

CAPITULO V

ANÁLISIS DE TIEMPOS Y COSTOS

5.1 Factores a Considerar

A fin de elegir una propuesta satisfactoria, debemos realizar un estudio comparativo de las características positivas y negativas que posiblemente generarán cada uno de los diseños propuestos, tanto para el diseñador como para el consumidor.

Para poder llegar al resultado final se deben de hacer los cálculos matemáticos necesarios, considerar los factores que influyen en cada uno de los cambios posibles, así como los presupuestos y cotizaciones para considerar si es posible realizar lo que deseamos hacer.

Es necesario tomar en cuenta todos los cambios en el diseño, para que se considere dentro de los costos del nuevo producto, así como las modificaciones que alteran el producto, por lo que se consideraran los nuevos diseños.

También se consideraron los procesos de manufactura de la máquina Wafflera y del producto (waffle) para considerar el tiempo que se reduce implementando los nuevos diseños, así como cotizaciones de los materiales a

utilizar para obtener los costos finales de manufactura de la máquina y el nuevo costo del producto resultante.

Es importante mencionar que la máquina se puede manejar tanto por uno como por dos operarios, según sea la demanda del producto, ya que con esto se puede producir más producto en la mitad del tiempo.

5.2 Análisis de las Propuestas

Primer Análisis

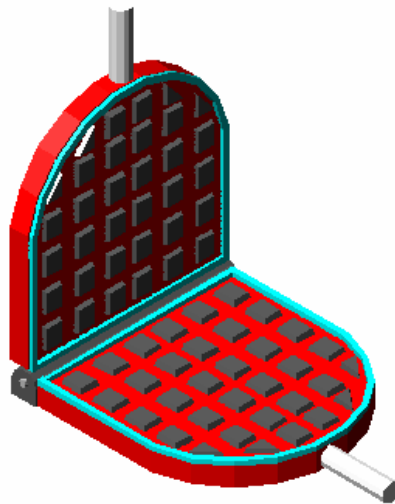


Figura 23. Cuarta Consideración Geométrica de la Wafflera.

Este modelo es conveniente para utilizarse, debido a que la geometría del producto no cambia en gran medida, incluso su manufactura es poco más elaborada que la original, debido a la curva que posee en la parte frontal, pero a

su vez necesita menos material (teflón) para su elaboración, el impacto en el cambio del diseño no es abrupto, por lo que el consumidor no generará un rechazo ante él. Habría que hacer otros cambios más en cuanto a la geometría del sistema de rebanado y el de suministro de jarabe, así como el material que no se utilizaría se eleva en comparación con diseño original. Su aceptación fue mayor, a la del diseño anterior, sin embargo no llego a ser tan alta como la forma tradicional.

Segundo Análisis

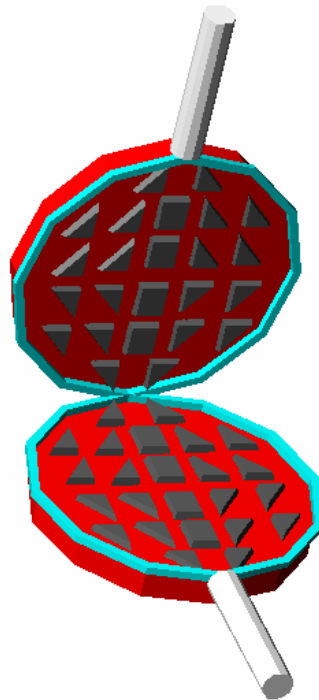


Figura 24. Tercera Consideración Geométrica de la Wafflera.

El cambio drástico realizado en la geometría de esta Wafflera no impide su manufactura, sin embargo si eleva su grado de complejidad con respecto al anterior, se desperdicia el doble de material que en el anterior y este desperdicio

es inminente, debido a que las partes sobrantes no pueden ser reutilizadas, requiere de un cambio extra en las bisagras y su forma circular complica la colocación de un rebanador y el suministro de jarabe. Su impacto no se encontró dentro de la media, debido a que este modelo de Waffle existe con anterioridad, por lo que esta opción se descartó

Tercer Análisis

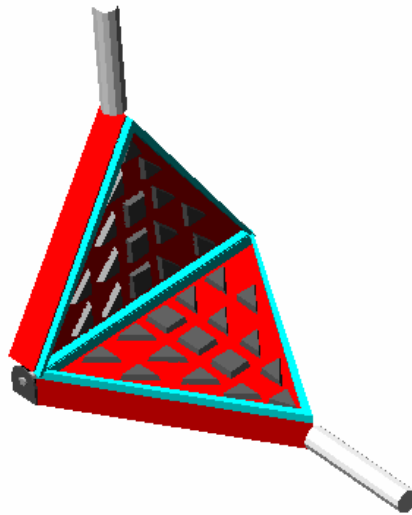


Figura 25. Segunda Consideración Geométrica de la Wafflera.

Este modelo cambia radicalmente su forma geométrica, por lo que su precio de manufactura se eleva en gran medida, los cambios necesarios a realizar en cuanto a la geometría del sistema de rebanado y el de suministro de jarabe son inminentes y muy complicados, así como el material que no se utilizaría se cuadruplica en comparación con el mecanismo original. Su aceptación fue mayor, a

la del diseño anterior, sin embargo no llego a ser tan alta como la del primer diseño.

5.3 Análisis de Tiempos

Para comenzar debemos de tener en cuenta que el fin primordial del Rediseño de esta máquina consiste en la disminución del tiempo del preparado de los Waffles y que con la implementación del sistema de rebanado y el sistema de suministro del relleno se obtienen productos cocidos, rebanados y rellenos en el tiempo en que antes sólo se obtenían cocinados, por lo que el tiempo de ahorro es grande por lo que con los rediseños propuestos, la máquina podrá realizar varias funciones simultáneas.

En base a la Economía de movimientos, la cual se refiere a clasificar los movimientos sujetos a análisis, en base a movimientos ya establecidos y medidos, debemos analizar los pasos a seguir por la mecanización tomada en cuenta para llevar a cabo la acción del proceso. Para entender de una manera más fácil la economía de movimientos, poniendo un ejemplo, el movimiento que se realiza para lanzar una pelota de béisbol es el mismo que se utiliza para realizar la acción de martillar, es decir de utilizar un martillo. (Bibliografía al Final del libro Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y Diseño del Trabajo).

Se toma en cuenta que el operario se encuentra parado frente a la máquina y que va a comenzar a realizar la acción de preparar un waffle, utilizando la máquina propuesta, realizando los movimientos básicos durante el proceso, los cuales se encuentran mencionados a continuación, aunque no se mencionan las sub-operaciones por obviedad, pero que se consideran debido a que por muy poco que sea el tiempo que abarcan, es necesario contemplarlas:

- Alcanzar (consta de la acción de levantar su mano hasta la posición donde se encuentra la plancha superior cerrada, es decir de manera horizontal)
- Tomar (esta acción consta únicamente consta de sujetar la plancha con una de sus manos)
- Mover (una vez que la plancha fue sujeta por el operario, este toma la plancha superior y la levanta, de manera que quede vertical, aproximadamente a 90°)
- Soltar (ejecuta la acción contraria a tomar la plancha)
- A partir de aquí no se mencionarán las sub-operaciones de alcanzar, tomar y soltar, por obviedad.
- Servir (se refiere a servir la masa de los waffles, en las planchas)
- Mover (debido a que la plancha superior se colocó a 90°, aproximadamente, se debe regresar a su posición vertical para que pueda ser posible la cocción en la parte superior del waffle)

- Accionar (una vez precocidos los waffles, se deberá accionar una palanca, para que los waffles sean rebanados por la mitad, en su sección transversal)
- Accionar (ya cocidos y rebanados, los waffles serán rellenos por medio de una segunda palanca, la cual ejerce una presión en un pistón que impulsa al fluido a salir)
- Mover (una vez más la plancha debe ser sujeta por el operario, para que este tome la plancha superior y la levante, hasta dejarla en una posición vertical)
- Servir (una vez listos los waffles, el mismo operario debe retirarlos de la wafflera, para servirlos en algún recipiente)

Al comenzar este análisis existían dos pasos más, los cuales eran el de desaccionar las palancas, sin embargo al realizar el análisis de pasos fueron eliminados, por medio de un resorte, el cual ejerce la acción de regresar las palancas a sus posiciones originales, por lo que no existen más retrasos inevitables.

Otro factor importante a considerar es el de que la ergonomía de la palanca fue tomada en cuenta, debido a que en la misma bibliografía se encontró la posición óptima de la sujeción de la mano, que consta en los dedos doblados a 90 grados, esto para evitar el uso innecesario de secuencias de movimientos o el cansancio o fatiga de los operarios.

El tiempo de cocción de un Waffle consiste aproximadamente en 3 a 5 minutos, dependiendo del clima y la altura de la ciudad, pero tomaremos 3 minutos; cortarlo por la mitad de manera longitudinal, incluyendo la acción de tomar el cuchillo, lleva aproximadamente de 5 a 15 segundos, sin considerar que no siempre las herramientas son dejadas en el mismo lugar por los operarios, tomando 10 segundos como promedio; untarlos con alguna jarabe nos lleva de 10 a 30 segundos aproximadamente, si tomamos de promedio 15 segundos, esto nos da un total de 3 minutos, 25 segundos. Este tiempo puede incrementarse con máquinas diferentes de la propuesta, debido al tiempo que se invertirá en buscar las herramientas, tanto de corte como para untar, ya que como anteriormente se mencionó, no siempre son depositadas en su lugar, mientras que con las modificaciones propuestas el producto saldría listo; es decir, cocinado, rebanado y con el relleno en 3 minutos, 25 segundos, ya que al ser mecánicos los procesos sólo se necesita jalar de un par de palancas, que no te lleva más de 2 segundos y que son simultáneos al proceso de cocción, por lo que no se consideran extras, mientras que al realizar los mecanismos anteriormente mencionados con una máquina normal el tiempo que aumenta oscila entre 20 segundos y 1 minuto, 15 segundos, dependiendo de la organización del lugar donde se esté laborando, este tiempo se ha estimado de manera teórica, como se mencionó anteriormente, ya que existe la manera de poner cifras en base al tiempo a movimientos previamente estudiados y medidos, basados en los movimientos del cuerpo humano. (Referencia).¹

¹ (Ingeniería Industrial, Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo, Niebel Benjamin,).

Es considerable el tiempo ahorrado por la máquina propuesta, debido a que como se mencionó al principio es una máquina pensada en la producción en serie, ya sea para restaurantes, cafeterías, etc, por lo que en este ámbito es muy importante el tiempo, ya que con el implemento del rebanado y el suministro de jarabe, se puede realizar más repeticiones de la misma acción en el mismo tiempo, incrementando de 15 Waffles por hora, con una máquina normal, a casi 18 Waffles en una hora, resaltando mucho su posible incremento en la producción.

Tabla No. 2

PRODUCCIÓN DE WAFFLES POR HORA.	
Cantidad de Waffles	Tiempo
1 Waffle	3 min. 25 seg.
5 Waffles	16 min. 15 seg.
10 Waffles	32 min. 30 seg.
15 Waffles	48 min. 27 seg.
20 Waffles	65 min.

Fuente: Elaboración Propia.

5.4 Análisis de Costos

Debido a que el producto va a ser rebanado y llevará un relleno interno, las características del waffle cambian, el grosor aumenta, por lo que el costo unitario del waffle aumenta, estas son otras de las consideraciones que se deben tomar en cuenta para ver si es rentable y útil el diseño de la máquina.

Considerando que es un rediseño y que los precios se van a aumentar al precio anterior debemos de tener en cuenta que lo que buscamos es el diseño que

nos brinde las mayores ventajas con el menor costo de materia prima y de manufactura, con cualquiera de los otros diseños los precios se hubieran elevado en gran medida, sin embargo esta propuesta brinda las mayores ventajas al menor costo.

Para realizar la cotización de la manufactura de la Wafflera se realizó previamente una cotización de los materiales a utilizar. Para la carcasa donde va contenida tanto el filo como el depósito de jarabe se utilizó acero inoxidable. Para las planchas que tienen contacto directo con los waffles se utilizó teflón, para cerrar herméticamente el depósito de jarabe se usó sello de hule, para conducir el jarabe desde el depósito hasta los waffles se utilizaron mangueras de acero inoxidable y una duya del mismo material para esparcirlo, el filo de rebanado es una hoja de acero inoxidable.

Al realizar la cotización obtuvimos que el precio que tenía la empresa Prominox de Puebla era de \$3.28 dls. por kilogramo de Acero Inoxidable 304 y que podían proporcionar placas de (1.22 X 3.05) metros, el espesor es de 5mm, después de juntar un bloque de 2000 láminas, que es el lote que venden de manera normal, estas aproximan un peso de 770 Kg. y un precio total de \$32,278 (sin I.V.A.) ; por lo que es posible realizar con láminas externas que den cuerpo y soporte sin ser placas sólidas. En esa misma empresa manejaban otra opción que consistía en láminas de (1.22 X 3.05 X 0.476) metros, con un peso de 144 Kg y un

precio total de \$ 5,613 ; por último existía otra posibilidad que consistía en otra lámina pero esta de (1.22 X 3.05 X 3.05) m, esta con un precio de 4,100.

Siendo que las tres opciones poseen las mismas dimensiones de largo y ancho, lo importante es considerar el espesor, la primer opción se descartó debido al incremento radical en el precio, la tercera alternativa de calibre 11 era una buena opción , sin embargo no nos brindará la rigidez necesaria para erigir y soportar; mientras que la segunda de 3/16", es una muy buena opción, debido que brinda el soporte y la rigidez necesarios, a parte de que la diferencia entre las dos últimas medidas no están tan alejadas una de la otra.

Para la cotización del teflón se cotizó en Lamuño Hnos, localizada en la 11 sur entre la 21 y 23 poniente, en la Cd. De Puebla, dieron una cotización de una placa de (48 X 48 X 3/8) in. Con un peso de 32.700 Kg y un precio por Kg. de \$ 322.91.

La cotización del teflón se realizó debido a que si se realizaba alguno de los diseños, semi-circular, triangular o circular se debía analizar el costo de mayor o menor de la propuesta, sin embargo al decidir realizar el diseño cuadrado original, con unas pequeñas modificaciones en las esquinas, no es necesario la modificación de la ya existente, lo que minimiza los costos del rediseño.

Por otro lado, poder utilizar esta máquina no requiere de ningún conocimiento previo de ningún aparato, ya que es muy sencilla de utilizar, por lo

que también existe un ahorro, que consiste en que no es necesaria una capacitación previa para el usuario de la wafflera.

5.5 Justificación Económica

Se realizó un análisis económico simulando un ensamble para observar detalladamente las piezas necesarias para el ensamble y así poder cotizar la manufactura de la máquina. Para poder realizar este punto se pensó en tres casos supuestos. Durante el primer caso se calculó el costo de una sola Producción de la máquina propuesta, con un empleado realizando el trabajo de Manufactura, en este caso se obtuvieron los siguientes datos: (Referencia ²)

Tabla No. 3

COSTO DE FABRICACIÓN DE UNA MÁQUINA			
MATERIAL	Costo Unitario	Piezas Requeridas	Costo (en pesos)
Lámina de Acero		1	\$ 123.10
Teflón		1	\$ 161.46
Rondanas	0.20	12	\$ 2.40
Tuercas	0.40	12	\$ 4.80
Mangueras	6.00	4	\$ 24.00
Asas	2.00	4	\$ 8.00
Empaques	2.00	8	\$16.00
Patas	0.80	4	\$ 3.20
Total de una sola Máquina			\$ 342.96
Total de una sola Máquina con I.V.A. incluido (15%)			\$ 394.40

Fuente: Elaboración Propia.

El costo unitario estimado de las rondanas es de 20 centavos, el de las tuercas es de 40 centavos, el de las patas de la máquina es de 80 centavos cada una, mientras el precio de las asas y de los empaques es de \$ 2.0 M.N y el de las mangueras es de 6 pesos.

² Apéndice 7, Fuente: Elaboración Propia.

Se calculó que para la producción de la máquina se necesitaría comprar una máquina para soldar algunas de las piezas, un taladro para realizar algunos barrenos y una máquina dobladora. También se consideró que habría que pagarle al empleado que realizará la manufactura de la máquina, por lo que se consideró un sueldo de \$ 3,000 M.N., así como los gastos extras obligatorios, como son los costos de luz y renta de un área de trabajo. (Ver Apéndice 7)

Tabla No. 4

COSTO DE PODUCCIÓN DE UNA MÁQUINA	
GASTOS	Pesos
Total de Material	\$ 394.41
Total de Maquinaria	\$ 17,000.00
Total de Mano de Obra	\$ 3,000.00
Otros	\$ 3,000.00
Total de Gastos	\$ 23,394.00
Precio Unitario de la Máquina	\$ 26,903.57
Ganancia	\$ 3,060.00

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de la manufactura de la máquina propuesta en este caso es de \$26,903.57, es elevado debido a la cotización de la compra de la maquinaria para la manufactura, sin embargo para el segundo y tercer caso, en los cuales se realiza la cotización de la producción de la misma máquina, los precios se reducen en gran medida, mientras las ganancias obtenidas se elevan bastante. En este análisis económico se obtiene una ganancia pequeña de \$3,059 M.N.

La segunda Cotización realizada se refiere a la Producción de 3 Máquinas al mes, durante el periodo de un año, hasta un tiempo final de 5 años, para este caso se consideró primeramente que trabajara un solo empleado, considerando el

mismo costo de las piezas necesarias para el ensamble de la máquina, sin embargo en este caso se consideró un gasto extra, el cual es el costo de mantenimiento de las máquinas, el de herramientas, como las brocas que se rompen por el uso y el de la soldadura, el cual es inevitable. También se elevó el gasto extra de luz y renta de un área de trabajo.

La producción de estas 3 máquinas mensuales, se convirtieron en 36 máquinas al año y en 180 máquinas a los 5 años, para lo cual se consideró en costo de la máquina, el cual consiste en \$6263.30 M.N., precio que se encuentra por debajo de los precios Industriales competitivos del mercado, también obtuvimos otros resultados importantes, como son el factor de recuperación, ya que en el sector empresarial esto es muy importante, en el primer año se recuperaba más de la inversión inicial, siempre y cuando las 36 máquinas se encuentren vendidas al terminar el año e incluso se obtiene una ganancia de \$37,580 M.N., en el tiempo de un año. El precio unitario de las máquinas fabricadas es por poco, más bajo que los precios del mercado y a partir de la mitad del segundo año pueden ser disminuidos, debido a la recuperación económica de la manufactura del producto. A continuación podemos ver los datos obtenidos en la tabla. (Referencia ³)

³ Ver Apéndice 8

Tabla No. 5

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 3 MÁQUINAS MENSUALES		
36 MÁQUINAS POR AÑO, 180 MÁQUINAS EN 5 AÑOS		
GASTOS	Al año	Al 5º año
Total de Material	\$ 14,199.00	\$ 70,993.00
Total de Maquinaria	\$ 17,700.00	\$ 20,500.00
Total de Mano de Obra	\$ 36,000.00	\$ 180,000.00
Otros	\$ 120,000.00	\$ 600,000.00
Total de Gastos	\$ 187,899.00	\$ 871,493.00
Precio Unitario de la Máquina	\$ 6,263.00	\$ 5,810.00
Recuperación	\$ 225,478.00	\$ 1,045,791.00
Ganancia	\$ 37,580.00	\$ 174,299.00

Fuente: Elaboración Propia.

Para el último análisis se realizó la producción de 7 máquinas mensuales, siendo que para este caso se necesitarán 2 empleados. Los datos iniciales se respetaron, siendo los mismos costo de manufactura por máquina, de \$ 394.40 M.N., las máquinas ensambladas suman 84 máquinas al año, siendo 420 después de 5 años para este nuevo análisis, los cálculos manejados, con base en la Ingeniería Económica, son manejados primero en Presente y Pasados a Futuro con una tasa de 4.5% al año, tomando este dato del promedio anual normal y es así como obtuvimos los siguientes datos: (Referencia ⁴)

Tabla No.6

COSTOS DE PRODUCCIÓN DE 7 MÁQUINAS MENSUALES		
84 MÁQUINAS POR AÑO, 420 MÁQUINAS EN 5 AÑOS		
GASTOS	Al año	Al 5º año
Total de Material	\$ 33,130.00	\$ 165,650.00
Total de Maquinaria	\$ 18,633.00	\$ 22,367.00
Total de Mano de Obra	\$ 72,000.00	\$ 360,000.00
Otros	\$ 120,000.00	\$ 600,000.00
Total de Gastos	\$ 243,763.00	\$ 1,148,016.00
Precio Unitario de la Máquina	\$ 3,482.00	\$ 3,280.00
Recuperación	\$ 292,516.00	\$ 1,377,620.00
Ganancia	\$ 48,753.00	\$ 229,603.00

Fuente: Elaboración Propia.

⁴ Ver Apéndice 9

Podemos ver que para este análisis se aumenta la cantidad de máquinas a Manufacturar y ensamblar y al ser repartidos los gastos en menos gastos de mano de obra y de mantenimiento aumentan las ganancias. Se obtuvieron pagos realizados de \$72,000.00 al año para el área de Mano de Obra, aumentando en gran medida la posibilidad de bajar los costos. Lo que se realizó en este caso fue bajar el precio a la mitad con la intención de captar el mercado y mantener casi la misma recuperación y ganancia, que es bastante alta, para obtener un logro rotundo en el análisis, con esta cantidad de producción, ya que este precio se encuentra casi al parejo de los mismo aparatos que son de tipo casero.