

## **CAPITULO VI**

### **DISEÑO DEL MECANISMO DE MOLDEO Y CÁLCULOS DE ELEMENTOS MECÁNICOS**

#### **6.1 Introducción**

La parte de diseño que se considera como la más importante para este proyecto se ve en este capítulo. Una vez que se tienen los bastidores y seleccionado el extrusor con su respectiva tolva, el siguiente paso es el diseño del mecanismo que va a recibir el barro y convertirlo en producto terminado; en este caso, el ladrillo.

Para iniciar, entre los elementos que se consideran dentro del sistema de moldeo son la parrilla de moldeo, junto con la palanca para moverla, el mecanismo de moldeo y el sistema de abastecimiento de las charolas. La parrilla que se utiliza en el proceso manual está hecha de madera pero por razones de mayor resistencia y mejor durabilidad al desgaste se ha considerado que sea hecha de una placa de acero. Posteriormente, otros elementos que se analizan en este capítulo son todos los ejes y engranes para hacer subir y bajar de manera mecánica la parrilla, además de accionar el sistema abastecedor de charolas, el cual se diseña y analiza también dentro de este capítulo y por último se incluye lo que es el diseño del mecanismo de moldeo el cual realiza la función de aplanado.

#### **6.2 Diseño de la parrilla de moldeo.**

La parrilla que en realidad vendría siendo el molde de los ladrillos, debe cumplir con básicamente dos funciones: ser lo suficientemente resistente para soportar los esfuerzos

tanto en sus paredes laterales de cada celda debido al peso del barro, así como los esfuerzos que se generarán al momento de extraer los ladrillos (ver figura 42).

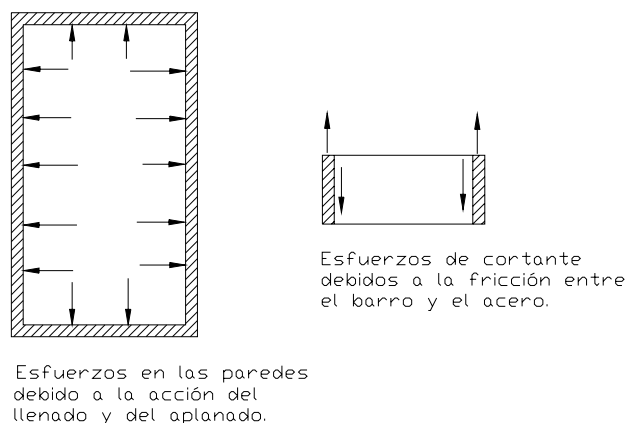


Figura 42. Distribución de esfuerzos en cada celda de la rejilla.

La otra característica que debe tener el material para la parrilla es que su superficie debe tener poca adherencia, para evitar que cuando se extraiga la parrilla el barro se pegue y distorsione la forma final del ladrillo. Para el diseño de este elemento, se seleccionó una placa de 1/4 in de grosor, a lo cual no se le hizo un análisis de esfuerzos ya que se piensa que 3 kg de barro no provocarían grandes esfuerzos laterales además de que una vez formada la parrilla cada celda adquiere una mayor rigidez, permitiendo una mayor resistencia a las deformaciones elásticas mientras se están llenando las celdas y mientras se está ejerciendo la fuerza necesaria para desalojar la parrilla. El plano MM-11-00 muestra las características generales de la parrilla. Mientras en los planos de despiece de la misma serie se muestra los detalles de las piezas que forman el conjunto. Para el diseño de la parrilla se toma la forma original de la parrilla de madera, utilizando placa de acero cortada

a las geometrías necesarias, es como se van obteniendo las diferentes piezas como son los largueros laterales (MM-11-01), los largueros interiores (MM-11-02), los travesaños interiores (MM-11-03) y los travesaños laterales (MM-11-04), todas estas piezas forman las paredes para dar forma al ladrillo. Como se puede ver en el plano de la parrilla de moldeo, en el centro de la parrilla existe un hueco formado por los dos largueros interiores, este hueco tiene la función de almacenar el excedente de barro una vez que las placas de aplanado han pasado sobre la parrilla ya que se considera que es prácticamente imposible que la cantidad de barro que llegue a cada celda sea exactamente la necesaria para llenar la cavidad.

Tanto los apoyos de la parrilla (MM-11-05), los refuerzos superiores (MM-11-06) y los inferiores (MM-11-07) sirven para conectar a la parrilla con la cremallera (ver tabla 10 del apéndice A y plano MM-11-08). Que con la ayuda de otros mecanismos como son dos engranes y la palanca va a ayudar a que la parrilla se mueva hacia arriba para el desmoldeo. Aunque en la tabla 3 se menciona que el tamaño de la soldadura para placas de gran espesor se recomienda de 3/16", la gran cantidad de calor que recibiría las placas tenderían a deformarla, es por eso que se recomienda tener mucho cuidado a la hora de soldar, probablemente sea necesario soldar un cordón y esperar a que se enfríe y así sucesivamente entre cordón y cordón, o incluso también se podría soldar por puntos.

De acuerdo a la tabla 20 la parrilla tiene un peso total de 28.73 kg.

Este valor se obtiene de calcular en primer lugar el área total de la placa que se utiliza para la construcción de la parrilla, con la ayuda de los planos de la serie MM-11-00 se obtiene un valor del área de 0.462 m<sup>2</sup> que pesan 22.92 kg (ver tabla 14 capítulo 8), en la

tabla 6 del apéndice A se indica que la placa de 6.4 mm de catálogo, la hoja comercial de  $0.914 \times 1.83$  m pesa 83 kg y agregando el peso de las dos cremalleras para las cuales en la tabla 9 del apéndice A se indica que el peso de la cremallera para una longitud de 2 pies es de 6.4 lbs que entre las dos cremalleras hacen un peso total de 12.8 lbs haciendo la conversión se tiene que el peso de la dos cremalleras es alrededor de 5.8 kg.

Otro dato que es necesario calcular debido a que se va a utilizar en la siguiente sección es el área total de las paredes internas de la parrilla que estarán en contacto con el barro, la fórmula 6.1 calcula el área de contacto de cada una de las celdas multiplicada por las 10 celdas de la parrilla:

$$A = (2A_1 + 2A_2)10 = 0.407 \text{ m}^2 \quad (6.1)$$

Donde:

A: área total de contacto de la parrilla con el barro, [m<sup>2</sup>]

A<sub>1</sub>: área de una de las caras de los costados de una celda, que está dada por las

dimensiones del largo y el grosor del ladrillo =  $0.240 \text{ m} \times 0.055 \text{ m} = 0.0132 \text{ m}^2$

A<sub>2</sub>: área de una de las caras frontales de una de las celdas, que está dada por las

dimensiones de el ancho y el grosor del ladrillo =  $0.130 \text{ m} \times 0.055 \text{ m} = 0.00715 \text{ m}^2$ .

### 6.2.1 Mecanismo para desalojar la parrilla (palanca)

Una vez que se le dio forma a la parrilla, lo siguiente fue diseñar todo el mecanismo para hacerla subir y de esta forma liberar a los ladrillos ya formados. Para el diseño de la palanca lo primero que se necesitó fue calcular las fuerzas necesarias para hacer subir la parrilla. Teniendo el peso total de la parrilla ( $w = 28.73 \text{ kg}$ ) se debe considerar tanto el peso de la parrilla como la fricción que existirá entre el acero y el barro en todas las caras laterales de todas las celdas. El área de contacto total, como se calculó en la sección anterior es de  $0.407 \text{ m}^2$ . Suponiendo que se tiene una placa de acero con esa superficie y un peso de  $28.73 \text{ kg}$  sobre una superficie de barro, se puede calcular la fuerza necesaria para desplazar esa placa sobre el barro (ver figura 43), esta fuerza toma en cuenta la fricción que existe entre el barro y el acero al momento de deslizarse entre sí.

Según la referencia [12], una de las características de la fricción es que: la magnitud de la fuerza friccional estática máxima  $F_s$  que puede desarrollarse es independiente del área de contacto, siempre y cuando la presión normal no sea muy baja ni lo suficientemente alta para deformar severamente o romper las superficies en contacto de los cuerpos.

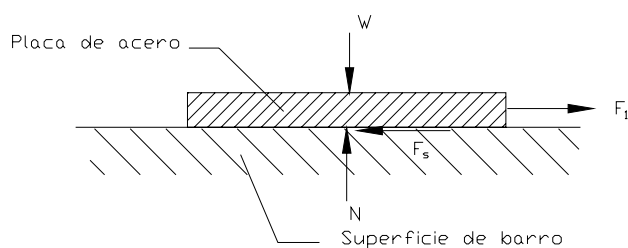


Figura 43. Placa de acero sobre el barro.

Es por eso que se considera el análisis de la fricción entre el barro y el acero de la forma que se muestra en el diagrama de cuerpo libre de la figura 44.

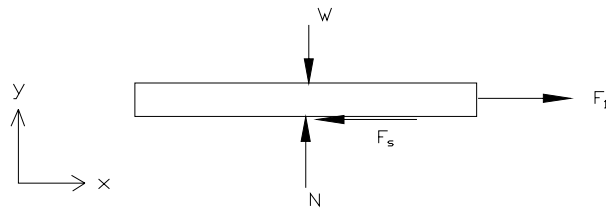


Figura 44. Distribución de fuerzas

Donde:

$F_1$ : es la fuerza necesaria para mover la placa, [ N ]

$F_s$ : es la fuerza de fricción estática, [N]

N: es la fuerza normal, [N]

W: es el peso de la placa, [N]

En donde  $F_s = \mu_s N$ .

Donde :

$\mu_s$ : Coeficiente de fricción estática entre el acero y el barro = 0.8 [13]

Ecuaciones de equilibrio:

$$\sum F_x = 0; \quad F_1 - F_s = 0$$

$$\sum F_y = 0; \quad N - W = 0$$

Despejando y sustituyendo valores,

$$N = W = 28.73 \text{ kg} (9.81 \text{ m/s}^2) = 281.84 \text{ N}$$

$$F_1 = F_s = \mu_s N = 0.8(281.84 \text{ N}) = 225.47 \text{ N}$$

Ahora, la fuerza  $F_1$  es la fuerza debida a la fricción entre el barro y el acero de la parrilla, pero la fuerza total para levantar la parrilla tendiendo contacto con el barro, se obtiene de sumar  $F_1$  más el peso  $W$ :

$$F_T = F_1 + W = 507.3 \text{ N}$$

### 6.3 Diseño de la palanca.

El diseño de la palanca se inicia con la selección del tamaño del engrane (piñon) de la cremallera ver figura 44, como se verá con mayor detalle en la sección 6.4, la distancia que se elevará la parrilla es de 65 mm esta distancia se utiliza para calcular el radio del engrane considerando un determinado ángulo de giro, la forma de calcularlo es: [16]

$$r = \frac{57.296 \ell}{\alpha} \quad (6.2)$$

En donde:

r: radio del engrane, [mm]

ℓ: longitud de arco = 65mm

$\alpha$ : ángulo, [grados]

Se considera que un ángulo de giro de 45 grados de la palanca es un movimiento considerablemente adecuado para que el operador no se vea tan forzado a un gran desplazamiento giratorio.

Sustituyendo los valores mencionados en 6.2,

$$r = 82.76 \text{ mm}$$

De esta manera se tendría un diámetro de 165.52 mm que haciendo la conversión este valor es igual a 6.51 in. De acuerdo a la tabla 13 apéndice A un engrane cercano a esta geometría es el TC1284 que tiene un diámetro de paso de 7 in. seleccionando este engrane y recalculando el ángulo, se tiene que el ángulo de giro de la palanca es de 42.9 grados.

Una vez que se ha seleccionado el engrane el siguiente paso fue determinar más por la geometría del conjunto y de consideración personal, que el tubo de 1" de diámetro (ver tabla 7 del apéndice A, se seleccionó este diámetro por considerar ser ergonómico para la sujeción con las manos) para hacer palanca (ver plano MM-12-01) se ubicara a una distancia de 0.8 m que está dada por el tamaño del soporte de la palanca (MM-12-02); para lograr una mayor estabilidad en el movimiento se le agregaron tanto un refuerzo diagonal



(MM-12-03) como otro refuerzo (MM-12-04) hechos de solera de 2"×1/4" ver tabla 9 del apéndice A, este último para hacer escuadra con el primero y de esta manera conformar un armazón ver figura 45, se ha considerado que tanto el soporte de la palanca, el refuerzo, el refuerzo diagonal y el piñon sean unidos entre si de manera permanente con la ayuda de soldadura, ver plano MM-12-00. Mientras que para facilitar un poco el ensamble se considera que el tubo debe ir unido en sus extremos con los soporte con la ayuda de 1 tornillo de cada lado.

La fuerza  $F_T$ , calculada anteriormente, y que es la fuerza necesaria para elevar la parrilla, es utilizada para calcular que tanta fuerza se va a ejercer en la palanca por parte del operario.

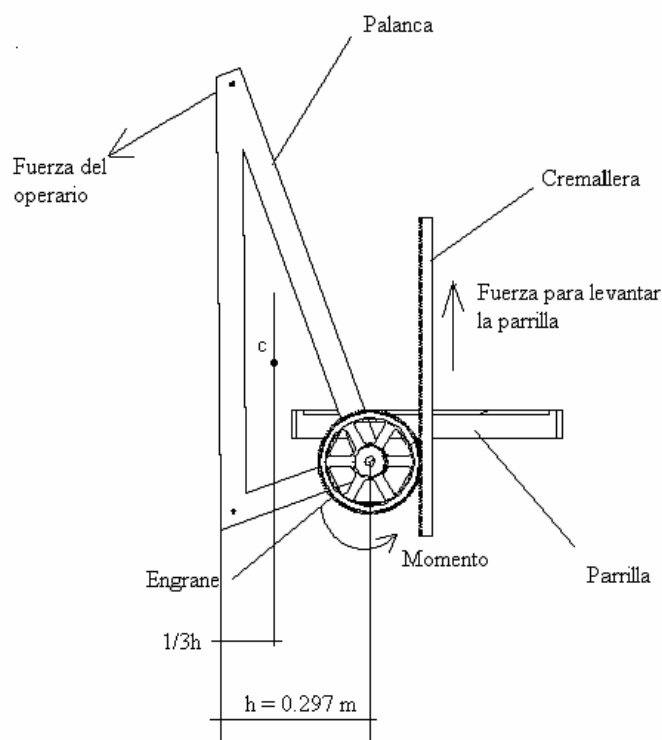


Figura 45. Distribución de fuerzas en la palanca.

Haciendo un diagrama de cuerpo libre de las fuerzas distribuidas en la palanca y el piñon debidas al momento efectuado por la fuerza para levantar la parrilla ( $F_T$ ) ver figura 45, se tiene como resultado la figura 46, en ella se muestra en que forma se analizan las fuerzas.

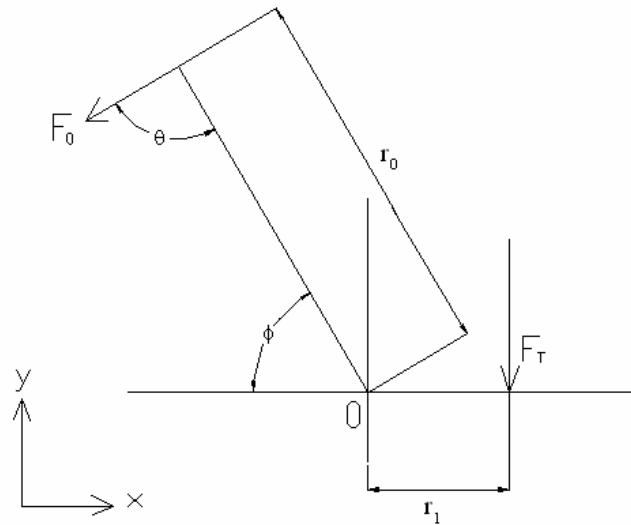


Figura 46. Diagrama de fuerzas para la palanca

En la figura 45, se muestra a la fuerza  $F_T$  ejerciendo oposición al movimiento giratorio del engrane, esta fuerza va a originar un torque el cual se obtiene de la siguiente relación:

$$T = F_T \times r_1 \quad (6.3)$$

Donde:

$T$  : es el torque que se genera sobre el eje del piñon, [N.m]

$$F_T = 507.3 \text{ N}$$

$r_1$  : es el radio del engrane seleccionado reajustado al tamaño del engrane

seleccionado con un radio de 3.5 in = 0.0889 m

Sustituyendo,

$$T = 45.10 \text{ N.m}$$

Una vez que obtenido el torque, este mismo se utiliza para calcular fuerza necesaria par originar ese torque, en la figura 46 se indica la disposición de  $F_0$  , de igual manera se indica el ángulo  $\theta$  el cual va a ir aumento conforme se vaya girando la palanca y reduciendo al mismo tiempo el ángulo  $\phi$ , este último no podrá reducirse mas halla de 43 grados, pero aunque estos ángulos vayan cambiando el torque se va a mantener igual ya que los radios de giro  $r_1$  ,  $r_0$  y la fuerza  $F_T$  junto con su dirección no van a cambiar. Es por eso que se calcula  $F_0$  tomando en cuenta solo el torque y los radios, de esta manera  $F_0$  se obtiene de la siguiente relación:

$$F_0 = \frac{T}{r_0} \quad (6.4)$$

Donde :

$F_0$  : es la fuerza que va a ejercer el operario [N]

$r_0$  : es el tamaño de la palanca = 0.8 m

Sustituyendo,

$$F_0 = 56.4 \text{ N}$$

El valor de  $F_0$  es un valor obtenido sin considerar la ayuda que podría proporcionar el peso de los componentes de la palanca para calcular la fuerza real  $F_R$  que tendría que ejercer el operario, y para saber si con solo el peso de esos componentes no exista la posibilidad de que se baje sola se calcula a  $F_R$ . Para ello se debe calcular el torque que ejercerían los componentes de la palanca, lo primero que hace es encontrar el centroide de la forma geométrica de palanca sobre su costado ver figura 44. Según la referencia 12 el centroide de un triángulo se ubica a  $1/3$  de  $h$ , en este caso  $h = 0.2971$ , considerando la posición en la que inicialmente debe mantenerse la palanca. Lo que significa que en ese punto se puede ubicar la fuerza debida al peso de los componentes el cual es de  $11.20 \text{ kg} = 110 \text{ N}$  (ver tabla 20 del capítulo 8), utilizando la fórmula 6.3 se obtiene un torque de:

$$T = 21.78 \text{ N.m}$$

Donde:

$$F: \text{ fuerza debida al peso de los componentes} = 110 \text{ N}$$

$$R: 2/3 \text{ de } h (0.2971) = 0.198 \text{ m}$$

El torque que produce el peso de los componentes es menor que el que necesita para levantar la parrilla ( $45.10 \text{ N.m}$ ), restandole a este valor el torque de los componentes se

obtiene un valor de 23.32 N.m. Con este valor se puede obtener el valor de  $F_R$  con la ayuda de la fórmula 6.4 el cual es:

$$F_R = 29.15 \text{ N}$$

Donde:

T: diferencia del torque restante para levantar la parrilla = 23.32 N.m

$r_0$  : es el tamaño de la palanca = 0.8 m

Para lo cual se considera una fuerza aceptable, capaz de no producir un gran esfuerzo en el operario por lo que se toma como una distancia adecuada para el tamaño del soporte de la palanca.

Cuando la parrilla no contiene barro la fuerza necesaria para elevarla solo esta influenciada por el peso de los componentes de la parrilla (281.84 N) sería necesario un torque de  $T = 281.84 (0.0889 \text{ m}) = 25.1 \text{ N.m}$ , que comparándolo con el torque que produce la palanca 21.78 N.m se puede ver que es considerablemente mayor. Esto significa que se no tendría problemas para hacer que la parrilla que mantenga en su lugar por si sola antes de que se llene de barro.

#### **6.4 Mecanismo aplanador**

El mecanismo que va a darle forma final al ladrillo y que se va a encargar de hacer la distribución uniforme del barro es el mecanismo aplanador (ver plano MM-13-00).

El funcionamiento del mecanismo sería como se muestra en la figura 46, en cuanto se termine de proveer el barro necesario para llenar la cavidad de cada una de las celdas de la parrilla por medio de las llegadas de extrusión (MM-08-00) la forma en la que se esperaría que quedara el barro se muestra en la figura 47.

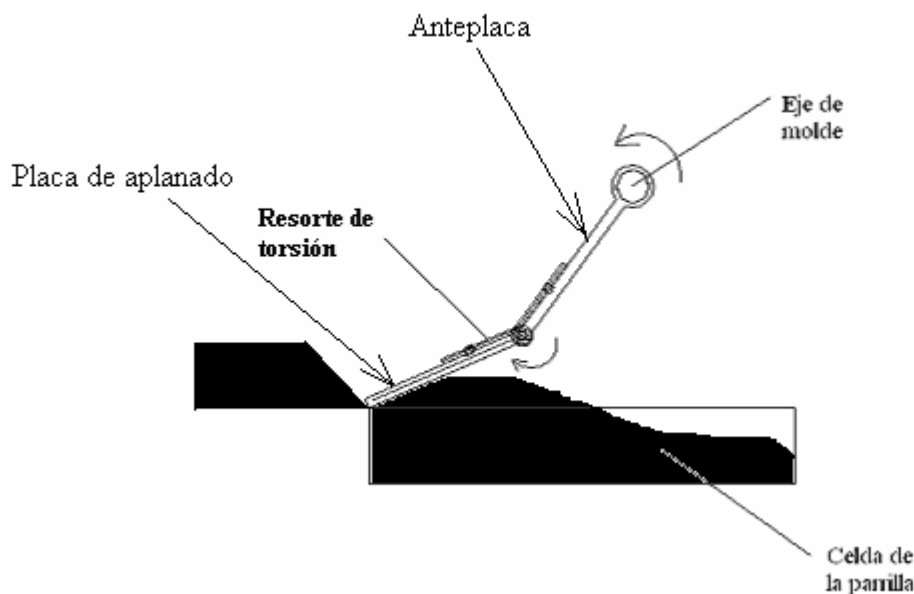


Figura 47. Movimiento del aplanador.

Una vez que se ha terminado de abastecer el barro debido a que se ha detenido motor del extrusor de manera programada, en ese momento se acciona el motor del mecanismo de moldeo el cual va hacer girar a los dos ejes (MM-13-01) quienes están conectados con el buje primario (MM-13-02). Los bujes soportan a la anteplaca de aplanado (MM-13-03) que sirve como brazo de apoyo de la placa de aplanado (MM-13-04). Entre las dos placas se ubican los bujes de anteplaca (MM-13-05) y los bujes de la placa (MM-13-06) que sirven como apoyos para la varilla (MM-13-07). La varilla es el eje de giro de la placa de aplanado y el del resorte de torsión (MM-13-08). Los seguros de

los resortes (MM-13-09) se ubican en cada una de las placas y son los apoyos mediante el cual los resortes transmiten su fuerza torsional. La secuencia de movimiento se muestra en la figura 48, es espera que con un solo giro de los ejes se obtenga la forma final en caso necesario se podría ajustar el temporizador para que realiza una vuelta más, esto solo se podría observar una vez que se tuviera la máquina construida, en esa misma figura se muestran las distancias sobre las cuales trabajan las piezas en movimientos y se puede ver que no existe problema de interferencias pero se recomienda que los ejes se coloquen desfasados uno de otro con la finalidad que cuando cada una de las placas de aplanado no se golpeen una vez que dejen de tener contacto con la parrilla de moldeo.

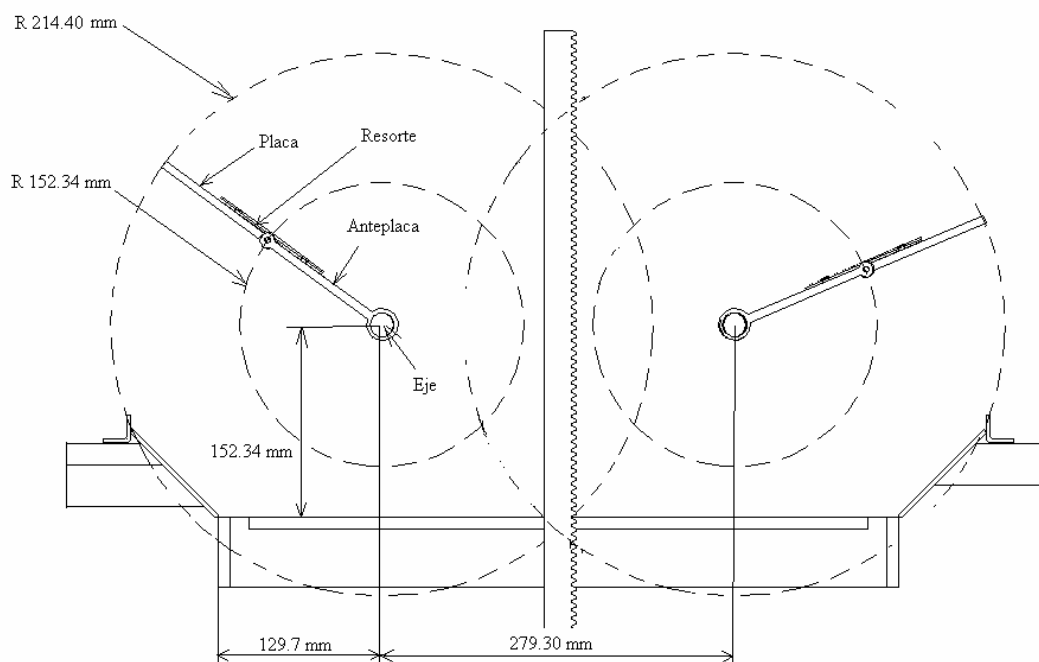


Figura 48. Dimensiones de movimientos del aplanador.

Para abastecer de movimiento a los ejes se pensó en que cada uno los ejes portara un engrane de 11.2" de diámetro (ver tabla 14 del apéndice A), conectados entre si con la

finalidad de que los ejes giren en sentido contrario uno con respecto al otro por así ser requerido ver figura 49. Y finalmente con la ayuda de un motor proveer de movimiento al mecanismo; la capacidad del motor se analiza en el capítulo 7.

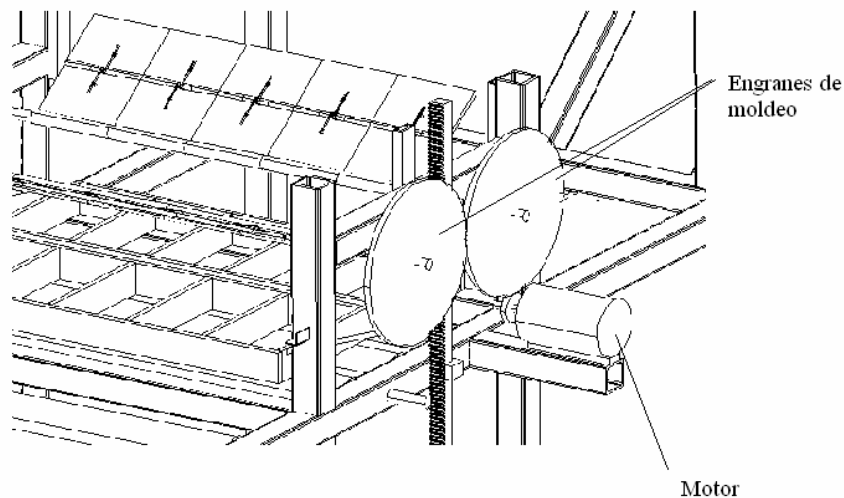


Figura 49. Transmisión del sistema de moldeo

Un detalle en el no había pensado es que originalmente se seleccionó hacer de acero la placa de aplanado, el detalle es que como se muestra en la figura 46, la placa va rozando con el borde superior de la parrilla, esto provocaría mucho ruido capaz de molestar al operador mientras manipula la máquina. Esto hace pensar en cambiar de material de la placa por uno menos duro como un plástico a algo así, pero seguramente al utilizar un material blando el desgaste de la placa sería muy rápido por lo que habría que evaluar esa opción.

### 6.5 Sistema abastecedor de charolas.

El sistema abastecedor de charolas aprovecha el descenso de la cremallera para hacer girar un engrane conectado a un rodamiento con trinquete, es decir, es necesario que



gire para los dos lados pero que solo en un sentido tenga tracción y ese sentido es el descenso de la cremallera con la cual está conectado, tanto los ejes como los engranes y las catarinas que se encuentran a lo largo de la máquina están dispuestos de tal manera que giren en sentido contrario uno con respecto al otro. Pero esto con el fin de que una vez el movimiento giratorio llegue al área almacenaje de charolas, las dos cadenas de eslabones puedan ir subiendo de manera simultanea cada charola, ver figura 50 y plano MM-14-00.

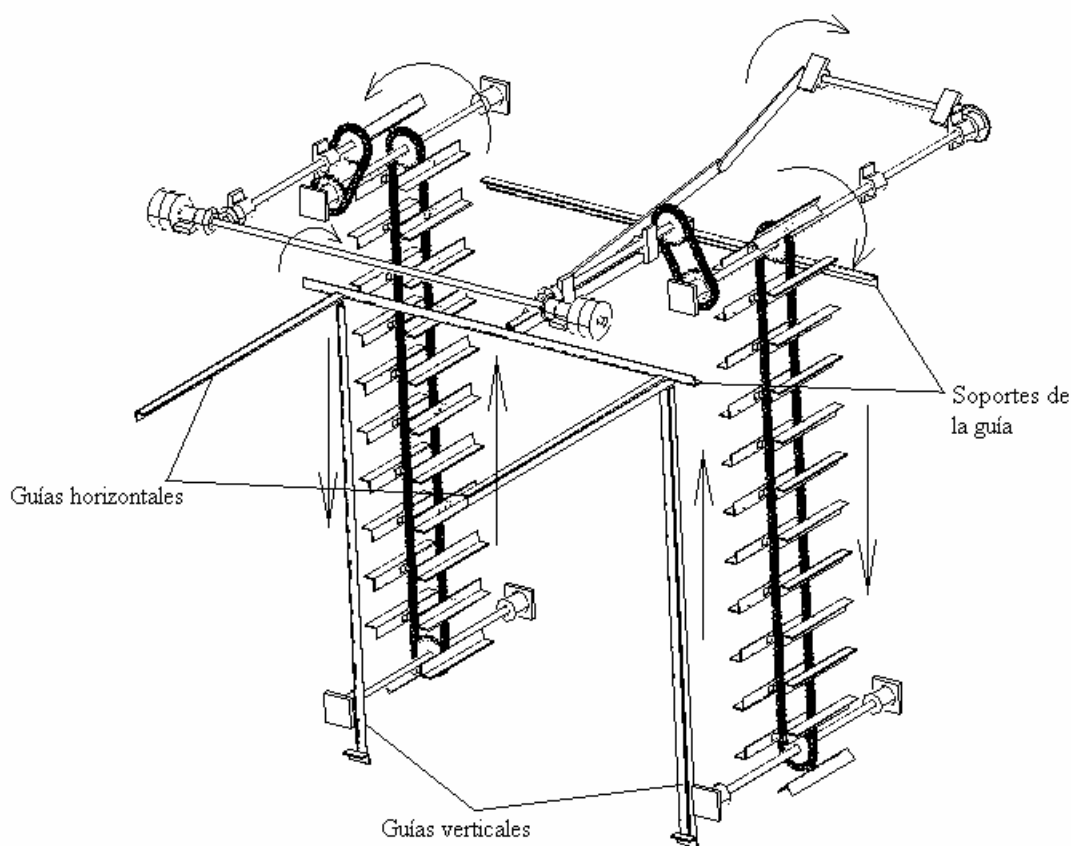


Figura 50. Sistema abastecedor de charolas.

Aprovechando el movimiento de regreso de la cremallera, es como se inicia el diseño de este mecanismo. En la figura 51, se muestra las distancias de recorrido de la parrilla, el grosor de la parrilla es de 55 mm la distancia mínima para poder desalojar los

ladrillos deslizándolos sobre el mismo es por lo menos elevar la parrilla la misma distancia su grosor, se le dio un margen para que no existiera la posibilidad de que la misma parrilla obstruyera la salida de los ladrillos y deformarlos.

Haciendo la suma de estas medidas se tiene una distancia de desplazamiento de la cremallera en una dirección de 65 mm. Esta distancia debía convertirse en un giro completo ya que este giro se utilizaría para el eslabón que debía empujar la charola y regresar (ver figura 52).

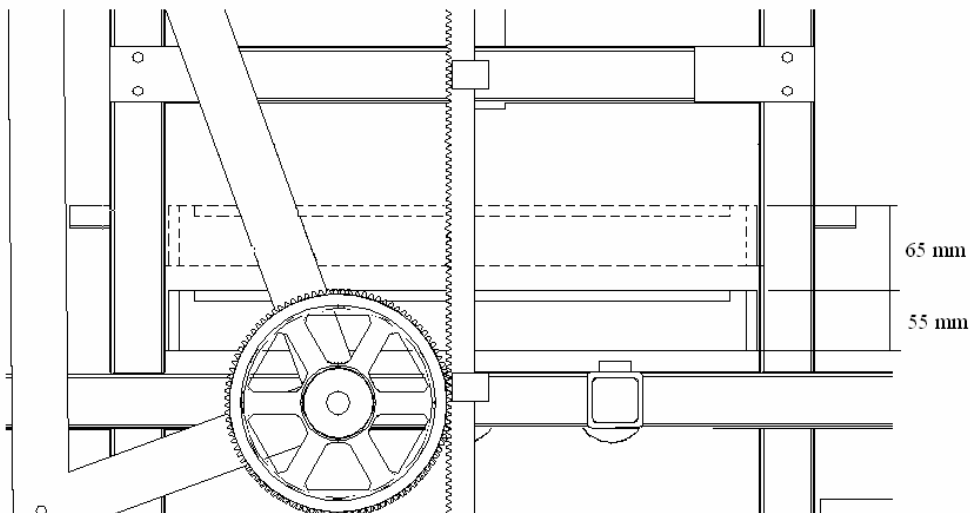


Figura 51. Distancia de recorrido de la parrilla.

Como se ha mencionado se aprovecha el movimiento descendente de la cremallera para hacer accionar el sistema de charolas, pero es necesario que el movimiento de ida no ejerza ningún movimiento al sistema. Es decir, mientras el operador mueve la palanca hacia abajo para subir la parrilla, el sistema de charolas debe permanecer estático, en el momento

en que el operador ejerce fuerza para regresar la palanca a su posición inicial, se activa el mecanismo para dar movimiento a una serie de piezas para hacer colocar una charola vacía debajo de la parrilla.

Para lograr este movimiento se pensó en unir un engrane recto con un rodamiento con trinquete, este tipo de rodamientos giran en un solo sentido, la tracción en el sentido contrario es lo que se aprovecha para hacer girar, en este caso, un eje.

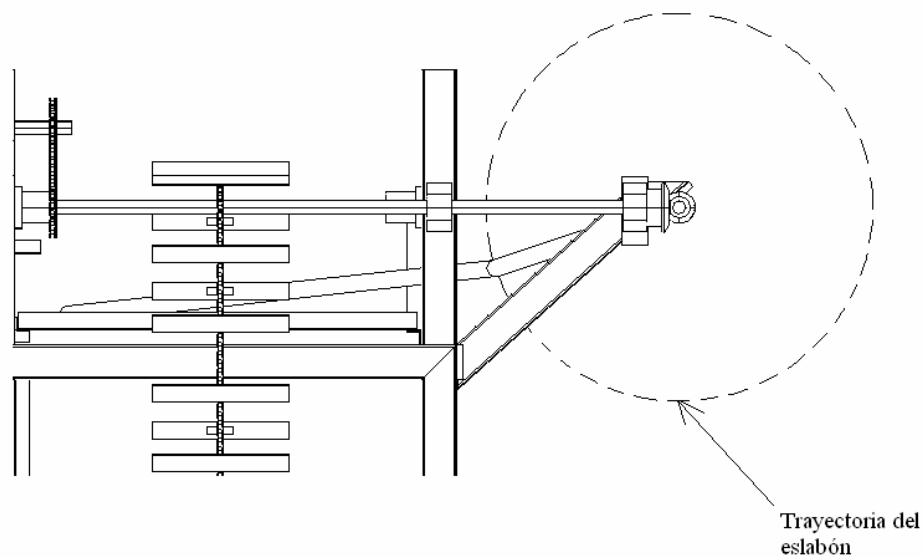


Figura 52. Movimiento del eslabón.

El engrane recto mencionado es el piñón de la cremallera, este engrane va unido al rodamiento y a su vez este último va conectado al eje ya sea mediante una cuñero o soldado. En la figura 53, se muestra el sentido en el que girará libremente y el sentido en el que tendrá tracción.

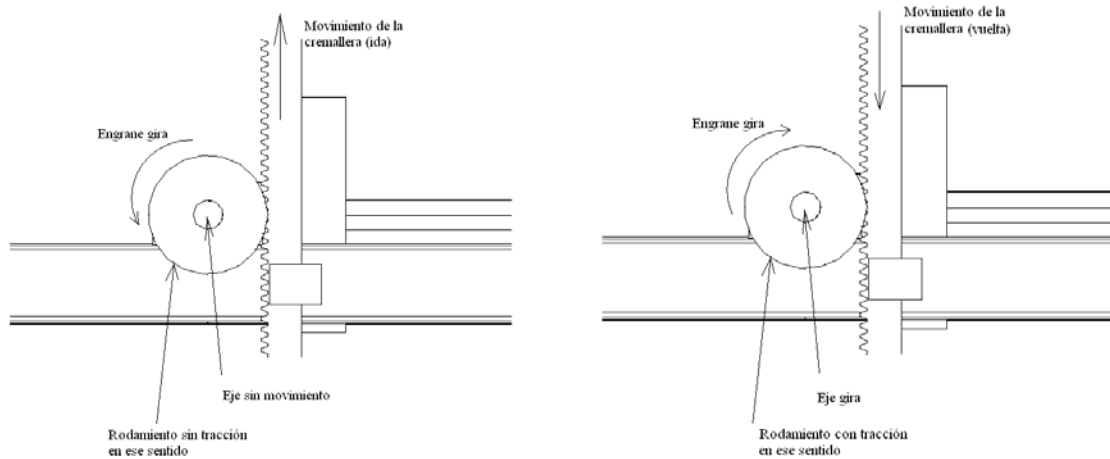


Figura 53. Movimiento del rodamiento con trinquete.

Partiendo de la selección del piñón, se optó por que los 65 mm de movimiento lineal de la cremallera se convirtieran en media revolución del eje, para que al final del sistema se convirtiera en una vuelta completa.

Por lo tanto para seleccionar el tamaño del engrane se convierten los 65 mm en la mitad de una circunferencia que vendría siendo el diámetro de paso. Conjuntamente tienen el mismo paso el engrane de la palanca, la cremallera y el engrane-rodamiento. El valor del radio del engrane se obtiene de la fórmula 6.1:

En donde:

$r$ : radio del engrane, [mm]

$\ell$ : longitud de arco, 65mm

$\alpha$ : ángulo = 180 grados

Como resultado se tiene un valor de:

$$r = 20.69 \text{ mm, por lo tanto el diámetro} = 41.38 \text{ mm} = 1.63 \text{ in}$$

De acuerdo a la tabla 13 del apéndice A, el diámetro de un engrane cercano es el del número TS1220 con un diámetro de 1.667 in , reajustando la longitud de arco sin modificar el ángulo, el resultado es que la longitud de arco es de 66.51 mm. Basándose en las dimensiones de este engrane, haciendo caso al catálogo se selecciona el diámetro de la flecha, el cual es de  $\frac{3}{4}$ ". El rodamiento de trinquete debe tener un barreno del mismo diámetro. Como se puede ver en el plano MM-14-00 el eje principal (MM-14-01) sirve para transmitir el medio giro a los demás mecanismos, los elementos siguientes son 2 pares de engranes cónicos (Tabla 12, Apéndice A) para hacer un cambio de dirección. Era necesario que los ejes de cambio (MM-14-02) se dispusieran para girar en sentido contrario uno con respecto al otro, eso se logra con disposición de los engranes de acuerdo como se muestra en la misma el plano del subensamble.

Al final del extremo opuesto de los ejes de cambio fue necesario bajar la altura con la ayuda un par de catarinas para cada eje con cadena, este mecanismo permite conservar el sentido del giro y la magnitud del mismo, colocando los 2 pares de catarinas de 3.14" de diámetro de 18 dientes con un paso de  $\frac{1}{2}$ " conectados con una cadena cada par de 39 eslabones (tabla 15, apéndice A). Después de ese cambio de altura cada uno de los ejes de cambio esta conectado a su vez con un eje diferente, un eje de elevación (MM-14-03) y un eje de doble acción (MM-14-05). El eje de elevación tiene solo una función que es la de rotar la catarina que sirve para ir subiendo las charolas. El eje de doble acción cumple con dos funciones, girar la otra catarina para la elevación de las charolas y con su extremo final

hacer girar al eje de empuje (MM-14-04) mediante un par de engranes cónicos que tienen una relación entre ellos de 2:1, el engrane grande es de 3" de diámetro y 36 dientes mientras que el pequeño tiene 1.5" de diámetro con 18 dientes ambos son de paso 12 ( ver tabla 11, apéndice A) para hacer un cambio de dirección y no solo eso si no que también convertir la media revolución en una revolución completa. Esta revolución es necesaria para que el antebrazo de empuje (MM-14-06) gire, mientras que el eslabón de empuje (MM-14-07) convierta el movimiento giratorio en un movimiento lineal de ida y vuelta con la ayuda de la guía del eslabón (MM-14-08). La guía del eslabón va colocada sobre 2 ángulos que son los soportes de la guía (MM-14-09) ver figura 50.

Para ayudar a colocar las charolas de manera correcta y mantenerlas en su lugar, se le han agregado 2 guías verticales (MM-14-10) al sistema (ver figura 50), estas guías van a orientar al operador a la hora de colocar las charolas en los elevadores (MM-14-12) de las cadenas, a estas guías verticales se le agregaron unos soportes (MM-14-11) para ajustarlos al bastidor. Una vez que las charolas están en la posición precisa el eslabón empuja la charola hacia adelante, para ayudar a que la charola se deslice en forma adecuada se le han agregado unas guías horizontales (MM-14-13) y (MM-14-14). Las medidas de las charolas deben ser de 590×760 mm, se recomienda que sean hechas de triplay de 18 mm de grosor ya que vienen en hojas de 2.44×1.22 m para poder cortarlas de un sola pieza. Es recomendable que las charolas sean recubiertas de algún tipo de protector contra la humedad.