

CAPITULO III

DISEÑO CONCEPTUAL

3.1 Antecedentes.

A pesar que el proceso de fabricación del ladrillo ya ha sido mecanizado tanto aquí en México como en muchos países, la forma en que se ha hecho es a nivel industrial de mayor escala, utilizando maquinaria muy cara, la mayoría de las veces de importación pero esto ha llevado a que el precio de ese ladrillo industrial, pese a que tiene un mejor acabado y una mejor relación resistencia–peso, sea muy caro comparado con el ladrillo común como ya se mencionó anteriormente.

La maquinaria diseñada actualmente para este tipo de actividad, se ha fabricado con el propósito de obtener una mayor producción, pero exigen una gran inversión, lo cual es una limitante muy importante para los pequeños productores, es por eso que se pensó en el desarrollo de este proyecto con la finalidad de cubrir esa necesidad pero haciendo una opción más económica, además de que como se mencionó en la propuesta, no existe en México una máquina con las características que se tienen como objetivo en este proyecto.

3.2 Parámetros para el diseño.

Como parámetros para el diseño lo principal es obtener las características del material con el cual se va a trabajar que en este caso es el barro. Lo primero a considerar en este aspecto es la masa total que deberá soportar el contenedor que proveerá del abastecimiento de la materia para llevarse a cabo el moldeo.

La masa de un ladrillo recién moldeado es decir con toda la humedad posible, es de alrededor de los 3 kg., el volumen de un ladrillo esta dado considerando las medidas que se

manejarán las cuales son $5.5 \times 13 \times 24$ cm lo que da un volumen de 1716 cm^3 y por consiguiente una densidad de 1748 kg/m^3 , la consistencia del barro es muy viscosa, incluso se considera como un fluido no newtoniano, y a su vez las suspensiones arcillosas caen dentro de la clasificación de los materiales conocidos como plásticos de Bingham, este tipo de “fluidos” se comporta como un sólido hasta que se excede un esfuerzo de deformación mínimo, τ_y , y exhibe subsecuentemente una relación lineal entre el esfuerzo y la relación de deformación.[7]

El modelo de esfuerzo de corte apropiado es:

$$\tau_{yx} = \tau_y + \mu_p \frac{du}{dy} \quad (3.1)$$

Donde:

τ_{yx} : es el esfuerzo de corte

μ_p : es la viscosidad plástica

$\frac{du}{dy}$: es la relación de deformación

En resumen y considerando además otras características importantes, las propiedades del material a moldear son:

- Densidad : 1748 kg/m^3
- Tamaño: se considera por observación de campo de que el tamaño máximo de las partículas es de $\frac{1}{2}$ ".
- Fluidez: muy lenta
- Medianamente abrasivo
- Ángulo de reposo (tomado experimentalmente): 54°

Una vez que se tome en cuenta la forma de introducir en el molde al barro, el esfuerzo de deformación va a ser un aspecto muy importante a la hora de diseñar el contenedor y el mecanismo de abastecimiento, pero habría que considerar otros aspectos como la velocidad, lo cual posiblemente obligue a diseñar un mecanismo que empuje al barro, para ayudar a que salga con una mayor rapidez según las necesidades del flujo necesario para la producción.

De acuerdo a la cantidad de producción que se tiene como objetivo, el flujo necesario sería de $0.858 \text{ m}^3/\text{h}$ (volumen de 500 ladrillos en una hora) de barro esto de manera continua, pero según el diseño conceptual en el que se ha pensado y la forma de abastecimiento, va a ser necesario aumentar el flujo con tal de obtener la producción necesaria, en otras palabras según el diseño en el que se ha pensado, el moldeo se va a ir haciendo por lotes; por lo tanto, va a ser necesario que el abastecimiento se tenga que detener mientras se espera que la rejilla sea desocupada y es por eso que el flujo se va a ver incrementado por la necesidad de hacerlo en un intervalo menor de tiempo efectivo.

El número de piezas por lote, se ha pensado en que sea de 10 piezas, de acuerdo a la capacidad de la rejilla que se emplea en un proceso manual, pero tanto el flujo como el número de piezas de cada lote serán regidos por la cinemática de los mecanismos, la cual se verá a la hora de diseñar el mecanismo tanto de abastecimiento, como el mecanismo de moldeo.

Principalmente estos serían los parámetros a considerar para el diseño de esta máquina ya que si bien es cierto que los demás subprocesos de la fabricación del ladrillo también tiene cada uno sus parámetros a considerar, como se ha mencionado antes esta máquina solo está enfocada al proceso de moldeo.

3.3 Funciones que deberá realizar la máquina.

En términos generales, la máquina deberá tener la capacidad de recibir de manera periódica el abastecimiento del barro, pero de producir los pequeños lotes con el menor tiempo de intervalo de tiempo entre ellos con el fin de acelerar la producción, para lo cual deberá también recibir el abastecimiento de las charolas sobre las cuales se van a despachar los lotes de ladrillos en una cantidad de 10 ladrillos o más, según como se adapte la capacidad, potencia requerida y de la necesidad de producción acorde a la rentabilidad de la máquina.

Para que se cumplan las funciones generales de la máquina, cada uno de los mecanismos deberá cumplir con funciones específicas.

3.3.1 Sistema de abastecimiento del barro

El mecanismo de abastecimiento deberá cumplir con las necesidades requeridas del mecanismo de moldeo, además de que deberá contar con el almacenaje suficiente en su contenedor, como para que sea abastecido manualmente de manera periódica y no necesite de que la persona encargada de esta labor sea absorbida en su totalidad para realizar solo esta actividad; sino que pueda darle tiempo incluso, de surtir las charolas del despachador.

Las opciones en las que se han pensado para la realización de esta labor son:

- Que el contenedor (tolva) deje salir el barro y que por efecto de la gravedad el barro se desplace hasta el espacio de moldeo.

Ventajas: Muy económico

Desventajas: Muy lento y con un solo flujo.

- Que el contenedor utilice un mecanismo de extrusión para empujar el barro.

Ventajas: Se puede controlar la velocidad de flujo.

Desventaja: Incremento en el costo de la máquina.

Debido a que a estas alturas no se sabe con certeza si la colocación de la tolva va a poder adaptarse al diseño, se piensa que lo más probable es que se necesite utilizar un mecanismo extrusor, ya que por ejemplo si la tolva quedara inaccesible para abastecerla manualmente y se piense en colocar a una altura más baja que a la que se encuentre la parrilla de moldeo, es obvio que la fuerza de la gravedad por sí sola, no va a empujar al barro hasta donde se necesite, es por eso que la opción más recomendable es la selección de utilizar un mecanismo extrusor. En el capítulo 5 se somete a consideración las características de los tipos de extrusores existentes para llevar a cabo la selección más adecuada.

3.3.2 Sistema de moldeo

El mecanismo de moldeo es obviamente por ser una moldeadora, la columna vertebral de la máquina, este mecanismo va a recibir del sistema de abastecimiento la cantidad de masa necesaria para cada lote de ladrillos dentro de la rejilla molde, una vez llena la rejilla deberá pasar sobre ella una lana o un rodillo que cumpla con dos funciones; una la de emparejar o quitar un posible excedente de masa, y la otra, deberá ayudar a compactar la masa con una fuerza calculada empíricamente de alrededor de los 30 N por ladrillo, con el fin de que no queden huecos dentro de la rejilla y por consiguiente se produzcan ladrillos defectuosos, estas acciones provienen de las consideraciones utilizadas en el proceso manual (ver figura 16 y 17).

Para este sistema se consideran alternativas solo para la acción de desalojar la rejilla que puede ser de manera manual o automático.

1. Accionamiento manual.

Ventajas: Económico, menos complejidad de diseño

Desventajas: Desgaste físico para el operador

2. Accionamiento automático

Ventajas: No intervención del operario

Desventajas: Difícil sincronización con los otros sistemas.

Entre las opciones el modo de moldear no se somete a análisis por ser desde un principio la idea principal de la máquina la cual es la de utilizar la rejilla para realizar el moldeo, otra opción existente es la de utilizar el corte mediante un alambre con la ayuda de un extrusor pero esta opción exige una calidad de arcilla considerablemente mejor por lo que se estaría modificando el proceso y posiblemente hasta el modo de preparación del barro y su consistencia.



Figura 16. Compactación manual.



Figura 17. Utilización de la lana.

La rejilla que será utilizada, aún no se considera el material óptimo para ella, pero lo que si se sabe es que deberá tener poca adherencia para que pueda resbalar a la hora de desalojar los ladrillos, la que se utiliza en el proceso manual es de madera. Se calculó que con una fuerza de alrededor de los 69 N aplicada en forma vertical teniendo como plano horizontal el piso (ver figura 18), es suficiente para desalojar la rejilla.



Figura 18. Liberación de los ladrillos de la rejilla.

Considerando también el proceso manual, se pensó en un mecanismo que proporcione un rocío de agua sobre la rejilla, una vez que esta ha realizado el moldeo, con la finalidad de que la siguiente moldeada no se pegue de la manera como lo hacen en un proceso manual (figura 19). La opción más viable de hacerlo funcionar es colocar un botón interruptor en alguna parte accesible para que el operador lo accione el tiempo y en el momento que sea necesario.



Figura 19. Limpieza de la rejilla.

3.3.3 Mecanismo de abastecimiento de charolas.

Este mecanismo deberá cumplir con la función de abastecer las charolas sobre las cuales se realizará el moldeo y quedarán hechos los ladrillos, el abastecimiento deberá estar sincronizado con el tiempo de la acción de moldeo, es decir se ha pensado en que cada vez que suba la rejilla y mientras se está desalojando la charola llena, el mecanismo haga de manera automática colocar la siguiente charola para la siguiente moldeada.

3.3.4 Mecanismo del despachador.

Una vez que se ha realizado el moldeo y que la rejilla está arriba, la charola llena deberá ser extraída manualmente del área de moldeo a una posición mas cómoda para que el operario la pueda sostener mientras con la otra mano hace bajar la rejilla.

3.4 Selección de alternativas y croquis.

Para fundamentar y formular las bases para el diseño detallado que se desarrolla en los siguientes capítulos se plantea en esta sección las dimensiones sobre las cuales se va iniciar el diseño y se plantea también un bosquejo de como se pretende que funcione la máquina para tener una idea más clara de lo que se esta desarrollando en lo posterior, además de tomar como bases la selección de las diferentes alternativas antes expuestas.

Iniciando con el mecanismo de abastecimiento del barro para cumplir con las funciones requeridas de este mecanismo se pensó en una tolva. Esta tolva deberá estar conectada a su vez con el mecanismo abastecedor del barro, el extrusor. Como la tolva tendría que ser abastecida manualmente por una persona con la ayuda de una pala se considera que la boca por donde va a ser introducido el barro no debe estar a una altura

mayor al 1.50 m de altura, esto con la finalidad de no exigir demasiado trabajo al trabajador al intentar subir a una mayor altura una pala cargada de barro (ver figura 20). La capacidad y tamaño de la tolva se definen en el siguiente capítulo.

Estando el barro en la tolva va a ser necesario pensar en un mecanismo para hacer llegar al barro desde la tolva hasta el área de la rejilla para moldear. Para esto se pensó en un extrusor colocado en la base de la tolva (ver figura 21).

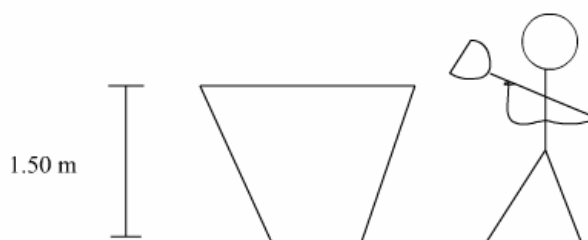


Figura 20. Altura máxima de la tolva.

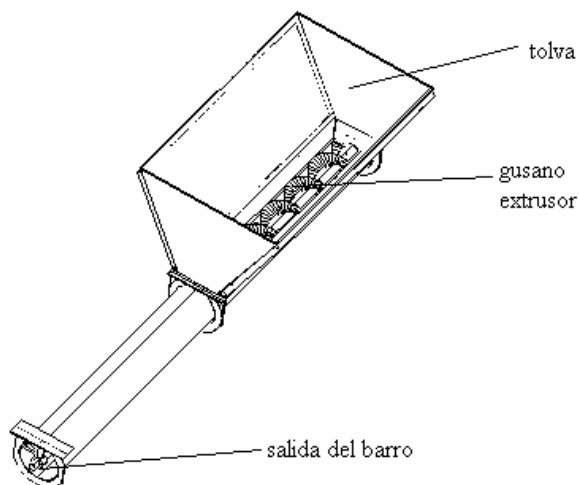


Figura 21. Tolva con extrusor.

Para el moldeo como anteriormente se menciona se pensó en mecanizar el proceso manual conservando el mismo procedimiento es decir utilizar la rejilla y adaptarle un mecanismo para hacerla subir y así desalojar los ladrillos (ver figura 22).



Figura 22. Aplicación de las fuerzas para levantar la rejilla.

Para los ladrillos, se piensa utilizar una tabla sobre la cual los ladrillos ya formados se van a poder trasladar de la máquina al lugar de secado ya sea una estantería o en el piso (ver figura 23). Como se vio anteriormente, en el proceso manual se moldean directamente sobre el piso y aunque el uso de la tabla signifique el aumento en el manejo de un mayor número de utensilios esto provocaría que se pudiera contar con mas espacio para el área de secado si se utilizan estantes.

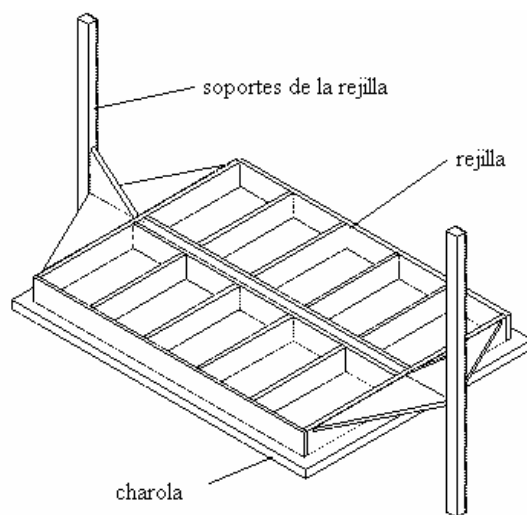


Figura 23. Rejilla con sus soportes.

Todo esto montado sobre una estructura que permite al operador recibir una charola cargada con 30 kg de barro y moverla a un estante o al piso. Considerando la estatura promedio de una persona en México que es de alrededor de 1.70 m, y considerando que a la altura de la cintura es la parte más cómoda para cargar (1.00 m) es por eso que se selecciona esa altura para la estructura (ver figura 24).

Una vez que se selecciona la altura de la estructura, en base a la estatura de una persona para mejor ergonomía las demás dimensiones se van dando en base a las dimensiones de los ladrillos como se vera en el diseño detallado para cada mecanismo.

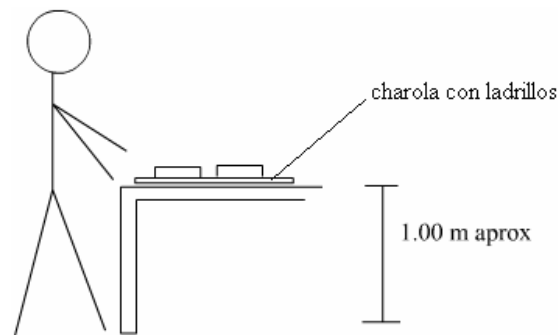


Figura 24. Altura propuesta para la estructura.

Dentro del sistema de moldeo, en el cual se incluye la rejilla, se considera también el mecanismo que va a realizar el aplanado sobre la rejilla, para ello se pensó en un mecanismo que simule la acción del proceso manual, es decir bajo el mismo principio pero mecanizado (ver figura 25).

Para abastecer las charolas, se aprovecha el movimiento de sube y baja de la rejilla conectando a los soportes de la misma una serie de engranes y ejes conectados entre si para trasladar un movimiento rotativo de sus ejes y así originar el movimiento que va a colocar las charolas en su lugar (ver figura 26).

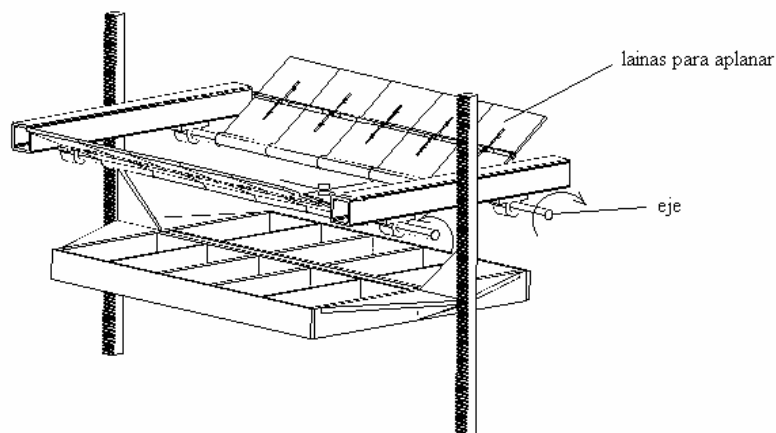


Figura 25. Mecanismo aplanador

Esto es el planteamiento general de como funciona cada mecanismo y las ideas básicas desde donde se originó el proyecto, y en conjunto dan forma a la máquina que es el motivo de esta tesis (ver figura 27). Cada uno de los mecanismos es analizado detalladamente en los siguientes capítulos.

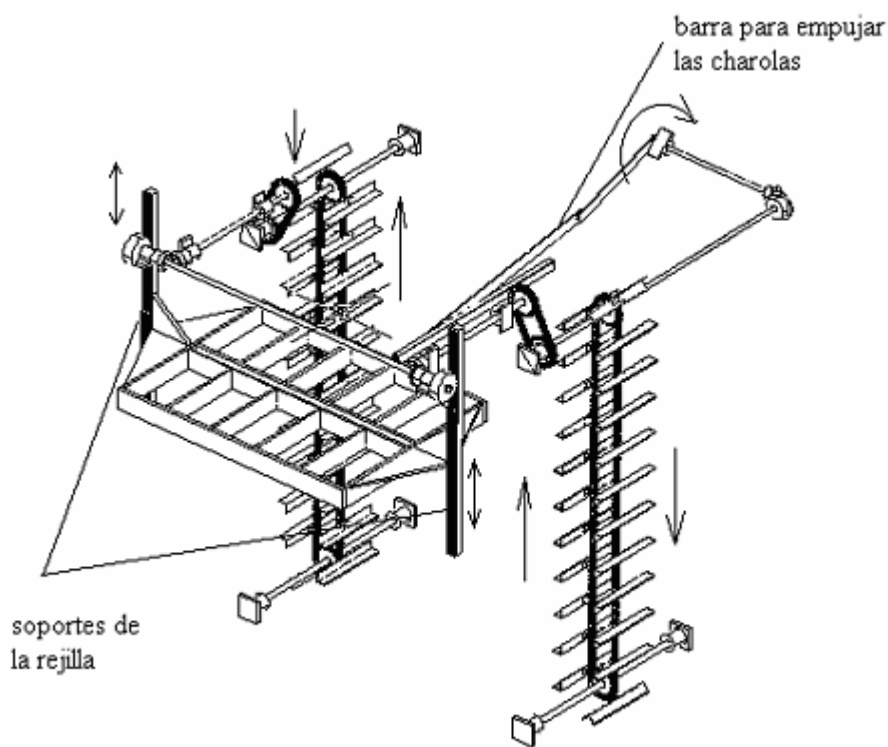


Figura 26. Sistema abastecedor de charolas.

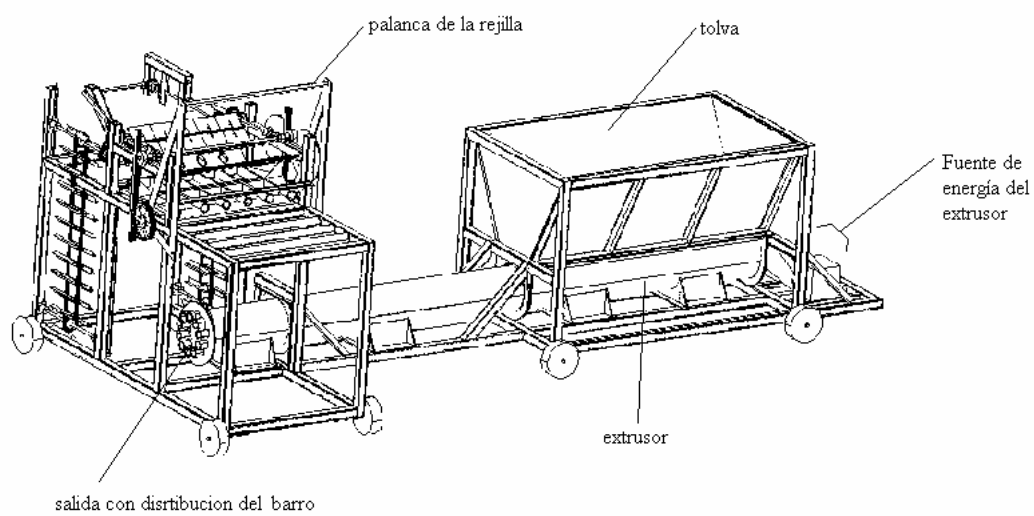


Figura 27. Croquis de la máquina