de láminas bañadas con espuma de poliuretano.

### **Horno**

El horno utiliza aceite quemado como combustible para la cocción. Con una dimensión de 6.30 m x 5.60 m x 4.10 m de H. dicho horno trabaja 26 horas.

Después de la cocción se espera de 3 a 4 días mientras enfría el horno para así poder sacar las tejas para su último paso que es la venta, ya sea que se dejen en Jiquipilas o se trasladen a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez.

## Diseño de la tubería en solidworks.

En la siguientes imágenes se muestra los diferentes ángulos del ensamble final.

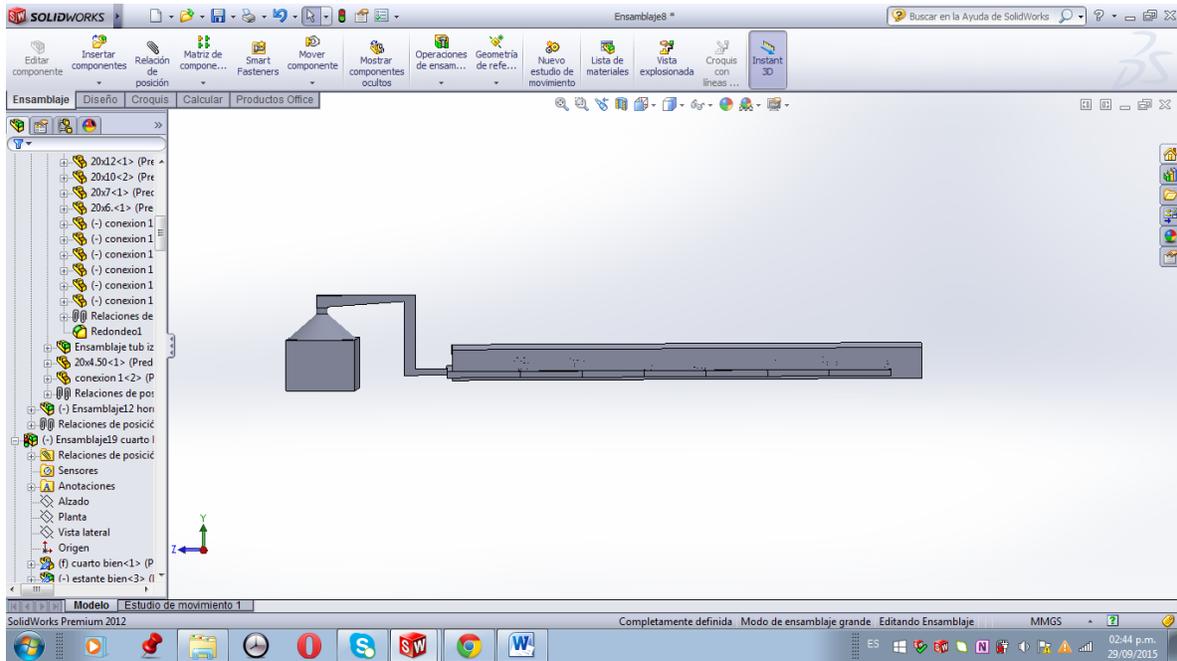


Fig. 6 Ensamble final del diseño del ducto para este proyecto.

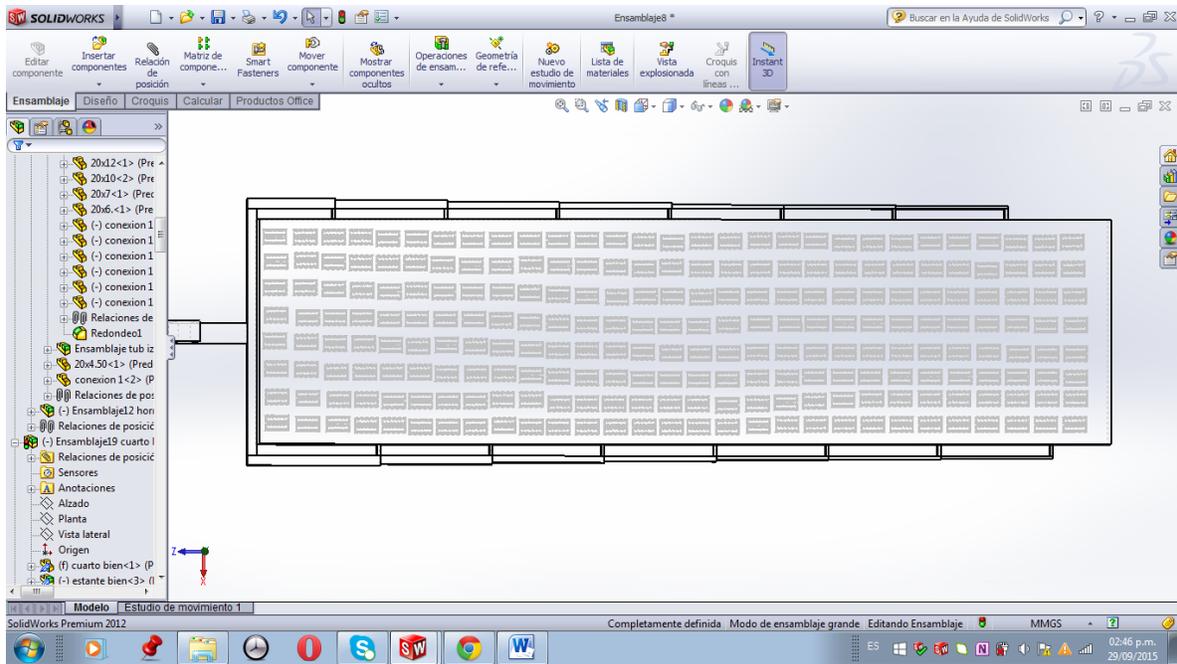


Fig. 7. Distribución de los difusores y acomodo de los estantes dentro del cuarto para secado.

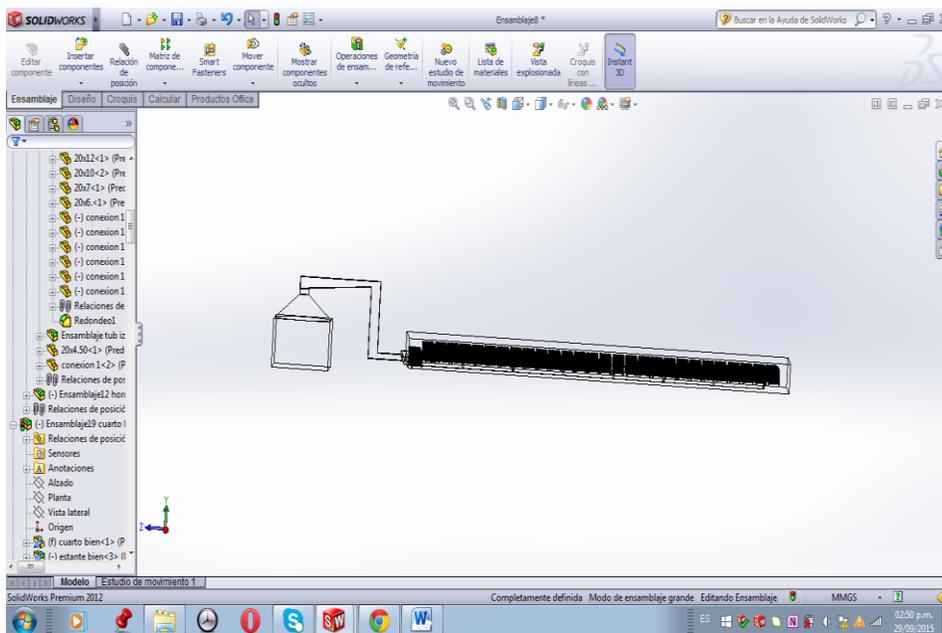


Fig. 8. Otra vista de todo el diseño.

## METODOLOGIA

Para empezar a calcular la tubería que se necesita para llevar a cabo este proyecto se hizo uso de un ventilador centrífugo, el cual tiene una capacidad de 5400 pcm (pies cúbicos por minuto). ya que el vapor tendrá que ser empujado hacia el cuarto, este a su vez va a tener la misma velocidad en todos los difusores.

### Calculo de caudal.

Caudal (Q)=5400 pcm (pies cúbicos por minuto)

Velocidad (V)= 1200 ft/min

Área (A)

Tramo principal

$$Q = A \times V \rightarrow A = \frac{5400 \text{ ft}^3/\text{min}}{1200 \text{ ft}/\text{min}} \quad A = 4.5 \text{ ft.}^2 = 648 \text{ ln}^2$$

Tramo 1

$$Q = \frac{5400 \text{ ft}^3/\text{min}}{2} =$$

$$Q = 2700 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Tramo 2.

$$Q = \frac{5400 \text{ ft}^3/\text{min}}{2} \dots \frac{2700 \text{ ft}^3/\text{min}}{7} \rightarrow 2700 \dots 385.71$$

$$Q = 2314.29 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Tramo 3.

$$Q = \frac{Q}{2} -- \frac{Q/2}{7} -- \frac{Q/2}{7} \Rightarrow 2700 - 385.714 - 385.714$$

$$Q = 1928.572 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Tramo 4.

$$Q = \frac{Q}{2} -- \frac{Q/2}{7} -- \frac{Q/2}{7} -- \frac{Q/2}{7} \Rightarrow 2700 -- 385.714 -- 385.714 -- 385.714$$

$$Q = 1542.858 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Tramo 5.

$$Q = \frac{Q}{2} -- \frac{Q/2}{7} -- \frac{Q/2}{7} -- \frac{Q/2}{7} -- \frac{Q/2}{7} \Rightarrow 2700 - 4(385.714)$$

$$Q = 1157.144 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Tramo 6.

$$Q = \frac{Q}{2} -- \frac{Q/2}{7} \times 5 = 2700 - 1928.57$$

$$Q = 771.43 \text{ ft}^3/\text{min}$$

Tramo. 7

$$Q = \frac{Q}{2} -- \frac{Q/2}{7} \times 6 = 2700 - 2314.284$$

$$Q = 385.716 \text{ ft}^3/\text{min}$$

**Cálculos de diámetros**, con apoyo de la tabla 1. Perdida por fricción en pulgadas de agua por cien pies.

**Tramo principal**

$$Q=5400 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V=1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A=648 \text{ in}^2 = 4.5 \text{ ft}^2$$

De tabla se obtienen los diámetros circulares

$$D_{\text{circ}} = 29 \text{ in}$$

**Tramo 1.**

$$Q=2700 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V=1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A=2.25 \text{ ft}^2 = 324 \text{ in}^2$$

$$D_{\text{circ}} = 20 \text{ in}$$

**Tramo 2.**

$$Q=2314.29 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V=1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A=1.9285 \text{ ft}^2 = 277.704 \text{ in}^2$$

$$D_{\text{circ}} = 19 \text{ in}$$

**Tramo 3.**

$$Q = 1928.572 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V = 1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A = 1.607 \text{ ft}^2 = 277.704 \text{ in}^2$$

$$D_{\text{circ}} = 17 \text{ in}$$

**Tramo 4.**

$$Q = 1542.858 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V = 1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A = 1.285 \text{ ft}^2 = 185.143 \text{ in}^2$$

$$D_{\text{circ}} = 15.5 \text{ in}$$

**Tramo 5.**

$$Q = 1157.144 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V = 1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A = 0.964 \text{ ft}^2 = 138.854 \text{ in}^2$$

$$D_{\text{circ}} = 13 \text{ in}$$

**Tramo 6.**

$$Q = 771.43 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V = 1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A = 0.6428 \text{ ft}^2 = 92.563 \text{ in}^2$$

$$D_{\text{circ}} = 11 \text{ in}$$

### Tramo 7.

$$Q = 385.716 \text{ ft}^3/\text{min}$$

$$V = 1200 \text{ ft}/\text{min}$$

$$A = 0.32143 \text{ ft}^2 = 46.286 \text{ in}^2$$

$$D_{\text{circ}} = 7.5 \text{ in}$$

**Equivalencias de ductos circulares a rectangulares.** Apoyándose de la tabla 1. Equivalentes circulares de ductos rectangulares para fricciones y capacidades iguales.

### Ducto principal

$$D_{\text{circ}} = 29 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 36 \text{ y } 20 \text{ in}$$

### Tramo 1.

$$D_{\text{circ}} = 20 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 17 \text{ y } 20 \text{ in}$$

### Tramo 2.

$$D_{\text{circ}} = 19 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 15 \text{ y } 20 \text{ in}$$

### Tramo 3.

$$D_{\text{circ}} = 17 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 12 \text{ y } 20 \text{ in}$$

### Tramo 4.

$$D_{\text{circ}} = 15.5 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 10 \text{ y } 20 \text{ in}$$

### Tramo 5.

$$D_{\text{circ}} = 13 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 7 \text{ y } 20 \text{ in}$$

### Tramo 6.

$$D_{\text{circ}} = 11 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 6 \text{ y } 20 \text{ in}$$

## Tramo 7.

$$D_{\text{circ}} = 7.5 \text{ in} \Rightarrow D_{\text{rect}} = 4.5 \text{ y } 20 \text{ in}$$

Con estos diámetros rectangulares obtenidos ya se puede empezar a construir la tubería.

Peso obtenido al experimentar 4 tejas expuestas al sol el día 05 de marzo de 2015

A las 10 hrs

Teja 1.  $\Rightarrow$  1.265 kg

Teja 2.  $\Rightarrow$  1.295 kg

Teja 3.  $\Rightarrow$  1.300 kg

Teja 4.  $\Rightarrow$  1.330 kg

A las 15 hrs

Teja 1.  $\Rightarrow$  1.230 kg

Teja 2.  $\Rightarrow$  1.265 kg

Teja 3.  $\Rightarrow$  1.250 kg

Teja 4.  $\Rightarrow$  1.285 kg

Con esos datos no es posible sacar la curva de tiempo de secado ya que faltan más experimentos. Para un proyecto de titulación si es necesario tener todas las pruebas para hacer una buena curva de secado y así poder predecir exactamente en qué tiempo se va a secar una teja y luego tener un dato general para todas las tejas que se encuentren dentro del cuarto o depósito.

## CONCLUSION

En este proyecto de residencia se ha encontrado una respuesta para la empresa "ceramitex". Diseñando una tubería rectangular que va desde el horno de cocción hasta el deposito donde se encuentran las tejas de arcilla.

La arcilla es un material muy factible en nuestro medio ya que la materia prima abunda. Tiene propiedades plásticas, lo que significa que al humedecerla puede ser modelada fácilmente. Al secarse se torna firme y cuando se somete a altas temperaturas (que va desde los 800 a los 1000 grados Celsius depende del tipo de horno) aparecen reacciones químicas que, entre otros cambios, causan que la arcilla se convierta en un material permanentemente rígido.

Se ha tomado las medidas de las tejas de arcilla de 30 X 15 cm. para así distribuir las sobre una placa de 100 X 70 cm., sobre la dicha van 12 tejas, dos filas de seis. Luego cada placa se acomoda en un estante con una separación de 20 cm. Haciendo un total de 72 tejas en cada estante. El cuarto con medidas de 38 m. de largo, 10 m. de ancho y 2.5 m. de altura, dentro de este se van a distribuir 240 estantes. Se ha establecido 14 difusores, 7 en cada lado del cuarto.

Se ha diseñado una tubería rectangular para este proyecto ya que tiene sus ventajas comparado con la tubería circular entre las cuales se pueden citar:

- ✓ Es más barato.
- ✓ Facilidad para ensamblar.
- ✓ El gas (vapor) corre más rápido.

Se ha hecho uso de un ventilador centrifugo de 5400 pcm (pies cúbicos por minuto) de ahí se ha partido para encontrar áreas y diámetros circulares en la tabla 1, ya después de calcular el diámetro circular se utiliza la tabla 2 para tener la equivalencia en diámetro rectangular y así poder calcular la tubería.

Como prioridad de este trabajo es evitar y ahorrar trabajo ya que el secado rudimentario que se tiene en la empresa son tres días en sombra y un día en sol un aproximado de 80, 85 horas. Con este sistema de ductos la empresa se ahorra tiempo, dinero, trabajo, entre otras cosas, ya que el tiempo de secado se reduciría a 30 horas.

Este proyecto se pretende ponerlo en práctica cuanto antes mejor como ya se ha mencionado disminuye el tiempo de secado de las tejas hechas de arcilla y por otro lado todos los gases que emite el horno al estar trabajando ya no se van directamente hacia la atmosfera. Aquí es un punto importante ayudar a combatir la contaminación ya es un tema de moda en nuestros días ya que como pasan los días esta nos daña mas tanto como personas, animales y medio ambiente. Es por ello el presente trabajo se concluye de una manera positiva ya que si es factible ponerlo en marcha.

## GLOSARIO

**Calor.** Se define como la transferencia de energía térmica que se da entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo que se encuentran a distintas temperaturas, en termodinámica significa transferencia de energía. Este flujo de energía siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia hasta que ambos cuerpos se encuentren en equilibrio térmico (ejemplo: una bebida fría dejada en una habitación se entibia).

La energía calórica o térmica puede ser transferida por diferentes mecanismos de transferencia, estos son la radiación, la conducción y la convección, los cuerpos no tienen calor, sino energía térmica.

**Temperatura.** Se define como temperatura de un cuerpo la cantidad de energía que contiene su unidad de masa. No depende del tamaño del cuerpo ni de su material. A mayor temperatura tendremos mayor sensación de calor, a menor temperatura, sensación de frío. Un cuerpo caliente aporta mayor cantidad de energía

La temperatura está relacionada con la energía interior de los sistemas termodinámicos, de acuerdo al movimiento de sus partículas, y cuantifica la actividad de las moléculas de la materia: a mayor energía sensible, más temperatura.

La temperatura suele medirse en grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), y también en grados Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) o con una unidad de temperatura absoluta como es el Kelvin (K). El cero absoluto (0 K) corresponde a  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Humedad.** Es la cantidad de vapor de agua contenida en la atmósfera.

**Humedad absoluta.** Se expresa en gramos por metro cúbico de aire, es la cantidad de vapor de agua que contiene la atmósfera. Es directamente proporcional a la temperatura, cuanto más calor, más humedad.

**Humedad relativa.** Es una proporción entre la que realmente tiene el aire, y la total que podría contener para que se saturara a igual temperatura. Es inversamente proporcional a la temperatura en las capas atmosféricas bajas. Con una humedad relativa de 100% o cercana a ese valor.

# Anexos

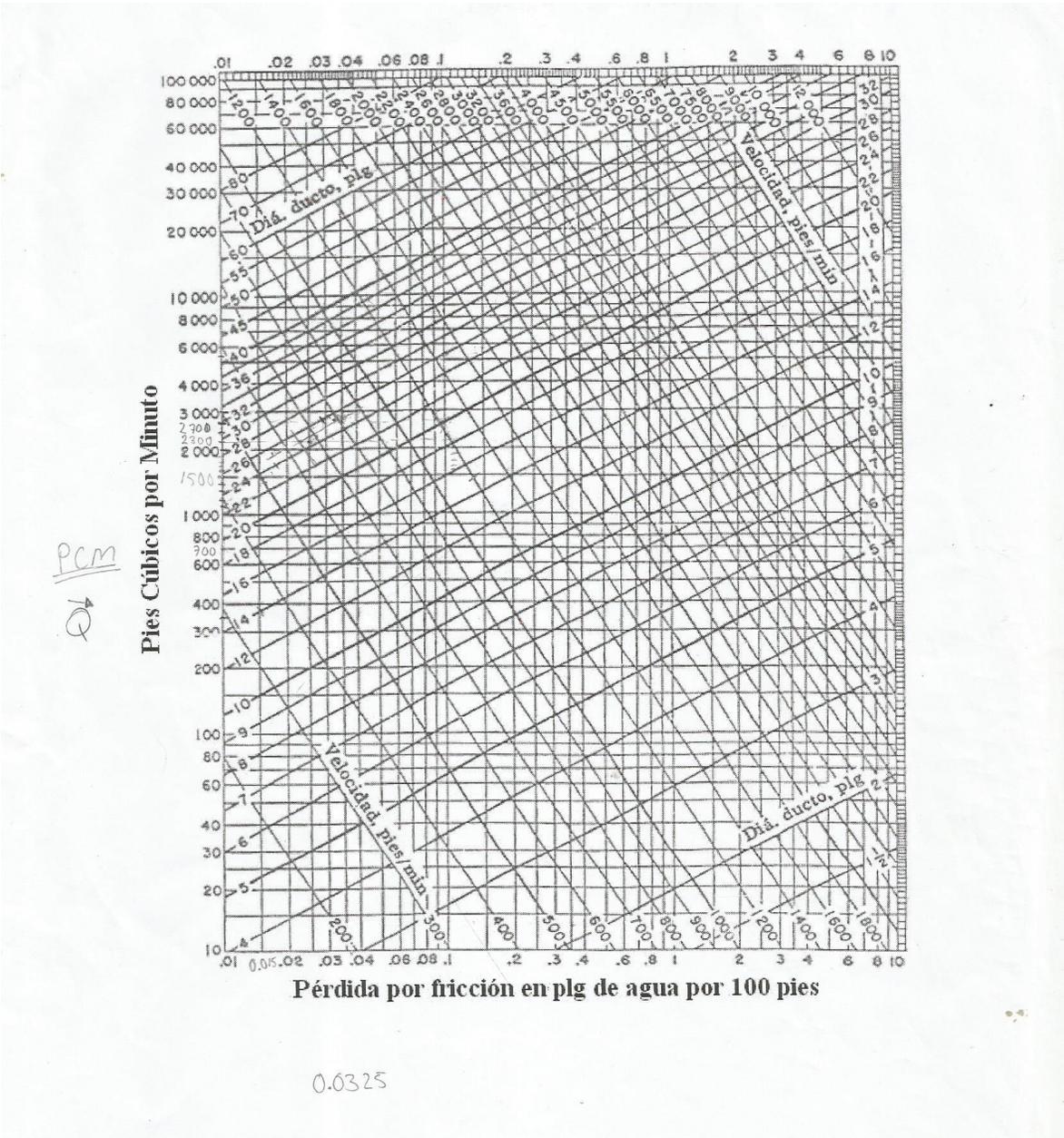


Tabla 1. Perdida por fricción en pulgadas de agua por 100 pies

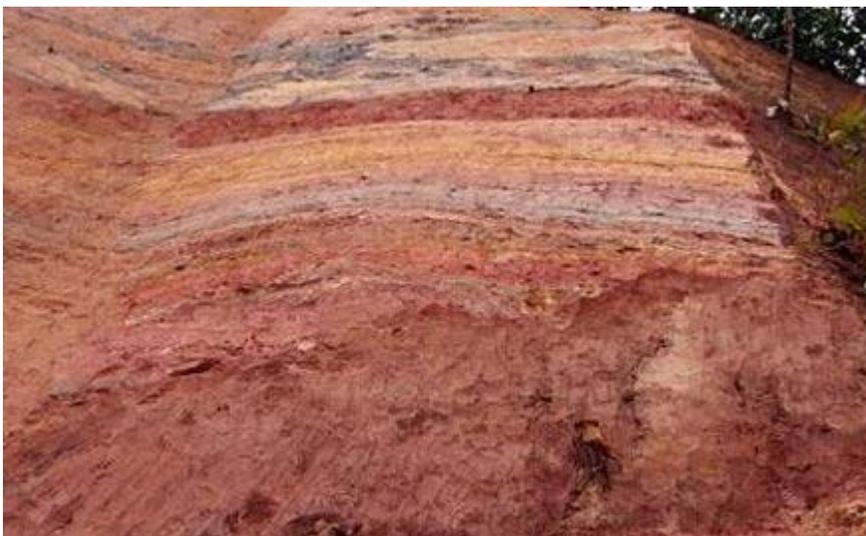
Tabla XI-2 Equivalentes circulares de ductos rectangulares para fricciones y capacidades iguales

Lado del ducto	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16
6	3.8	4.2	4.4	4.6	4.8	4.9	5.1	5.2	5.4	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	
7	4.0	4.4	4.6	4.8	5.0	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3
8	4.1	4.5	4.7	4.9	5.1	5.2	5.4	5.5	5.7	5.8	5.9	6.0	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4
9	4.2	4.6	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.0	6.1	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
10	4.3	4.7	4.9	5.1	5.3	5.4	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1	6.2	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6
11	4.4	4.8	5.0	5.2	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.2	6.3	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7
12	4.5	4.9	5.1	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.1	6.2	6.3	6.4	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8
13	4.6	5.0	5.2	5.4	5.6	5.7	5.9	6.0	6.2	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9
14	4.7	5.1	5.3	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.3	6.4	6.5	6.6	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0
15	4.8	5.2	5.4	5.6	5.8	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.6	6.7	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1
16	4.9	5.3	5.5	5.7	5.9	6.0	6.2	6.3	6.5	6.6	6.7	6.8	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2
17	5.0	5.4	5.6	5.8	6.0	6.1	6.3	6.4	6.6	6.7	6.8	6.9	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3
18	5.1	5.5	5.7	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4
19	5.2	5.6	5.8	6.0	6.2	6.3	6.5	6.6	6.8	6.9	7.0	7.1	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5
20	5.3	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6
21	5.4	5.8	6.0	6.2	6.4	6.5	6.7	6.8	7.0	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7
22	5.5	5.9	6.1	6.3	6.5	6.6	6.8	6.9	7.1	7.2	7.3	7.4	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
23	5.6	6.0	6.2	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0	7.2	7.3	7.4	7.5	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9
24	5.7	6.1	6.3	6.5	6.7	6.8	7.0	7.1	7.3	7.4	7.5	7.6	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
25	5.8	6.2	6.4	6.6	6.8	6.9	7.1	7.2	7.4	7.5	7.6	7.7	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1
26	5.9	6.3	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7	7.8	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2
27	6.0	6.4	6.6	6.8	7.0	7.1	7.3	7.4	7.6	7.7	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3
28	6.1	6.5	6.7	6.9	7.1	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8	7.9	8.0	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4
29	6.2	6.6	6.8	7.0	7.2	7.3	7.5	7.6	7.8	7.9	8.0	8.1	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5
30	6.3	6.7	6.9	7.1	7.3	7.4	7.6	7.7	7.9	8.0	8.1	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6
31	6.4	6.8	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8	8.0	8.1	8.2	8.3	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7
32	6.5	6.9	7.1	7.3	7.5	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	8.3	8.4	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8
33	6.6	7.0	7.2	7.4	7.6	7.7	7.9	8.0	8.2	8.3	8.4	8.5	8.7	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9
34	6.7	7.1	7.3	7.5	7.7	7.8	8.0	8.1	8.3	8.4	8.5	8.6	8.8	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0
35	6.8	7.2	7.4	7.6	7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	8.9	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1
36	6.9	7.3	7.5	7.7	7.9	8.0	8.2	8.3	8.5	8.6	8.7	8.8	9.0	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2
37	7.0	7.4	7.6	7.8	8.0	8.1	8.3	8.4	8.6	8.7	8.8	8.9	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3
38	7.1	7.5	7.7	7.9	8.1	8.2	8.4	8.5	8.7	8.8	8.9	9.0	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4
39	7.2	7.6	7.8	8.0	8.2	8.3	8.5	8.6	8.8	8.9	9.0	9.1	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5
40	7.3	7.7	7.9	8.1	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.1	9.2	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6
41	7.4	7.8	8.0	8.2	8.4	8.5	8.7	8.8	9.0	9.1	9.2	9.3	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7
42	7.5	7.9	8.1	8.3	8.5	8.6	8.8	8.9	9.1	9.2	9.3	9.4	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8
43	7.6	8.0	8.2	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.2	9.3	9.4	9.5	9.7	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9
44	7.7	8.1	8.3	8.5	8.7	8.8	9.0	9.1	9.3	9.4	9.5	9.6	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0
45	7.8	8.2	8.4	8.6	8.8	8.9	9.1	9.2	9.4	9.5	9.6	9.7	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1
46	7.9	8.3	8.5	8.7	8.9	9.0	9.2	9.3	9.5	9.6	9.7	9.8	10.0	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2
47	8.0	8.4	8.6	8.8	9.0	9.1	9.3	9.4	9.6	9.7	9.8	9.9	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3
48	8.1	8.5	8.7	8.9	9.1	9.2	9.4	9.5	9.7	9.8	9.9	10.0	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4
49	8.2	8.6	8.8	9.0	9.2	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9	10.0	10.1	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5
50	8.3	8.7	8.9	9.1	9.3	9.4	9.6	9.7	9.9	10.0	10.1	10.2	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6
51	8.4	8.8	9.0	9.2	9.4	9.5	9.7	9.8	10.0	10.1	10.2	10.3	10.5	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7
52	8.5	8.9	9.1	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9	10.1	10.2	10.3	10.4	10.6	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8
53	8.6	9.0	9.2	9.4	9.6	9.7	9.9	10.0	10.2	10.3	10.4	10.5	10.7	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9
54	8.7	9.1	9.3	9.5	9.7	9.8	10.0	10.1	10.3	10.4	10.5	10.6	10.8	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0
55	8.8	9.2	9.4	9.6	9.8	9.9	10.1	10.2	10.4	10.5	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1
56	8.9	9.3	9.5	9.7	9.9	10.0	10.2	10.3	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2
57	9.0	9.4	9.6	9.8	10.0	10.1	10.3	10.4	10.6	10.7	10.8	10.9	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3
58	9.1	9.5	9.7	9.9	10.1	10.2	10.4	10.5	10.7	10.8	10.9	11.0	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4
59	9.2	9.6	9.8	10.0	10.2	10.3	10.5	10.6	10.8	10.9	11.0	11.1	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5
60	9.3	9.7	9.9	10.1	10.3	10.4	10.6	10.7	10.9	11.0	11.1	11.2	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6
61	9.4	9.8	10.0	10.2	10.4	10.5																			

Muestras de los diferentes tipos de arcillas que existen.



**Fig. 9** Arcilla de colores



**Fig. 10** Arcilla roja, la más común en nuestro medio. 3

## Secado en sombra de las tejas de arcilla



Fig. 11 acomodo de las tejas en la sombra en un bodega

## Secado en sol de las tejas de arcilla de la empresa “ceramitex”

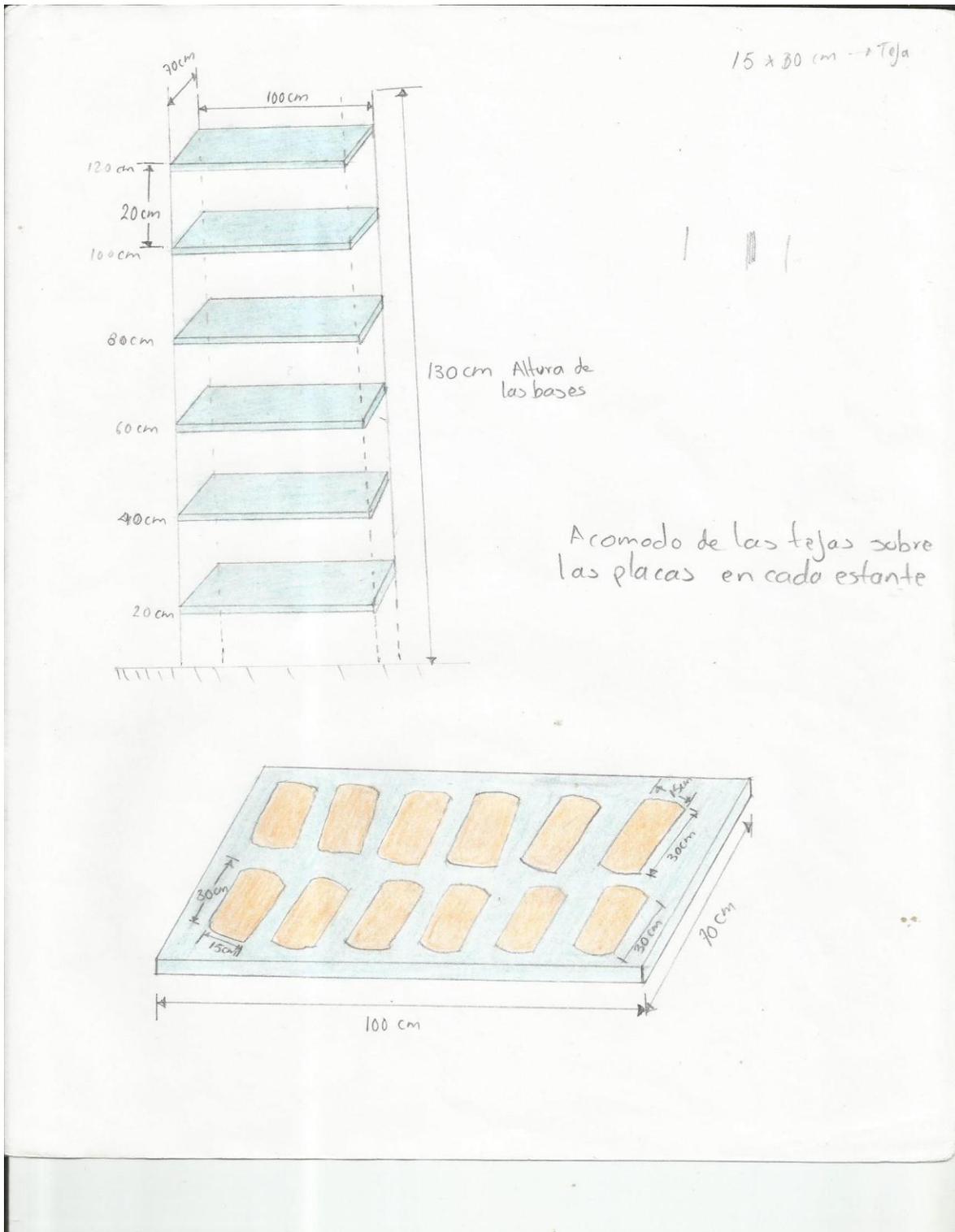


Fig. 12 tejas en el patio de la empresa expuestas al sol



Fig. 13 Se acomodan así las tejas para ahorrar espacio.

Fig. 14 Bosquejo del acomodo de las tejas en los estantes





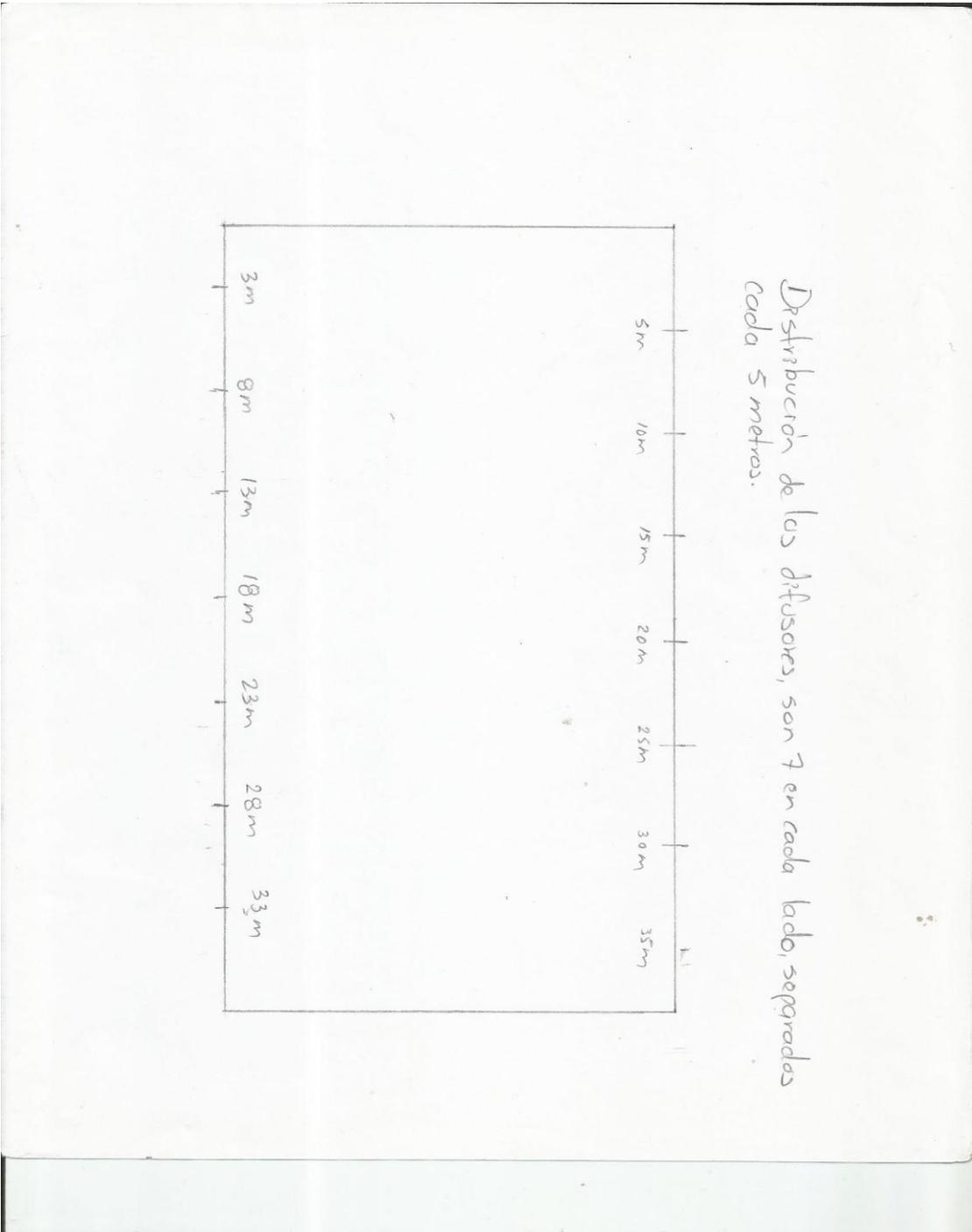


Fig. 16 Bosquejo de los difusores, siete de cada lado del cuarto.

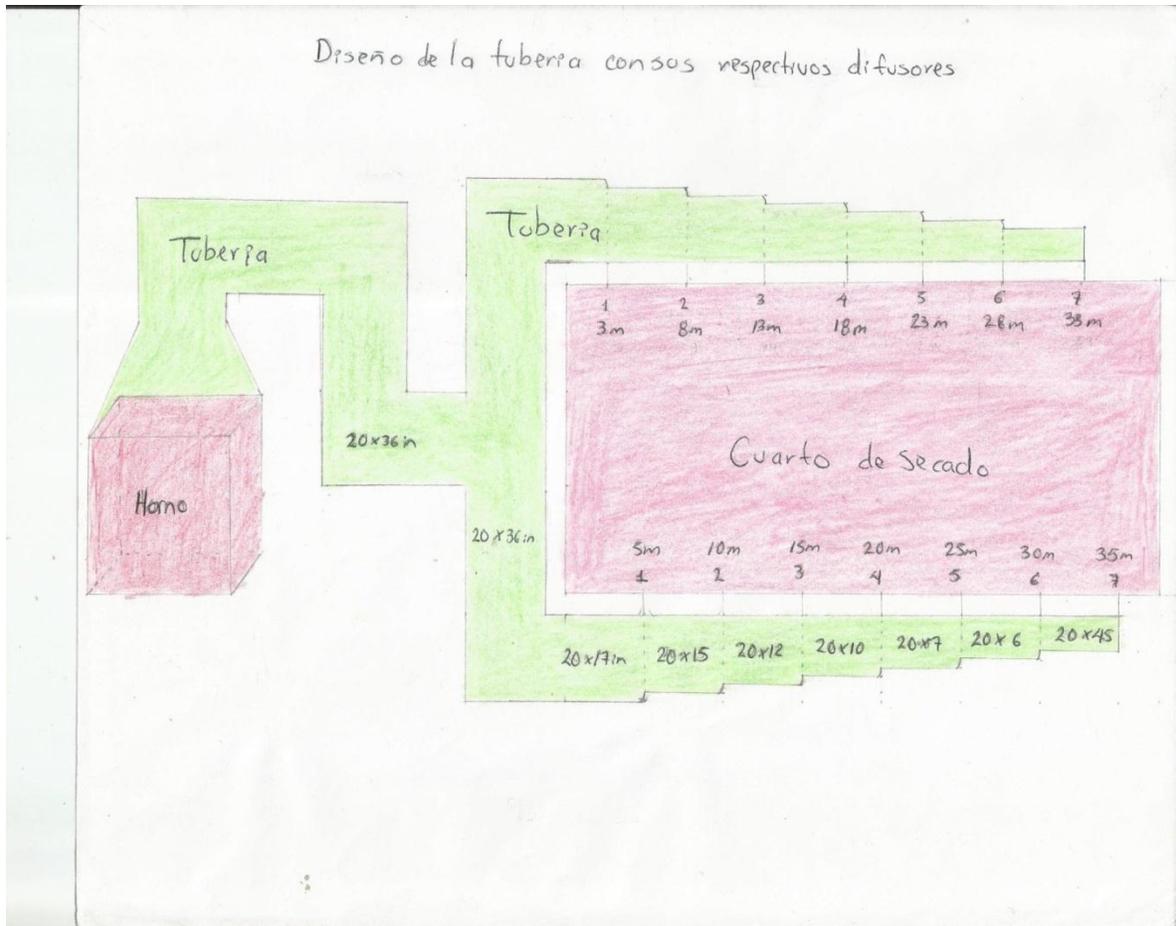


Fig. 17 Diseño de la tubería para este proyecto y una posible solución para la empresa "ceramitex"

## Piezas hechas en solidworks

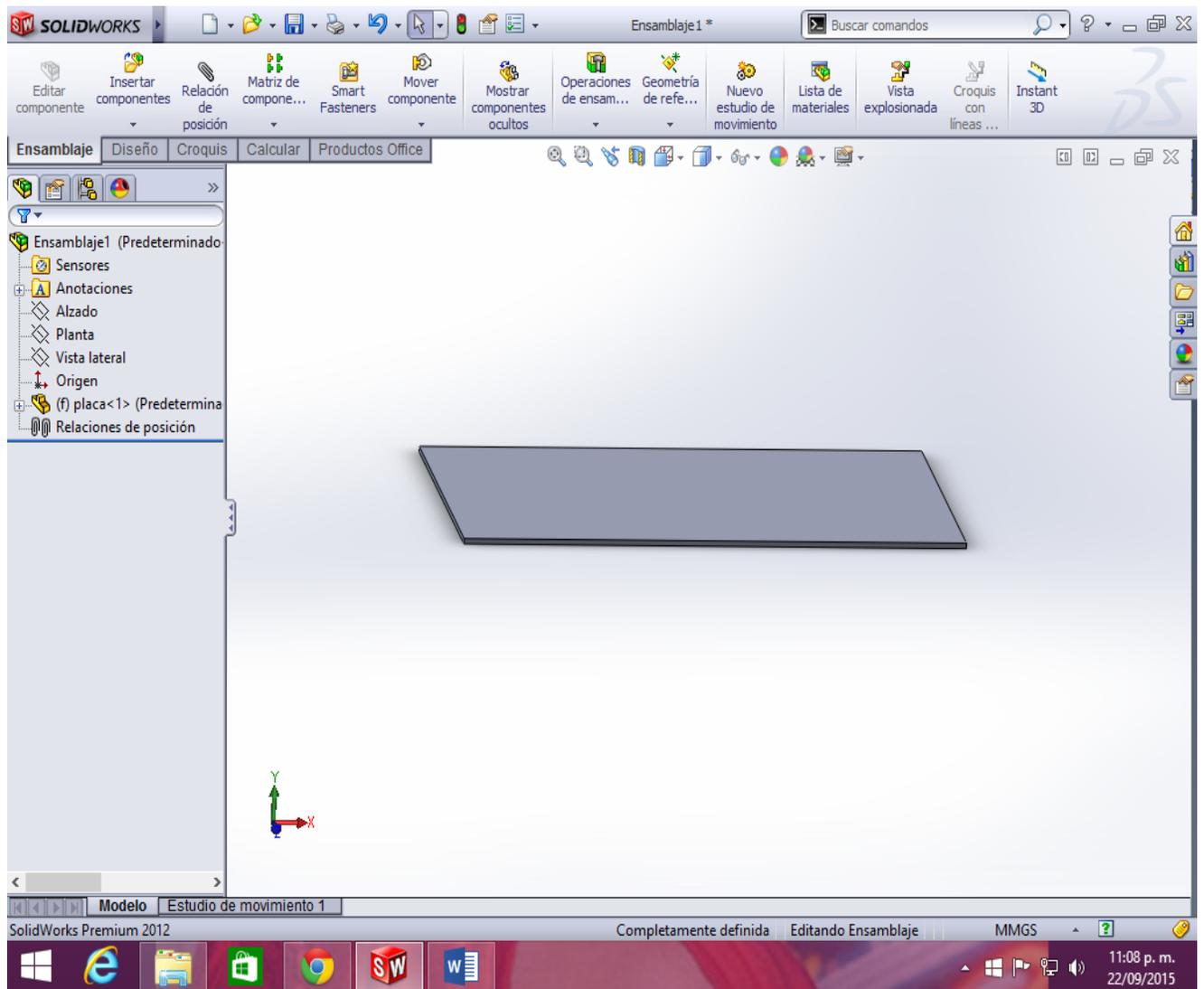


Fig. 18 Placa metálica de 100 x 70 cm

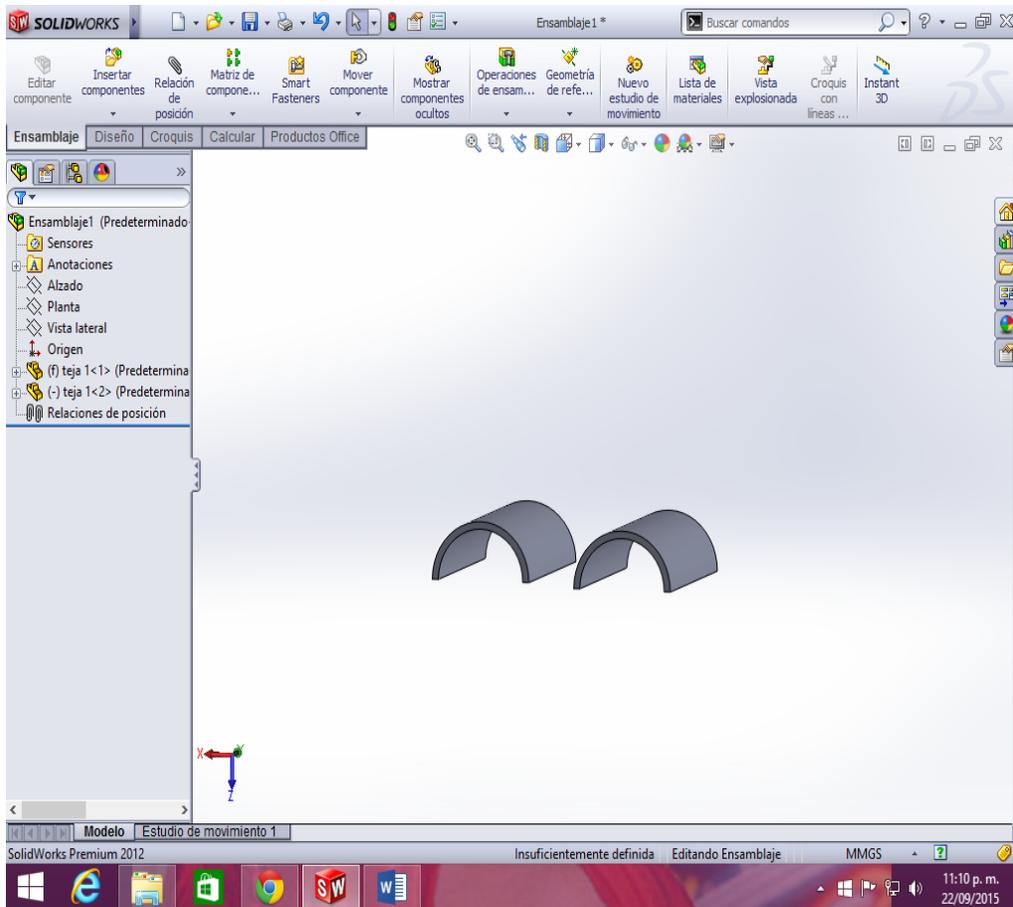


Fig. 19 Tejas de arcilla de 30 x 15 cm.

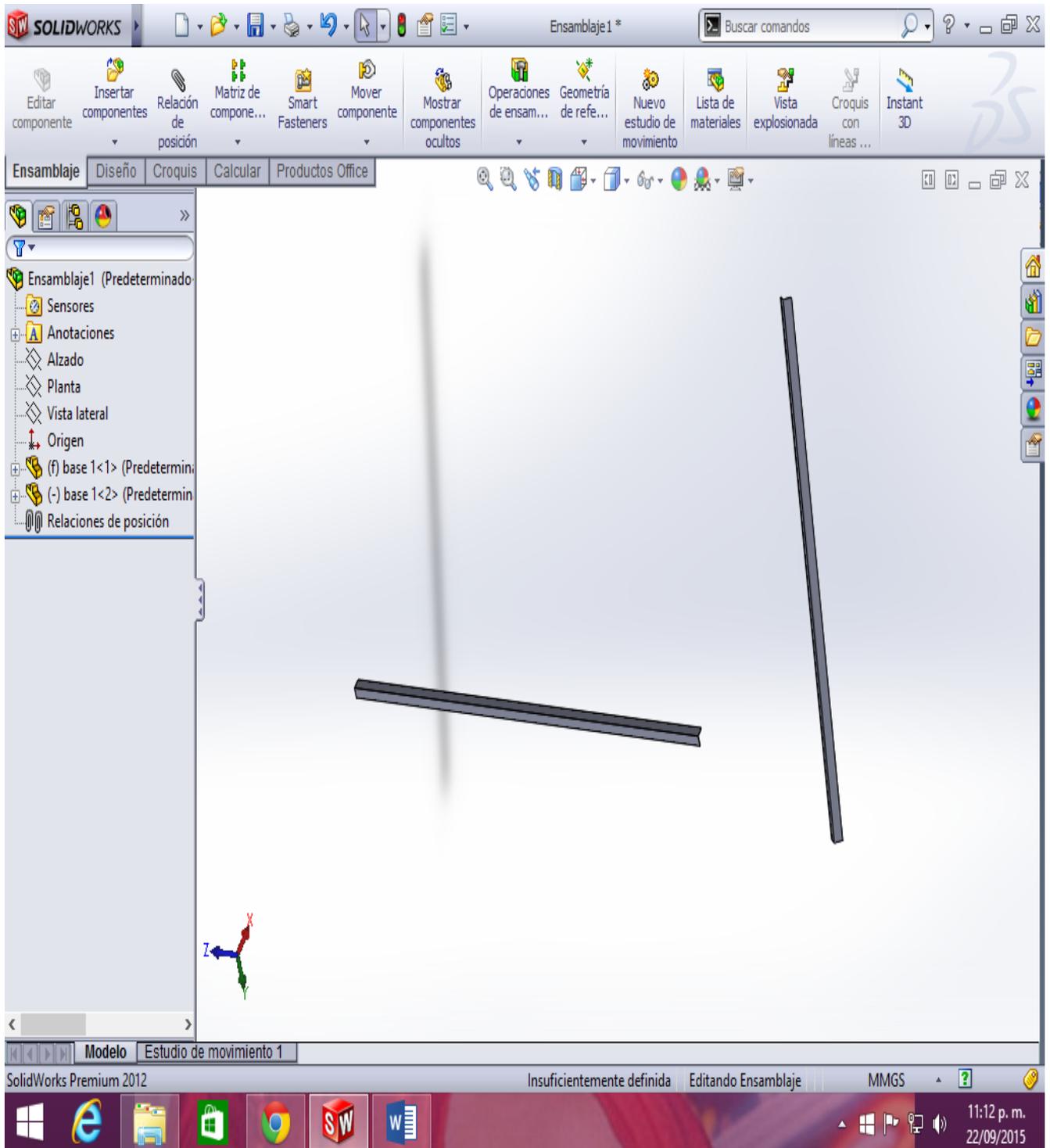


Fig. 20 Bases metálicas de 130 cm de largo, 3 cm de ancho y 0.2 cm de grosor.

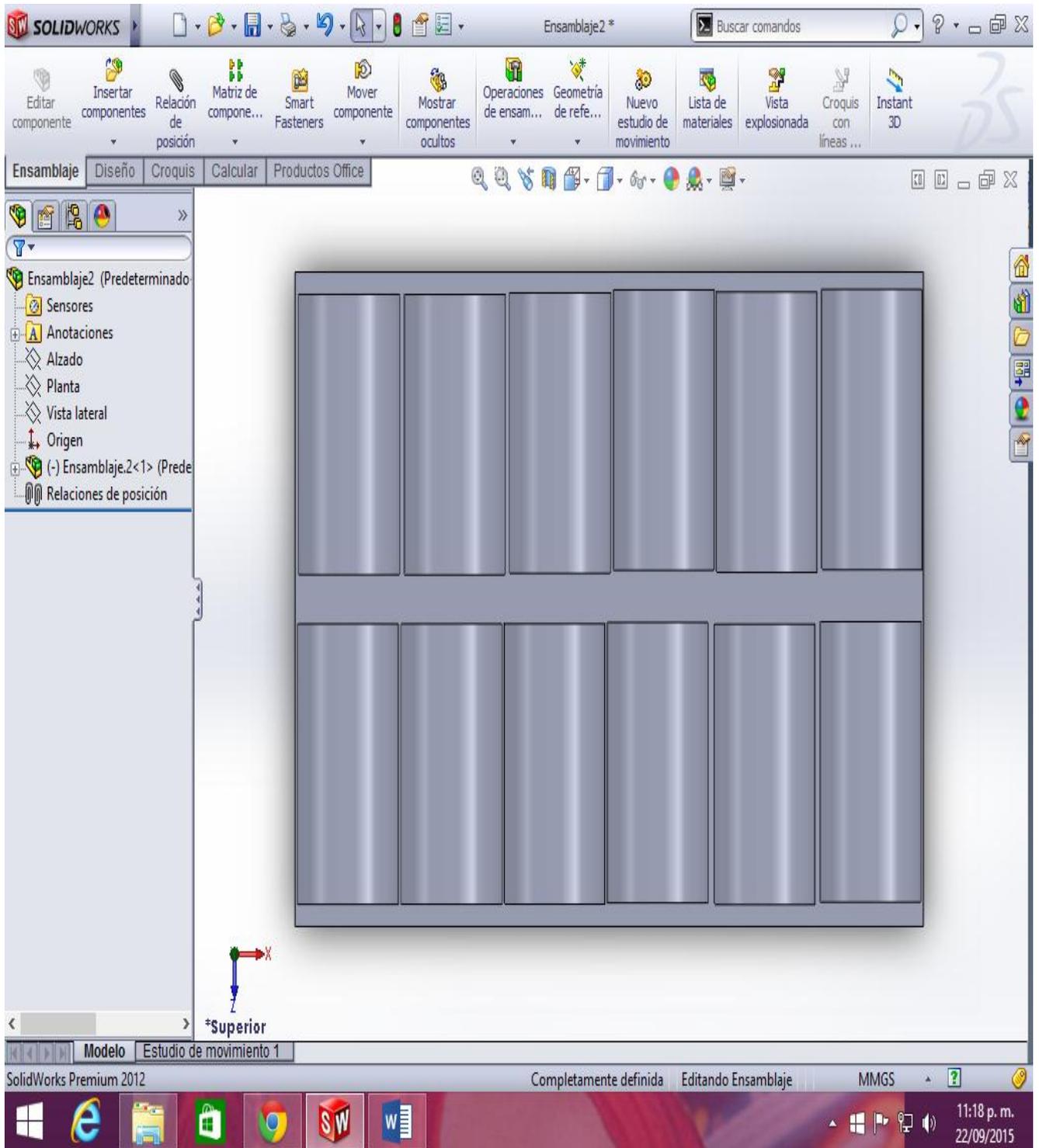
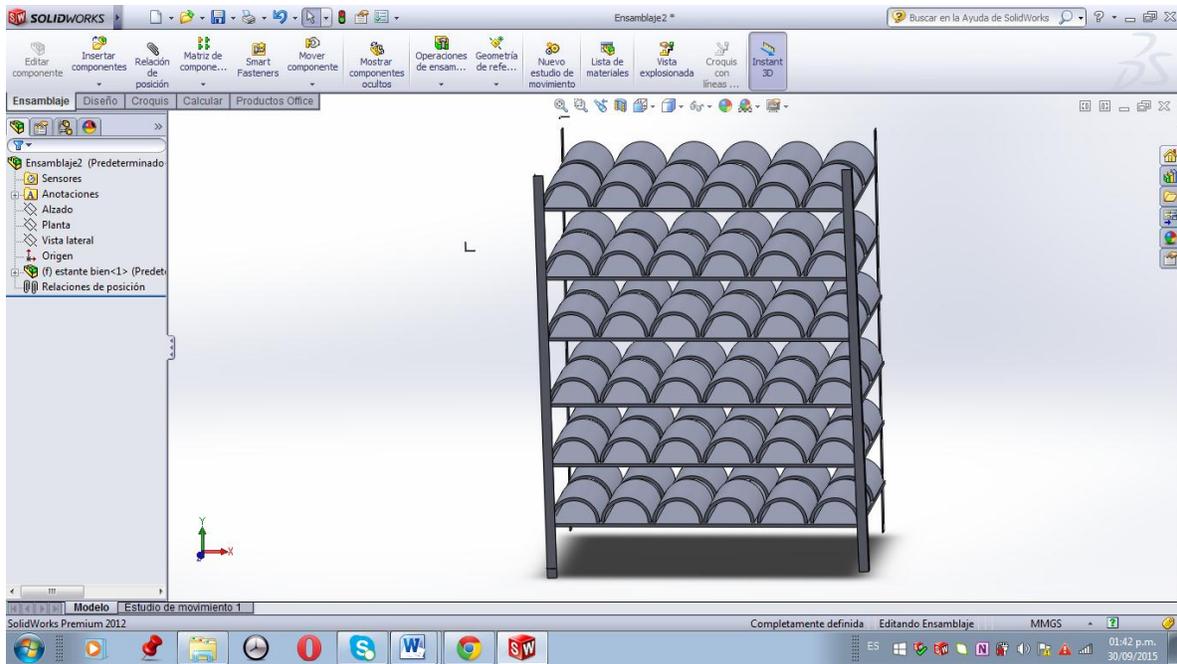


Fig. 21 Distribución de las tejas sobre las placas.



**Fig. 22. Estantes con 72 tejas**

## BIBLIOGRAFÍA

Hernández Goribar, Eduardo. Fundamentos de aire acondicionado. México Limusa. 1ra edición. 2009

Cengel, Yunus y Boles, Michael, termodinámica, sexta edición, Mc Graw Hill, 2009.

Temperatura [en línea] definición y concepto de temperatura. [Consulta: 20 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://deconceptos.com/ciencias-naturales/temperatura#ixzz3mMUfqI9u>.

Caolín [en línea] concepto de caolinita. [Consulta: 20 de septiembre de 2015]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Caolinita>.

Productos de la arcilla [en línea]. [Consulta: 20 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.si3ea.gov.co/Portals/0/Gie/Procesos/ceramica.pdf>.

Humedad [en línea] concepto de humedad. [Consulta: 20 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://deconceptos.com/ciencias-naturales/humedad#ixzz3mMaWwBEo>.

Cocción [en línea] diferentes tipos de cocción. [Consulta: 20 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion7.COCCION.pdf>.

Secado para tejas de arcilla [en línea]. Diferentes diseños de secado para productos de la arcilla. [Consulta: 20 de septiembre de 2015]. Disponible en: <http://www.ceric.fr/es/metiers/sechage-des-produits-de-terre-cuite/sechage-des-produits-de-terre-cuite-en-savoir-plus>.