

**Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería**



DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE VELADORAS

Trabajo de Graduación presentado
por Víctor Hugo Sandoval Arias
para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala
2008

**DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN
DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE
VELADORAS**

**Universidad del Valle de Guatemala
Facultad de Ingeniería**




DISEÑO DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE VELADORAS

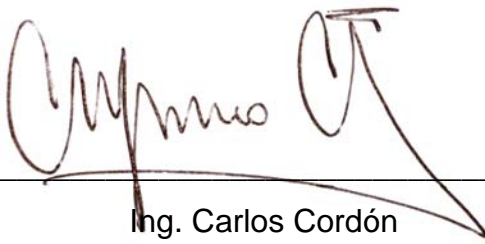
Trabajo de Graduación presentado
por Víctor Hugo Sandoval Arias
para optar al grado de Licenciado en Ingeniería Industrial


Guatemala
2008

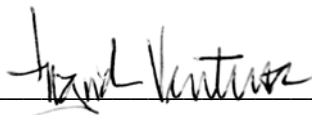
Vo. Bo.

(f) 
Lic. Ingrid Ventura

Tribunal

(f) 
Ing. Carlos Cordón

(f) 
Ing. Carlos Paredes de la Vega

(f) 
Lic. Ingrid Ventura

Fecha de aprobación: Guatemala, 27 de mayo de 2008

CONTENIDO

LISTA DE GRÁFICOS.....	vi
RESUMEN.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	3
A. Proceso	3
B. Diagrama del proceso de la operación	3
C. Diagrama del recorrido	5
D. Diagrama del proceso hombre-máquina.....	6
E. Diagrama del proceso bimanual	6
F. Estudio de tiempos	7
III. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PRODUCTO	9
A. Descripción de la empresa	9
B. Características del producto	11
C. Proceso de producción	15
IV. DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	17
A. Características del diseño	17
B. Diagramas del proceso de operación	21
C. Diagramas del proceso hombre-máquina.....	36
D. Diagrama del proceso bimanual	42
V. CONCLUSIONES	44
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	46
VII. APÉNDICE	48

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico número 1. Simbología utilizada en el diagrama de proceso de operación.....	5
Gráfico número 2. Actividades utilizadas en un diagrama de proceso bimanual.....	7
Gráfico número 3. Máquina para la producción de veladoras.....	10
Gráfico número 4. Tanques para derretir la parafina.....	10
Gráfico número 5. Parafina.....	12
Gráfico número 6. Mecha y porta mecha.....	13
Gráfico número 7. Veladoras “Jesús Nazareno”.....	14
Gráfico número 8. Veladoras “Jesús Nazareno”.....	15
Gráfico número 9. Diagrama del recorrido del método actual.....	18
Gráfico número 10. Diagrama de la colocación del tanque para calentar la parafina.....	19
Gráfico número 11. Diagrama del recorrido para el nuevo diseño de la línea de producción.....	20
Gráfico número 12. Diagrama del proceso de operación para un lote de 200 veladoras.....	24
Gráfico número 13. Diagrama del proceso de operación para un lote de 230 veladoras.....	27
Gráfico número 14. Diagrama del proceso de operación para un lote de 270 veladoras.....	30
Gráfico número 15. Diagrama del proceso de operación para un lote de 300 veladoras.....	33
Gráfico número 16. Operaciones adicionales del diagrama del proceso hombre-máquina.....	36

Gráfico número 17. Planta “Jesús Nazareno”	37
Gráfico número 18. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 200 veladoras.	38
Gráfico número 19. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 230 veladoras.	39
Gráfico número 20. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 270 veladoras.	40
Gráfico número 21. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 300 veladoras.	41
Gráfico número 22. Actividad de colocar la mecha y el porta mecha a una veladora.....	42
Gráfico número 23. Diagrama del proceso bimanual para la actividad de colocar la mecha y el porta mecha a una veladora.	43
Gráfico número 24. Formato para la toma de tiempos del estudio de tiempos.....	49

RESUMEN

MAVESA, S.A. se dedica a la producción de veladoras, la cual tiene 28 años en el mercado guatemalteco. Comenzó en una casa particular, luego de cuatro años se trasladó a su ubicación actual. La marca con la cual se comercializan las veladoras es “Jesús Nazareno”.

MAVESA, S.A. vende aproximadamente 6, 500,000 unidades anuales. Para la cual cuenta con treinta y nueve (39) colaboradores, incluyendo los colaboradores administrativos. Los colaboradores están distribuidos de la siguiente manera: veintiún (21) produciendo veladoras, diez (10) empacando y ocho (8) se encuentran en el área administrativa.

Se realizará un diseño efectivo de la línea de producción para una planta de veladoras, mediante la utilización de los recursos ya existentes en una nueva ubicación.

I. INTRODUCCIÓN

El estudio presenta un nuevo diseño de la línea de producción para la fabricación de veladoras. La razón primordial de este estudio es la necesidad de un cambio de instalaciones por parte de la empresa MAVESA, S.A.

La razón del cambio de instalaciones se debe a la necesidad de un aumento de espacio físico para realizar la producción de veladoras, dado que en las instalaciones actuales la empresa no puede crecer físicamente.

Con el nuevo diseño de la planta, se trazarán los procedimientos estándares para la fabricación de veladoras. Con el objetivo de mantener un control durante el proceso y mantener la eficiencia del proceso. Por otro lado, mediante el conocimiento de los procedimientos en la fabricación de veladoras, se podrá realizar un análisis sobre costos o nuevos productos, entre otros, con mayor facilidad dado el registro de las actividades.

La metodología utilizada en este estudio se inicia por la investigación sobre los recursos disponibles para la realización del nuevo diseño de la planta. Entre los recursos se pueden mencionar: la mano de obra disponible, el inventario de maquinaria y equipo y el espacio físico. Luego, se realizó un estudio de campo en donde se observó y evaluó la producción de veladoras. Por último, se realizó el análisis de los datos y la investigación dentro del sector de la industria de veladoras para hacer el nuevo diseño de la línea de producción al igual que una proyección de los tiempos necesarios para este nuevo diseño.

Mediante el nuevo diseño de la planta se beneficiará principalmente a MAVESA, S.A., dado que aumentará el volumen de producción, el cual tendrá como consecuencia un aumento en ventas y un aumento en las utilidades. Por otro lado, se beneficiará a los colaboradores, dado que trabajarán en un ambiente con mayor seguridad y tendrán procedimientos claros y específicos

para la producción de veladoras. Por último, se beneficiará a los clientes y el mercado, dado que MAVESA, S.A. tendrá mayor producción para ofrecer.

Se presentan detalladamente los diagramas del proceso de la operación, los diagramas del recorrido, los diagramas del proceso hombre-máquina y el diagrama del proceso bimanual que muestran las actividades realizadas por el colaborador necesarias para la producción de veladoras individuales.

El proceso de producción de veladoras individuales consiste en derretir la parafina sólida en tanques de calentamiento, colocar la parafina líquida en las máquinas con distintas capacidades, éstas son 200, 230, 270 y 300 veladoras cada una, y colocar la mecha y el porta mecha a las veladoras. La diferencia en la capacidad de la máquina no tiene efecto significativo en el tiempo requerido para la producción. Únicamente en la operación de la colocación de la mecha y el porta mecha en la veladora, dado que esto está relacionado directamente con el número de veladoras.

Se puede determinar que para la producción de un lote de 200, 230, 270 y 300 veladoras, es necesario un tiempo total de 47.73 minutos, 53.06 minutos, 60.17 minutos y 65.49 minutos, respectivamente. El recorrido total es de 17 metros, no importando el tamaño del lote de veladoras.

II. MARCO TEÓRICO

A. Proceso

Es una parte de una organización que recibe insumos y los transforma en productos o servicios mediante un conjunto de operaciones en donde se modifican las características de las materias primas. Estas características pueden ser de naturaleza muy variada, como la forma, densidad, resistencia, tamaño o estética.

Puede referirse a una variedad enorme de la actividad humana, de la artesanía a la alta tecnología, pero es más comúnmente aplicado a la producción industrial.

B. Diagrama del proceso de la operación

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza. Incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como tiempo requerido, distancias recorridas y cantidad considerada. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso en cinco. Éstas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las actividades y materiales utilizados en un proceso para ayudar a visualizar el método de la operación con todos los detalles. Muestra el efecto que tendrá un cambio en una actividad sobre las actividades precedentes y subsecuentes.

El diagrama de proceso de la operación muestra lo siguiente:

- Identifica todas las operaciones, inspecciones, materiales, movimientos, almacenamientos y demoras al hacer una parte o completar un proceso.
- Muestra todos los eventos en la secuencia correcta.
- Muestra con claridad la relación entre las partes y la complejidad de su fabricación.
- Distingue entre partes producidas y compradas.

El diagrama de proceso de la operación se construye utilizando los símbolos del Gráfico número 1.

El significado de cada actividad que se utiliza en este diagrama es el siguiente.

Operación: ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. Una operación también ocurre cuando se está dando o recibiendo información o se está planeando algo.

Transporte: cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.






Inspección: ocurre cuando un objeto se examina para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o sus características.

Demora: cuando se interfiere en el flujo, con esto se retarda el siguiente paso planeado.

Almacenaje: ocurre cuando un objeto es retenido y protegido contra movimientos o usos no autorizados.

La simbología de estas cinco actividades que se usan para la construcción de un diagrama de proceso de la operación se presenta en el Gráfico número 1.

Gráfico número 1. Simbología utilizada en el diagrama de proceso de operación.

Símbolo	Representa	Símbolo	Representa
	Operación		Demora
	Transporte		Almacenaje
	Inspección		

Estos símbolos se unen mediante líneas verticales, las cuales indican el flujo general del proceso al realizar el trabajo, mientras que las líneas horizontales indican los materiales. Los materiales que se utilizan durante la operación se colocan del lado izquierdo de la línea vertical, en cambio si los materiales salen del proceso se muestran a la derecha.

C. Diagrama del recorrido

Consiste en una representación gráfica de los hechos, situaciones, secuencia de rutinas, movimientos o relación, por medio de símbolos. En donde se expresan las distintas actividades que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica.

El diagrama de recorrido es un complemento del diagrama de proceso de la operación, dado que indica los movimientos y las posibles áreas congestionadas. Es una representación gráfica de la distribución de la planta, que muestra la localización de todas las actividades del diagrama de proceso de la operación. Permite visualizar las actividades innecesarias y verificar la distribución del trabajo.

D. Diagrama del proceso hombre-máquina

Es una representación de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno.

El diagrama de proceso hombre-máquina se usa para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo; conocer el tiempo para llevar a cabo el balance de actividades del hombre y su máquina; y determinar las eficiencias de los hombres y de las máquinas.





Se registran todos los elementos de tiempo de trabajo y ocioso para el operador y la máquina hasta que termina el ciclo. En donde es necesario que los valores de tiempos sean exactos.

E. Diagrama del proceso bimanual

El diagrama de proceso bimanual muestra todos los movimientos realizados por la mano derecha y por la mano izquierda, indicando la relación entre ellas. El propósito del diagrama es estudiar una operación repetitiva de una forma detallada y se registra un solo ciclo completo de trabajo. Por medio del análisis es posible identificar los patrones de movimientos ineficientes.

Para representar las actividades se emplean los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso de la operación, pero se les atribuye un sentido distinto para que abarque más detalle (Gráfico número 2)

Gráfico número 2. Actividades utilizadas en un diagrama de proceso bimanual.

Actividad/Definición	Símbolo
Operación: se emplea para los actos de asir, sujetar, utilizar, soltar, etc., una herramienta, pieza o material.	
Transporte: se emplea para representar el movimiento de la mano hasta el trabajo, herramienta o material o desde uno de ellos.	
Demora: se emplea para indicar el tiempo en que la mano no trabaja, aunque la otra mano este trabajando.	
Almacenaje: se emplea para el acto de sostener alguna pieza, herramienta o material con la mano cuya actividad se esta consignando.	

F. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos determina la cantidad de trabajo que puede producir un colaborador calificado cuando trabaja a paso normal y usa de manera efectiva su tiempo si el trabajo no está restringido por limitaciones del proceso.

Antes de realizar el estudio de tiempos hay que considerar básicamente lo siguiente:

- Es necesario que el operario domine a la perfección la técnica de la labor que se va a estudiar.
- El método a estudiar debe estar estandarizado.

- El operario debe saber que está siendo evaluado, al igual que su supervisor y los representantes del sindicato.
- El analista debe estar capacitado y debe contar con todas las herramientas necesarias para realizar la evaluación.
- La actitud del colaborador y del analista debe ser tranquila.
- El analista no debe ejercer presión sobre el operario.

Existen dos métodos básicos para realizar el estudio de tiempos, el continuo y el de regresos a cero. En el método continuo se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento. En el método de regresos a cero el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego se regresa a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento el cronómetro parte de cero.

Entre los objetivos del estudio de tiempos se puede mencionar: la reducción del tiempo requerido para la operación, efectuar la producción tomando en cuenta la disponibilidad y proporcionar un producto de alta calidad.

III. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y DEL PRODUCTO

A. Descripción de la empresa

MAVESA, S.A. se dedica a la producción de veladoras, la cual tiene 28 años en el mercado guatemalteco. Comenzó en un casa particular, luego de cuatro años se traslado a su ubicación actual. Dado el crecimiento de la empresa se ve en la necesidad de trasladarse nuevamente de ubicación, por las limitaciones físicas actuales. La marca con la cual se comercializan las veladoras es “Jesús Nazareno”.

Las ventas anuales registradas por MAVESA, S.A. son de aproximadamente 6, 500,000 unidades. Para la producción de estas veladores se cuenta con treinta y nueve (39) colaboradores, incluyendo el área administrativa. Los colaboradores están distribuidos de la siguiente manera: veintiún (21) colaboradores en el área de producción de veladoras, diez (10) colaboradores se encuentran en el área de empaque y ocho (8) colaboradores forman parte del área administrativa.

La maquinaria y puestos de trabajo con los que se cuenta para la producción de veladores es la siguiente: diez y seis (16) máquinas para la producción de veladoras con distintas capacidades, éstas son 200, 230, 270 y 300 veladoras cada máquina, en donde se cuenta con cuatro máquinas de cada capacidad (Gráfico número 3); diez (10) tanques para derretir la parafina (Gráfico número 4); nueve (9) puestos de trabajo para la colocación de la mecha; y nueve (9) puestos de trabajo para empaque.

Gráfico número 3. Máquina para la producción de veladoras.



Gráfico número 4. Tanques para derretir la parafina.



La forma de operar consiste en que un grupo de colaboradores tiene a su cargo un tanque para derretir la parafina, una máquina enfriadora para la producción de veladoras y un puesto de trabajo para la colocación de la mecha. Por lo tanto, cada colaborador, dentro de este grupo, elabora un lote de veladores desde que la materia prima (parafina) se calienta hasta que la veladora está lista para el empaque. Esto incluye que la veladora tenga la mecha ensamblada. El proceso de empaque lo realiza otro grupo de colaboradores.

Durante los años, el crecimiento de la empresa no ha sido planificado, por lo que no se tiene un orden de proceso de producción. La razón primordial por la cual se desea diseñar una nueva línea de producción de veladores es la limitación de espacio físico que presenta la empresa actualmente. Esta nueva línea de producción se llevará a cabo en una nueva ubicación.

Con el nuevo diseño de la línea de producción se tiene como objetivo principal aumentar las áreas establecidas para que los colaboradores realicen los transportes y movimientos necesarios para la producción. Dado que actualmente estas áreas se encuentran limitadas.

Con un área amplia y un ordenamiento de la producción se aumentara la seguridad para los colaboradores. Al igual se podrá tener una planificación mejor para un crecimiento de la producción en el futuro o un cambio de maquinaria para aumentar el volumen de producción.

B. Características del producto

El producto que se incluye en el estudio es la producción de las veladoras individuales. El proceso de producción general de este producto consiste en colocar la parafina líquida en las máquinas moldeadoras las cuales dan la forma

de la veladora y realizan un orificio en el centro de la misma para colocar la mecha.

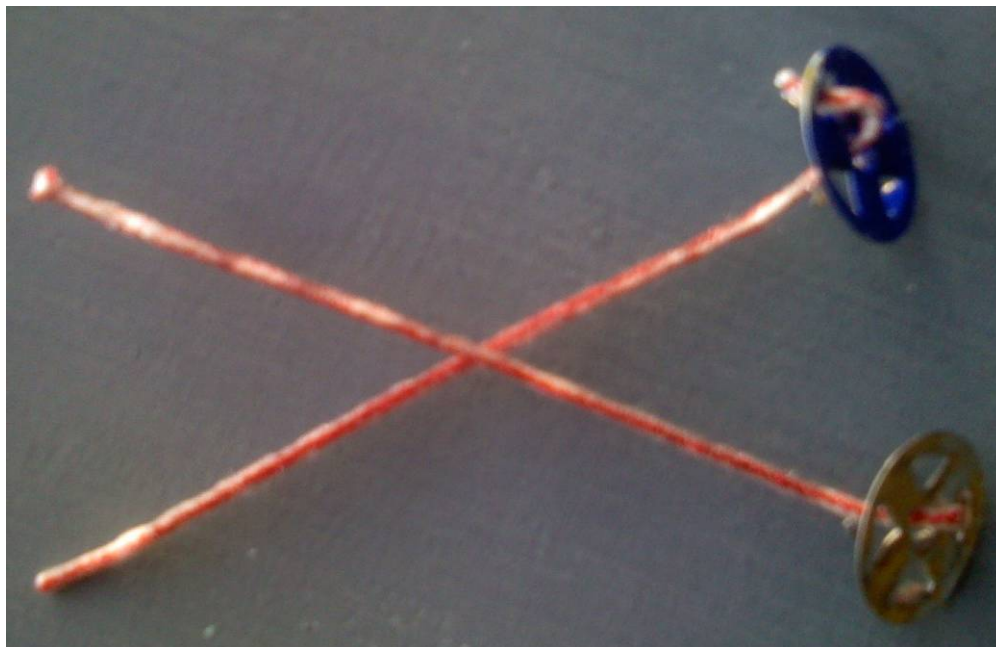
Para que el proceso de enfriamiento sea más corto, las máquinas están equipadas con un sistema de enfriamiento a base de agua. Terminada la etapa anterior se coloca la mecha a las veladoras en forma individual y manual.

Para la fabricación de las veladoras MAVESA, S.A. utiliza dos tipos de materia prima (parafina) (Gráfico número 5), éstas son: parafina con punto de fusión de 56-58°C y parafina con punto de fusión de 58-60°C. Entre más alto es el grado de fusión de la parafina la calidad de la veladora es mayor. Las mechas y los porta mechas son el otro tipo de materia prima que utilizan (Gráfico número 6), en estos no existe variedad.

Gráfico número 5. Parafina.



Gráfico número 6. Mecha y porta mecha.



Existen variaciones en las veladoras producidas por MAVESA, S.A. Éstas consisten en el tamaño y el color de la veladora. Existen cuatro tamaños distintos los cuales son definidos por las capacidades de cada máquina. En cuanto al color de la veladora, los cuatro colores primordiales son los siguientes:

- Blanco
- Amarillo
- Rojo
- Azul

Las dimensiones de las veladoras, ordenadas de la más pequeña a la más grande, son las siguientes:

1. Alto: 6.3cm
Diámetro superior: 5.4cm
Diámetro inferior: 3.4cm

2. Alto: 7.0cm
Diámetro superior: 5.8cm
Diámetro inferior: 3.6cm

3. Alto: 7.6cm
Diámetro superior: 6.0cm
Diámetro inferior: 3.6cm

4. Alto: 8.2cm
Diámetro superior: 6.2cm
Diámetro inferior: 3.8cm

Gráfico número 7. Veladoras “Jesús Nazareno”.



Gráfico número 8. Veladoras “Jesús Nazareno”.



C. Proceso de producción

Para la producción de veladoras se deben llevar a cabo el siguiente procedimiento general, el cual es detallado posteriormente mediante los diagramas de proceso de operaciones:

1. Colocar la parafina sólida dentro de los tanques para que se derrita.
2. Extraer la parafina líquida de los tanques.
3. Verter la parafina líquida en la máquina moldeadora.

4. Realizar el agujero a las veladoras para la mecha.
5. Retirar la parafina sobrante de la superficie de la máquina.
6. Retirar las veladoras de la máquina.
7. Colocar la mecha y el porta mecha a las veladoras.

IV. DISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

A. Características del diseño

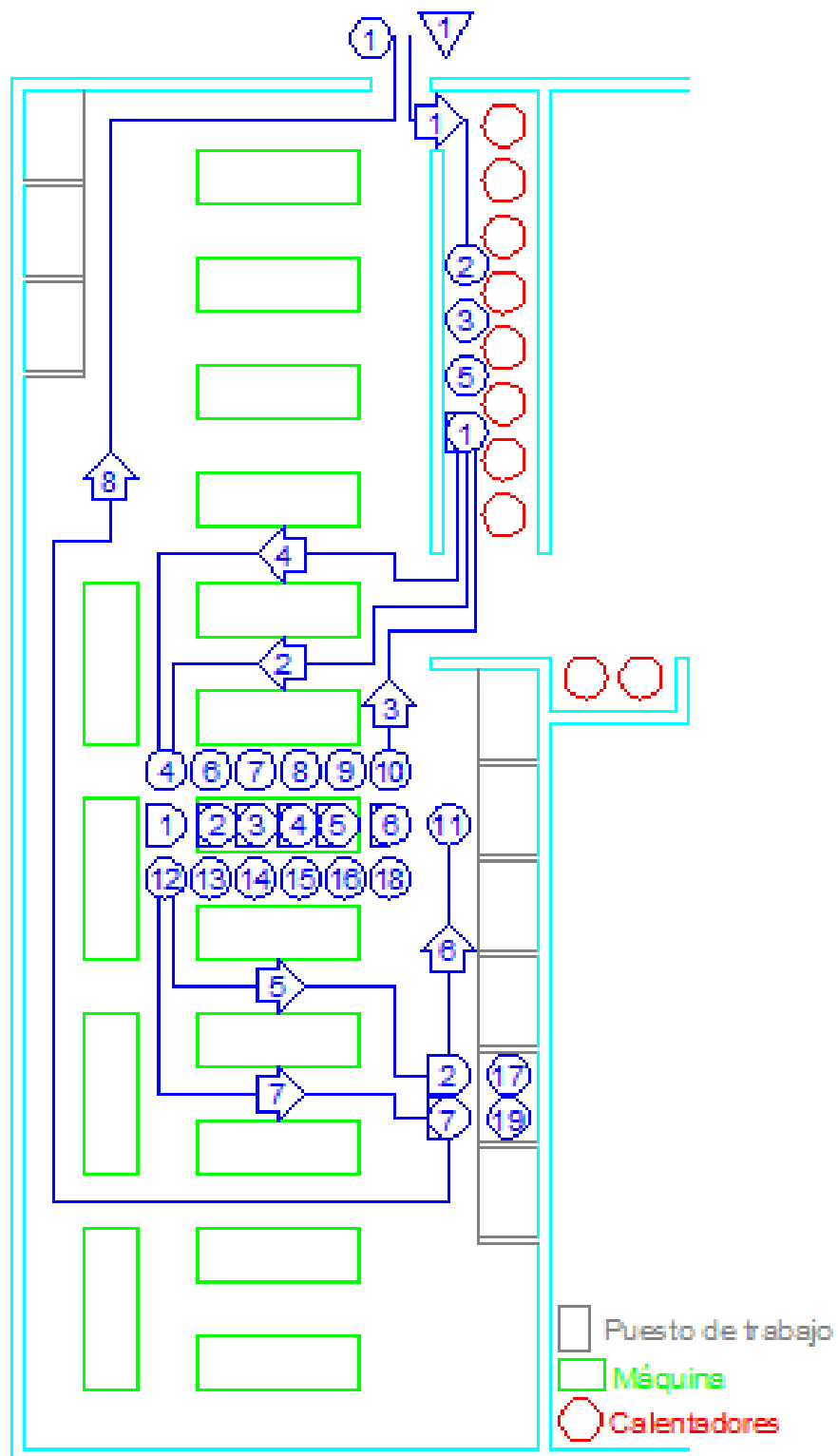
Antes de presentar el nuevo diseño de la línea de producción de veladoras se presenta el diagrama de recorrido actual para este proceso (Gráfico número 9). Uno de los principales problemas es la cantidad de transportes necesarios en un espacio reducido. Ejemplo de esto es la distancia existente entre máquina y máquina, la cual es de 0.90 metros.

Para la producción de un lote de 200, 230, 270 y 300 veladoras actualmente es necesario un tiempo total de 50.72 minutos, 56.05 minutos, 63.16 minutos y 68.48 minutos, respectivamente.

Como se presentará más adelante, con el nuevo diseño de la línea de producción se reducirá este tiempo en un 5.08 por ciento (en promedio con los cuatro tamaños de lotes). Asimismo se aumentará la seguridad de los colaboradores dada la distribución de la planta y los métodos de transporte a utilizar.

Esta reducción en el tiempo por ciclo de producción de un lote de veladoras representa la posibilidad de un aumento del 5.36 por ciento en la producción de veladoras. Consecuentemente, con el nuevo diseño de la línea de producción se podrá producir la misma cantidad con una reducción del 5.08% en el tiempo empleado actualmente o utilizar la misma cantidad de tiempo y aumentar la producción en un 5.36%.

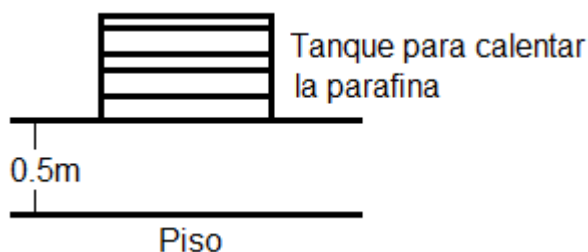
Gráfico número 9. Diagrama del recorrido del método actual.



El diseño del flujo de producción es lineal para reducir las distancias y tiempos de transporte de la materia prima, producto en proceso y producto terminado (Gráfico número 11). Al igual, con este diseño se trabaja de una manera ordenada y reduce errores en la programación y producción.

Los tanques para calentar de la parafina actualmente se encuentran a nivel del piso. Estos se colocarán a medio metro del suelo para facilitar la colocación de parafina sólida dentro del calentador, al igual que la extracción de parafina líquida del calentador (Gráfico número 10). De esta forma se reducirá el esfuerzo físico realizado por el colaborador.

Gráfico número 10. Diagrama de la colocación del tanque para calentar la parafina.

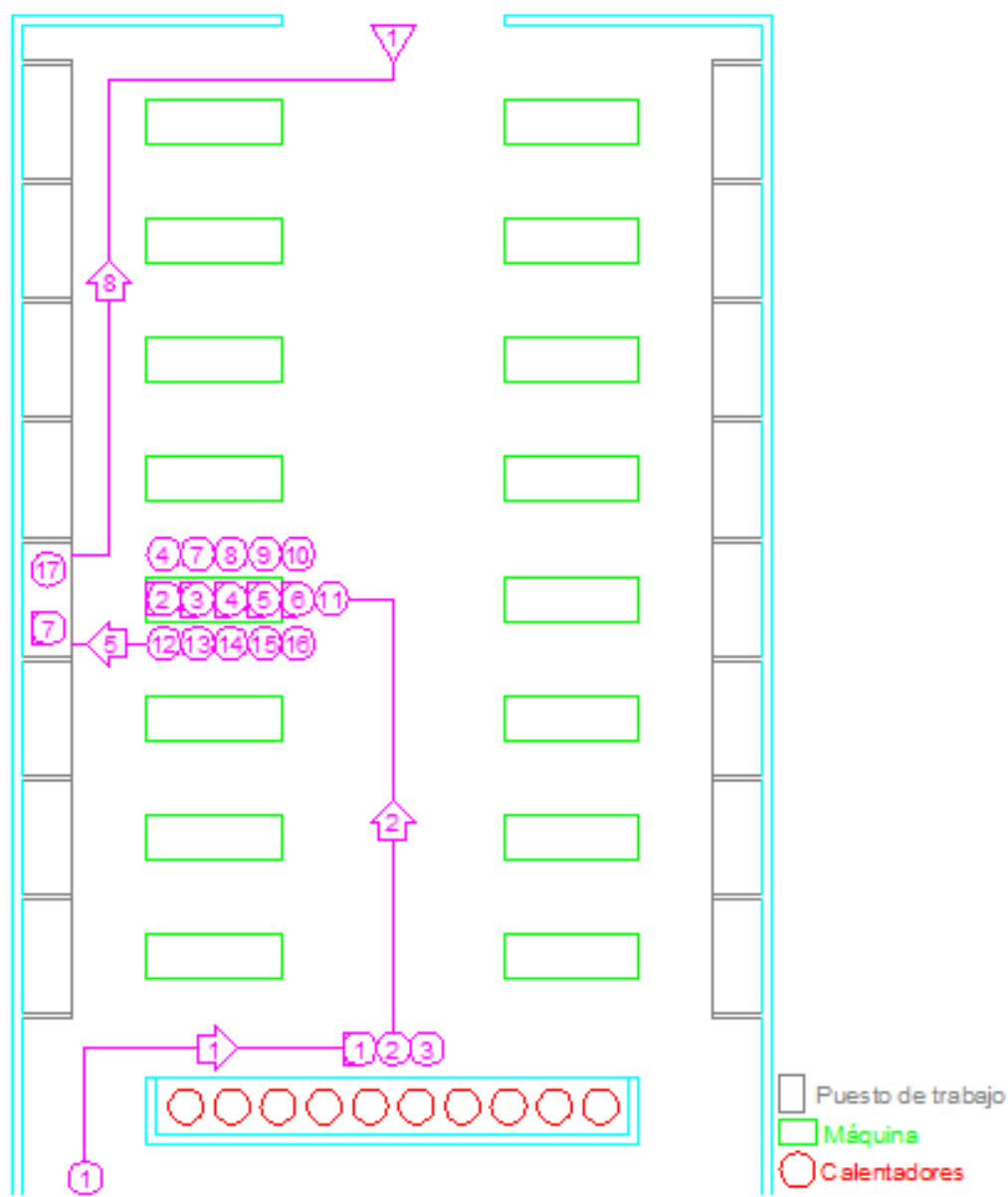


Para llevar a cabo los transportes de parafina líquida del calentador a la máquina y el transporte de veladoras de la máquina al puesto de trabajo se emplearán carretas. Con esto se reducirá el esfuerzo físico empleado por el colaborador al igual que el número de traslados necesarios para transportar los materiales en su totalidad.

Las ventajas de emplear carretas para el transporte de la parafina líquida son la reducción del esfuerzo físico empleado por el colaborador y aumento en la seguridad. Esto se debe a que actualmente el transporte de la parafina líquida se hace por medio de cubetas que son cargadas por los colaboradores, en donde puede existir un derrame de la parafina ocasionando un accidente.

Las ventajas de emplear carretas para el transporte de veladoras de la máquina al puesto de trabajo son un mayor ordenamiento y control sobre el producto y que las carretas se pueden utilizar como recurso para un almacenamiento temporal de las veladoras.

Gráfico número 11. Diagrama del recorrido para el nuevo diseño de la línea de producción.



B. Diagramas del proceso de operación

Se presenta el diagrama del proceso de la operación para la producción de un lote 200 (Gráfico número 12), 230 (Gráfico número 13), 270 (Gráfico número 14) y 300 (Gráfico número 15) veladoras. El tamaño del lote se determina por la capacidad de la máquina a utilizar. Estos diagramas se refieren a la producción de veladoras utilizando como materia prima parafina con un punto de fusión de 56-58°C.

Como existen dos posibles material primas y distintos colores de veladoras se explicarán los cambios en los diagramas en lugar de presentar los diagramas para cada alternativa. Dado que los cambios en los diagramas no afectan el flujo del proceso sino únicamente el tiempo de algunas actividades.

Para la producción de veladoras con una materia prima de parafina con un punto de fusión de 56-58°C ó 58-60°C se realiza el mismo flujo de la operación. El único cambio presente es la utilización de distinta materia prima.

Al igual que el caso de la materia prima, el flujo de operación no tiene cambio para la producción de veladoras con distintos colores. En este caso el único cambio es el colorante agregado a los tanques para derretir de parafina y de esta manera proporcionar el color deseado a las veladoras.

El proceso de la operación se ve afectado cuando se producen veladoras de distintos tamaños. Esto se debe a las capacidades de la máquina, las cuales son 200, 230, 270 y 300 veladoras cada máquina. Los cambios presentes son en los tiempos de algunas actividades y no en el flujo de la operación. Para explicar este cambio se debe observar la operación-demora número 7, la cual consiste en la colocación de la mecha y el porta mecha a las veladoras y ponerlas en una caja (para su almacenamiento). En donde la duración de esta operación se relaciona con el tamaño del lote, hay sean 200, 230, 270 ó 300 veladoras. Al

igual existe variación en los tiempos de las operaciones-demoras 2, 3, 4, 5 y 6 (enfriamiento de la parafina), esto se debe a que el tiempo de estas actividades se relaciona con el tamaño de la veladora.

Para la determinación de los tiempos presentes en los diagramas de proceso de operación se llevó a cabo dos distintas actividades. La primera fue la observación directa de la operación actual, dado que para estas actividades no se tendrá cambio alguno con el nuevo diseño. Estas actividades son:

- O1: Tomar un saco de parafina en la bodega.
- O2: Colocar la parafina en el calentador.
- O7: Expandir la parafina líquida en la máquina utilizando una paleta de madera.
- O8: Compactar la parafina con una paleta de madera
- O9: Realizar el molde en las veladoras para la mecha.
- O10: Realizar cortes horizontales y verticales en el exceso de la parafina sólida sobre la máquina.
- O11: Retirar el molde de la mecha de las veladoras.
- O12: Retira el exceso de parafina sólida de la máquina.
- O13: Cepillar la superficie de la máquina.
- O14: Retirar los residuos menores de parafina sólida de la máquina.
- O15: Separar las veladoras de los moldes en la máquina
- OD7: Colocar la mecha y el porta mecha a las veladoras y colocarlas en una caja.

La segunda actividad realizada para la determinación de los tiempos de producción fue una proyección de estos. Para esta proyección se hizo la observación de la forma actual de llevar a cabo estas actividades y luego hacer pruebas para determinar el tiempo de la actividad. Estas actividades son:

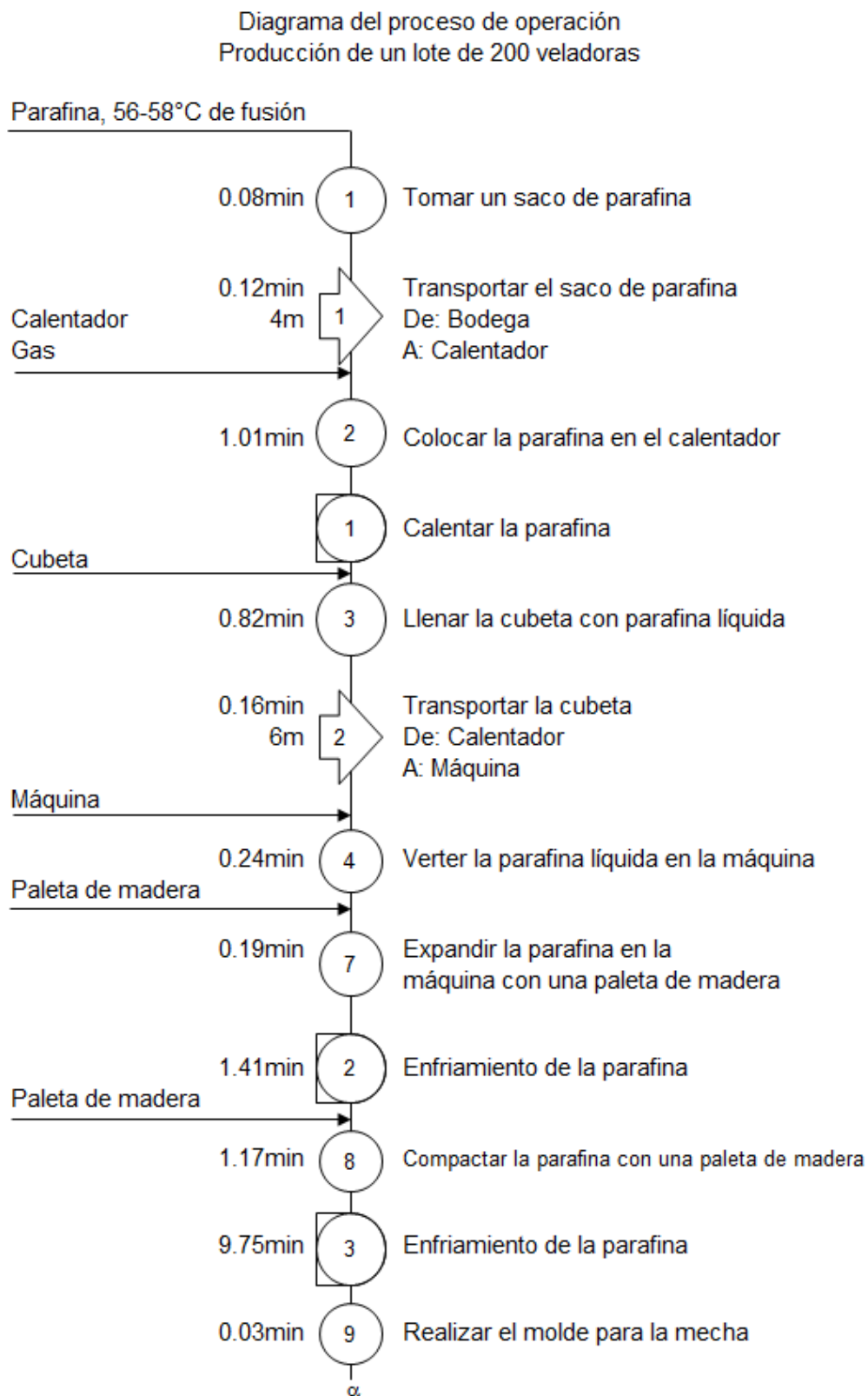
- O3: Llenar la cubeta con el total de parafina líquida necesaria para la máquina.
- O4: Verter la parafina líquida en la máquina.

- O16: Colocar las veladoras que se encuentran en la máquina en una caja.
- O17: Colocar las veladoras en el puesto de trabajo para que se les coloque la mecha y porta mecha.
- T1: Transportar el saco de parafina de la bodega a los calentadores.
- T2: Transportar la cubeta con parafina líquida de los calentadores a la máquina.
- T5: Transportar la caja con veladoras de la máquina al puesto de trabajo.
- T8: Transportar la caja con veladoras terminadas del puesto de trabajo al lugar de almacenamiento.

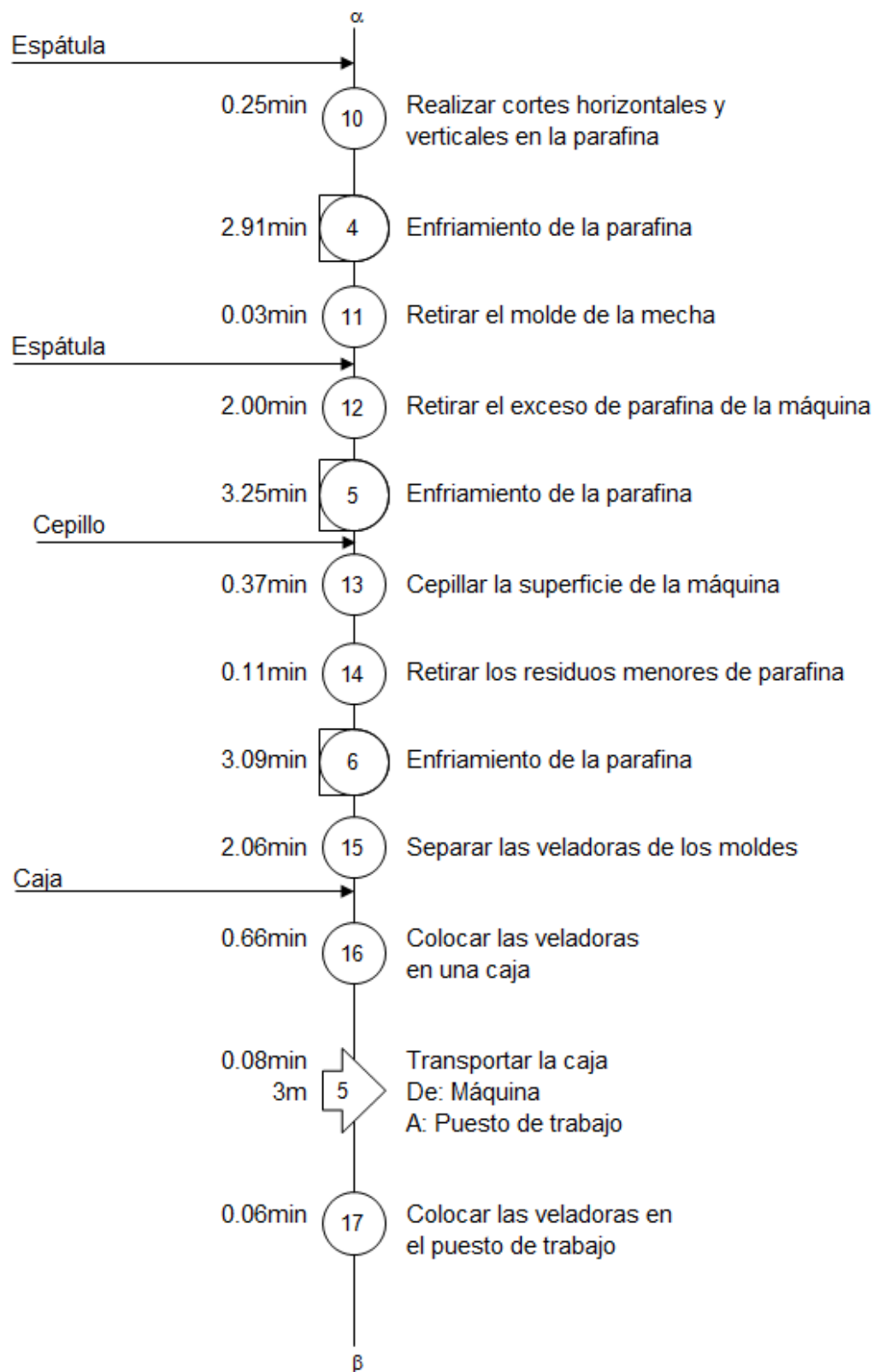
Se puede determinar que para la producción de un lote de 200, 230, 270 y 300 veladoras, es necesario un tiempo total de 47.73 minutos, 53.06 minutos, 60.17 minutos y 65.49 minutos, respectivamente. El recorrido total es de 17 metros, no importando el tamaño del lote de veladoras.

Para la producción de veladoras son necesarias 27 actividades. Estas actividades están distribuidas de la forma siguiente, en donde el porcentaje representa la porción de tiempo total promedio de los cuatro distintos tamaños de lotes: 14 operaciones (14%); 4 transportes (1%); 7 operaciones-demoras (85%); y 1 almacenamiento.

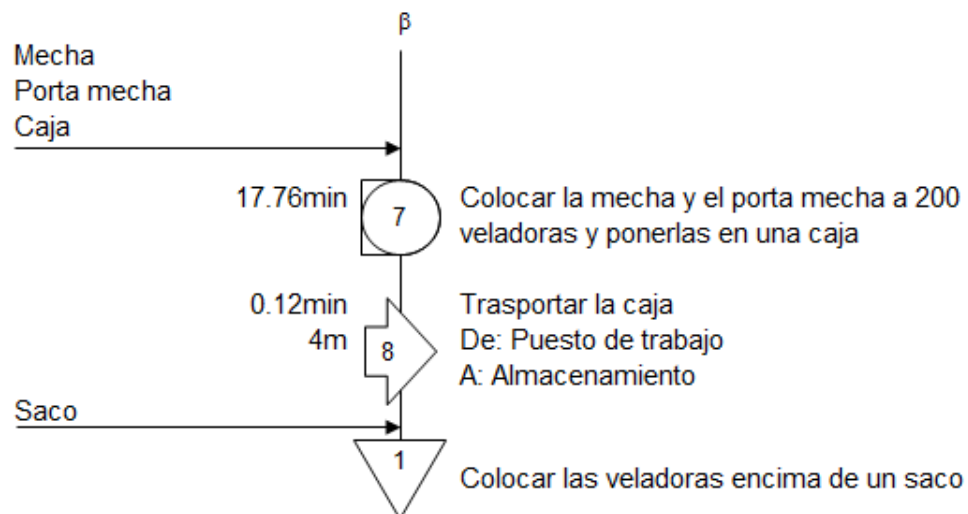
Gráfico número 12. Diagrama del proceso de operación para un lote de 200 veladoras.
veladoras.



Continuación del gráfico número 12. Diagrama del proceso de operación para un lote de 200 veladoras.



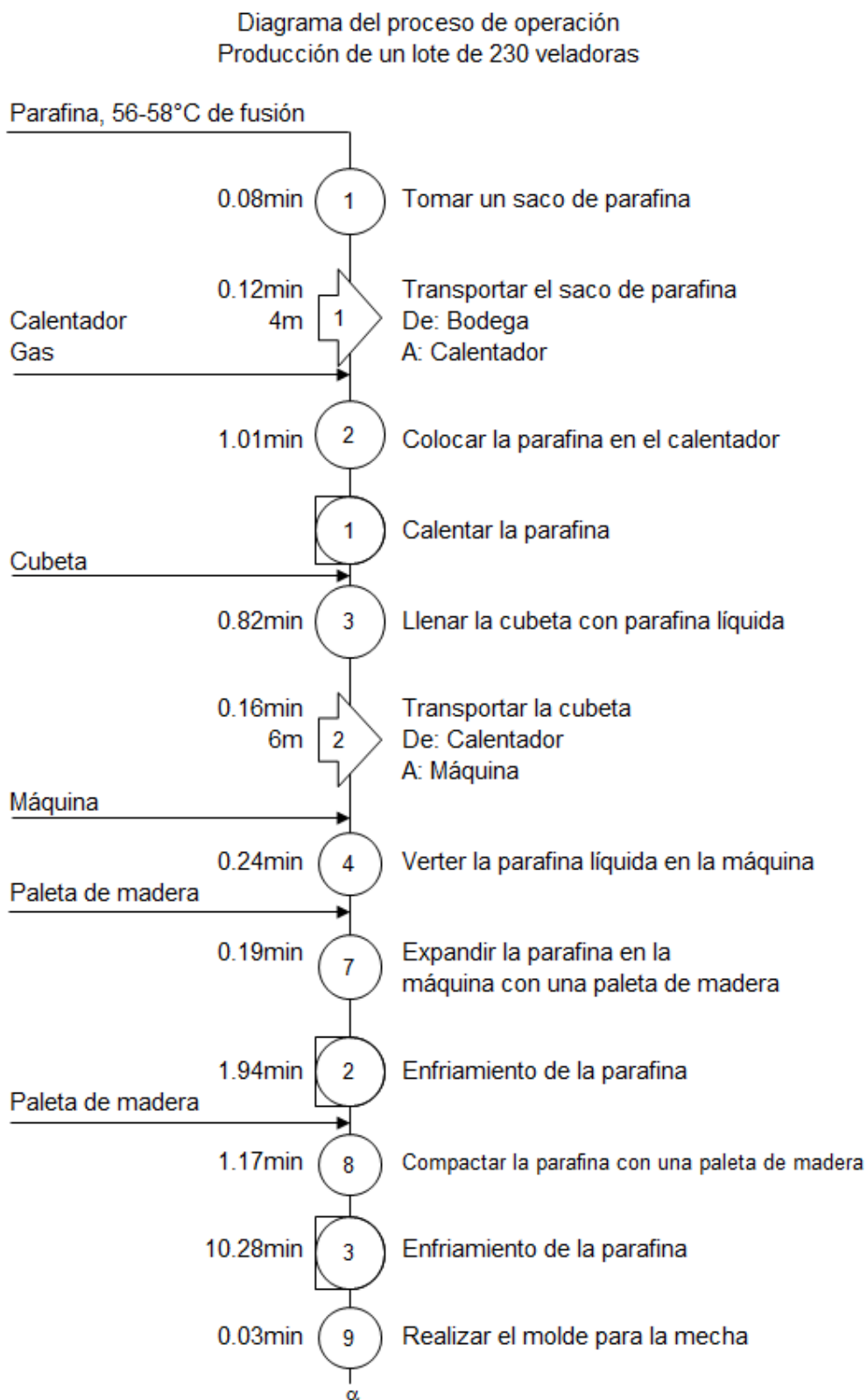
Continuación del gráfico número 12. Diagrama del proceso de operación para un lote de 200 veladoras.



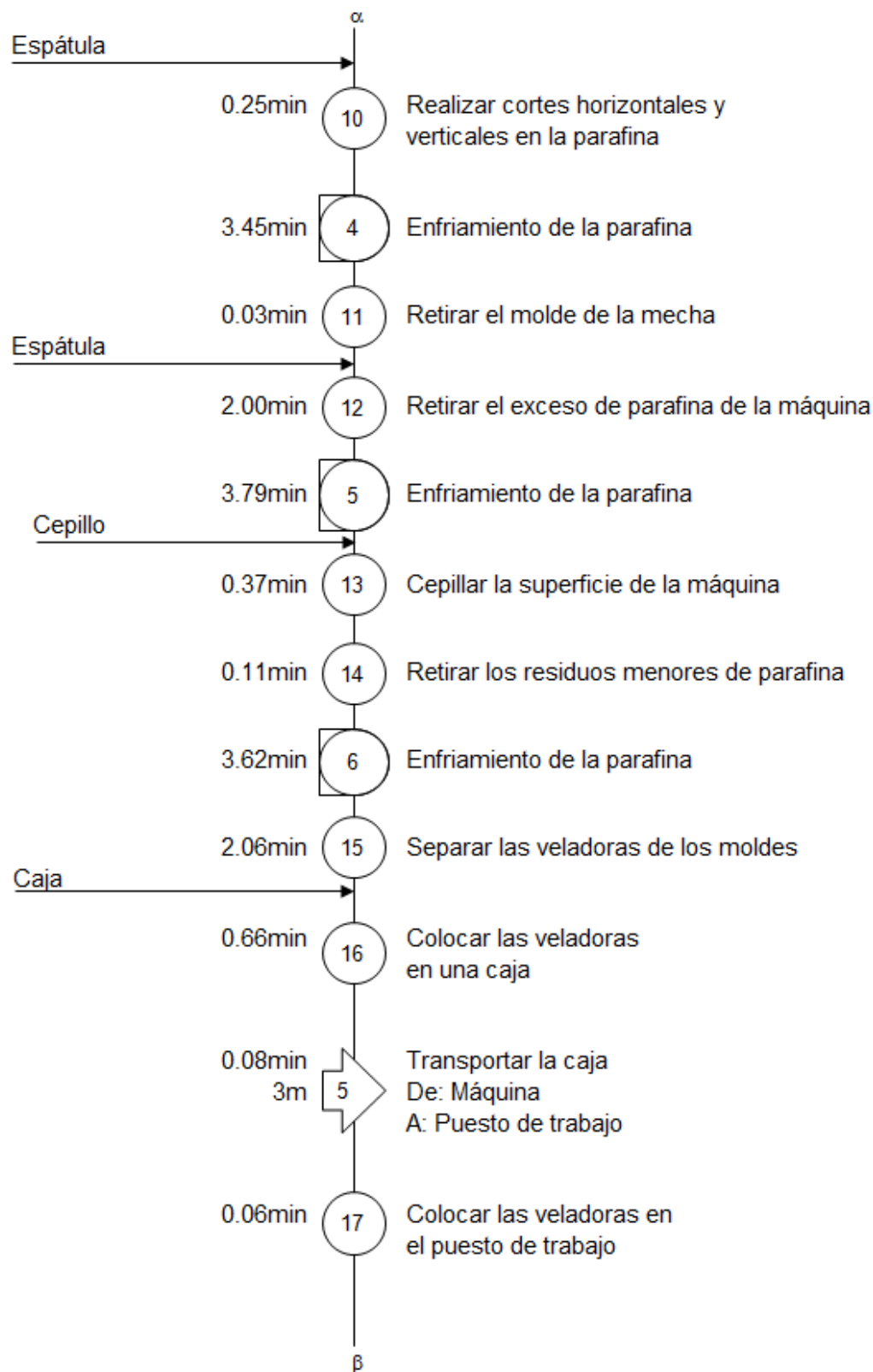
Resumen

Evento	Número	Tiempo	Distancia
Operación	15	9.08min	-
Transporte	4	0.48min	17m
Almacenamiento	1	-	-
Operación-Demora	7	38.17min	-
Total	27	47.73min	17m

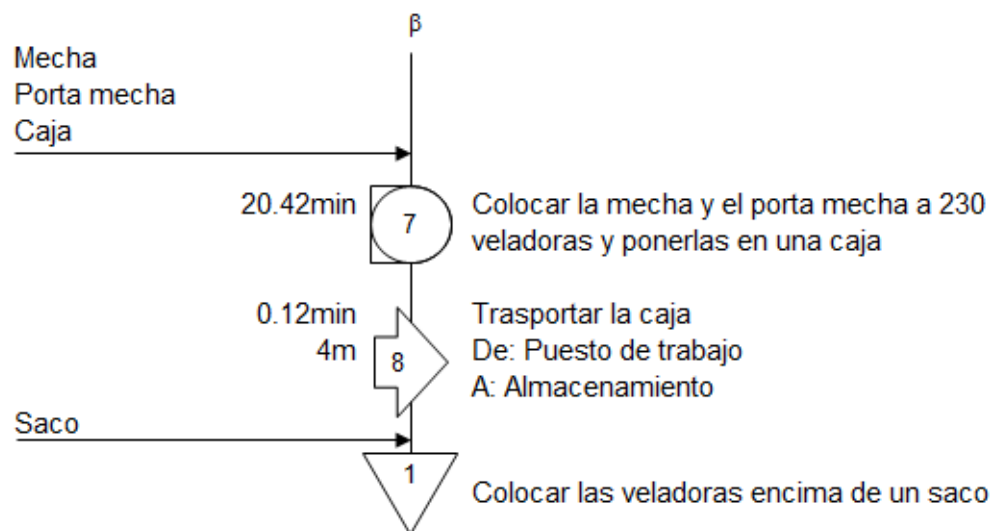
Gráfico número 13. Diagrama del proceso de operación para un lote de 230 veladoras.



Continuación del gráfico número 13. Diagrama del proceso de operación para un lote de 230 veladoras.



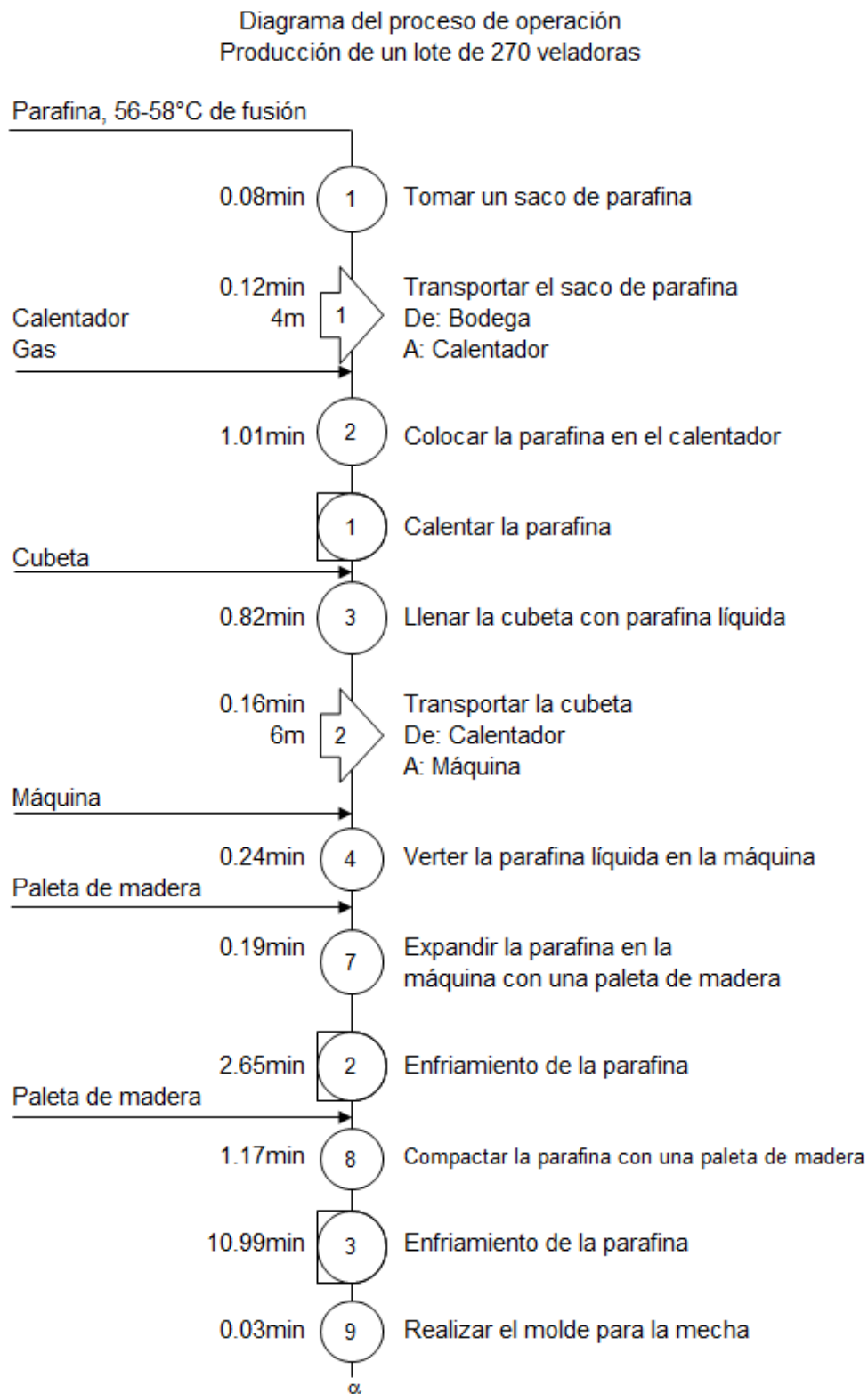
Continuación del gráfico número 13. Diagrama del proceso de operación para un lote de 230 veladoras.



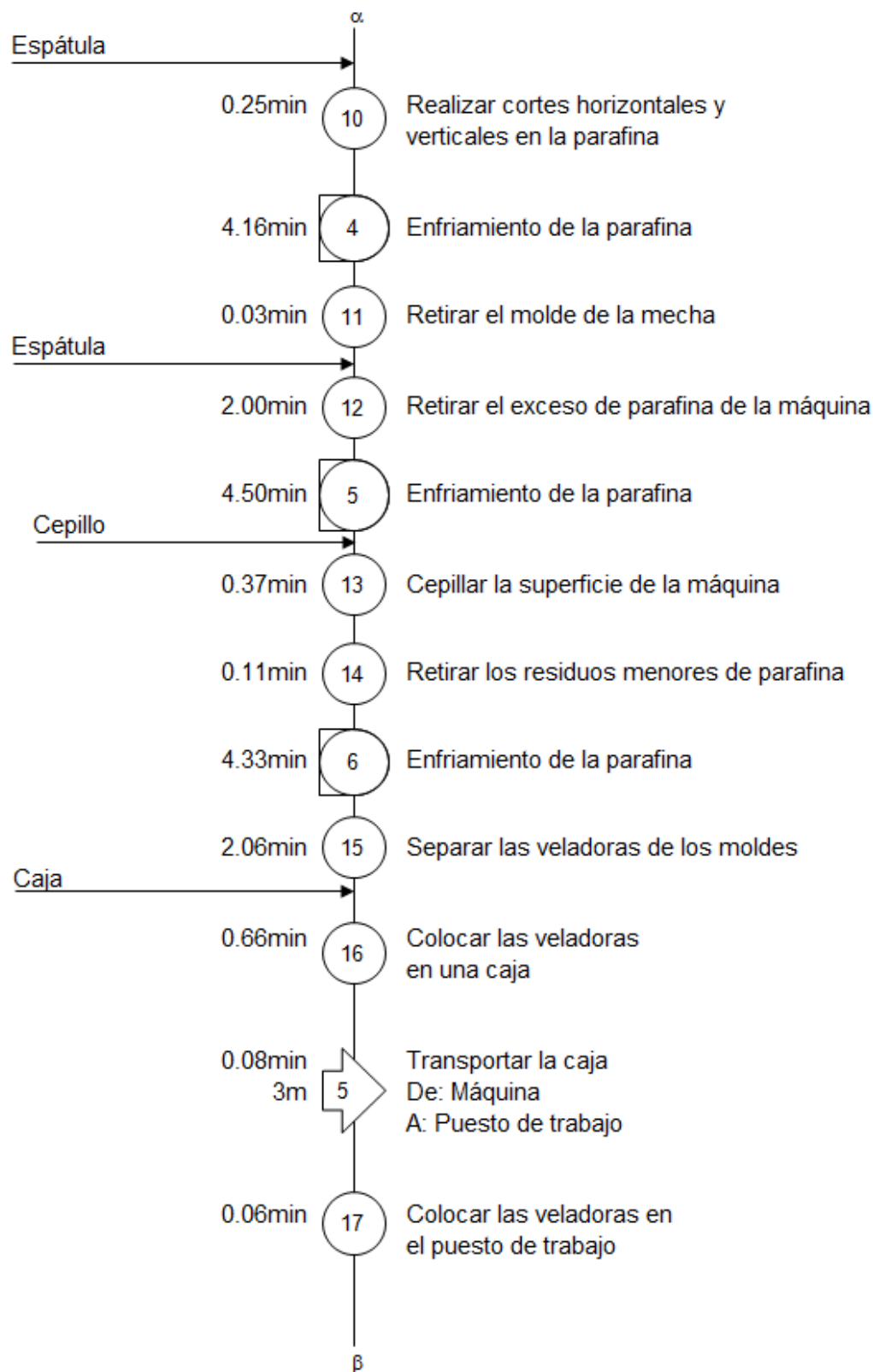
Resumen

Evento	Número	Tiempo	Distancia
Operación	15	9.08min	-
Transporte	4	0.48min	17m
Almacenamiento	1	-	-
Operación-Demora	7	43.50min	-
Total	27	53.06min	17m

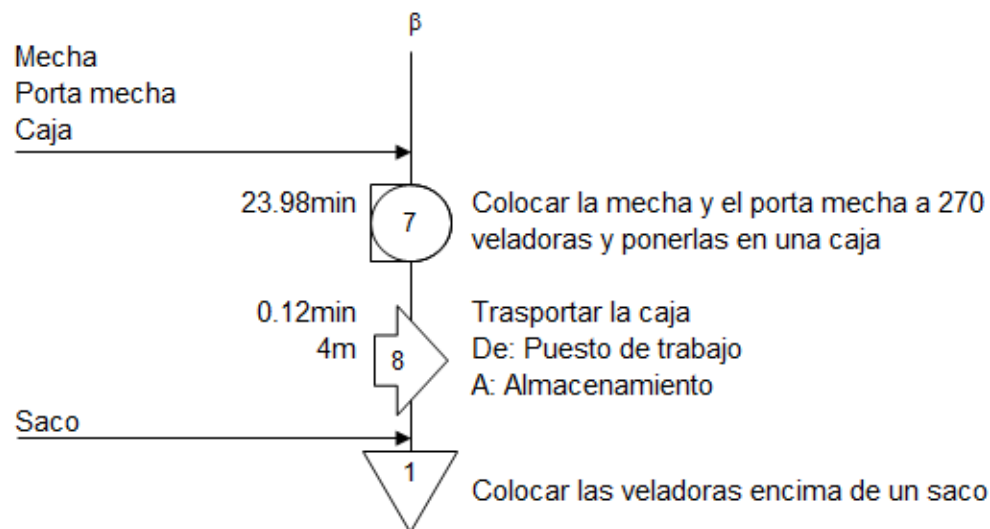
Gráfico número 14. Diagrama del proceso de operación para un lote de 270 veladoras.



Continuación del gráfico número 14. Diagrama del proceso de operación para un lote de 270 veladoras.



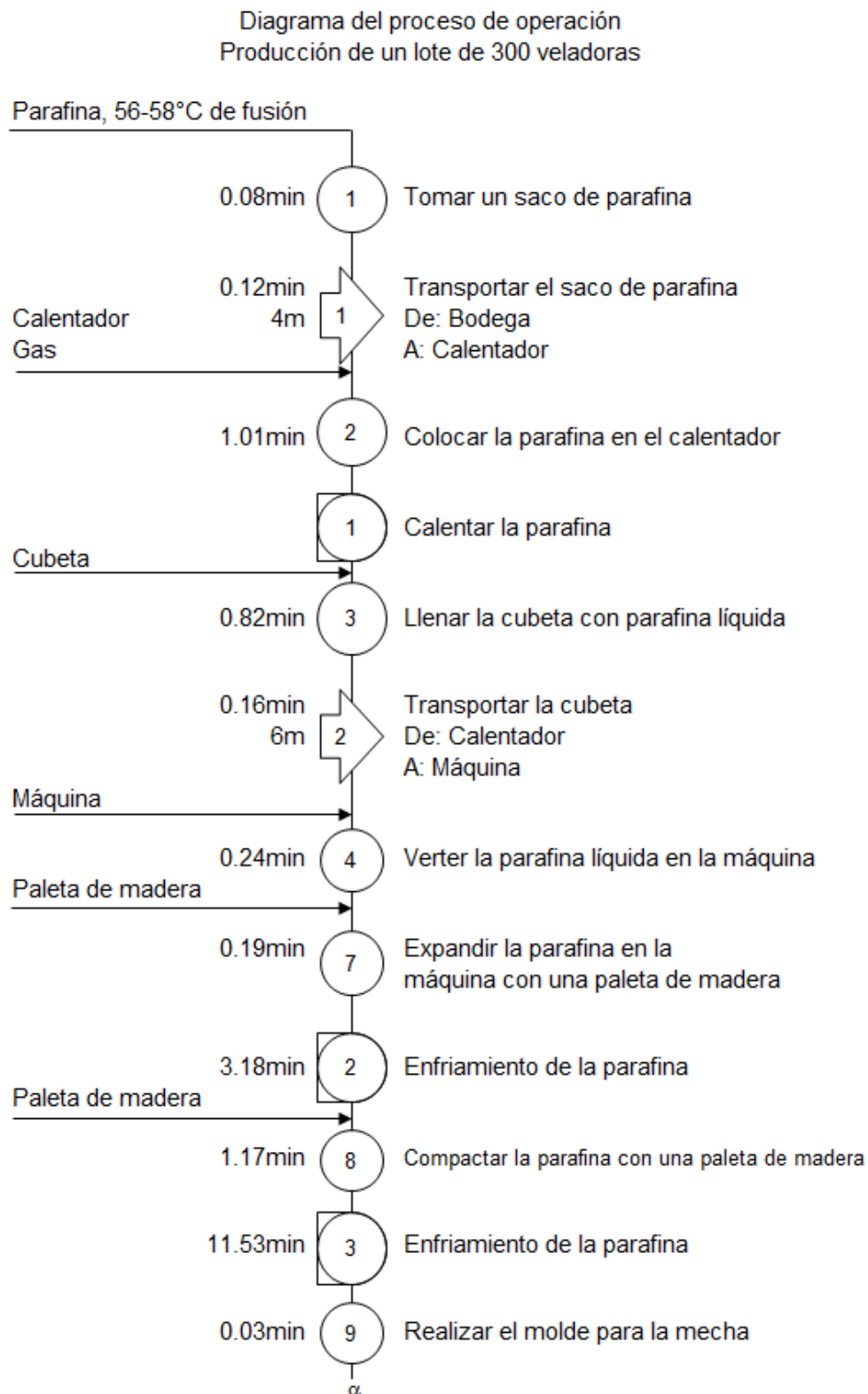
Continuación del gráfico número 14. Diagrama del proceso de operación para un lote de 270 veladoras.



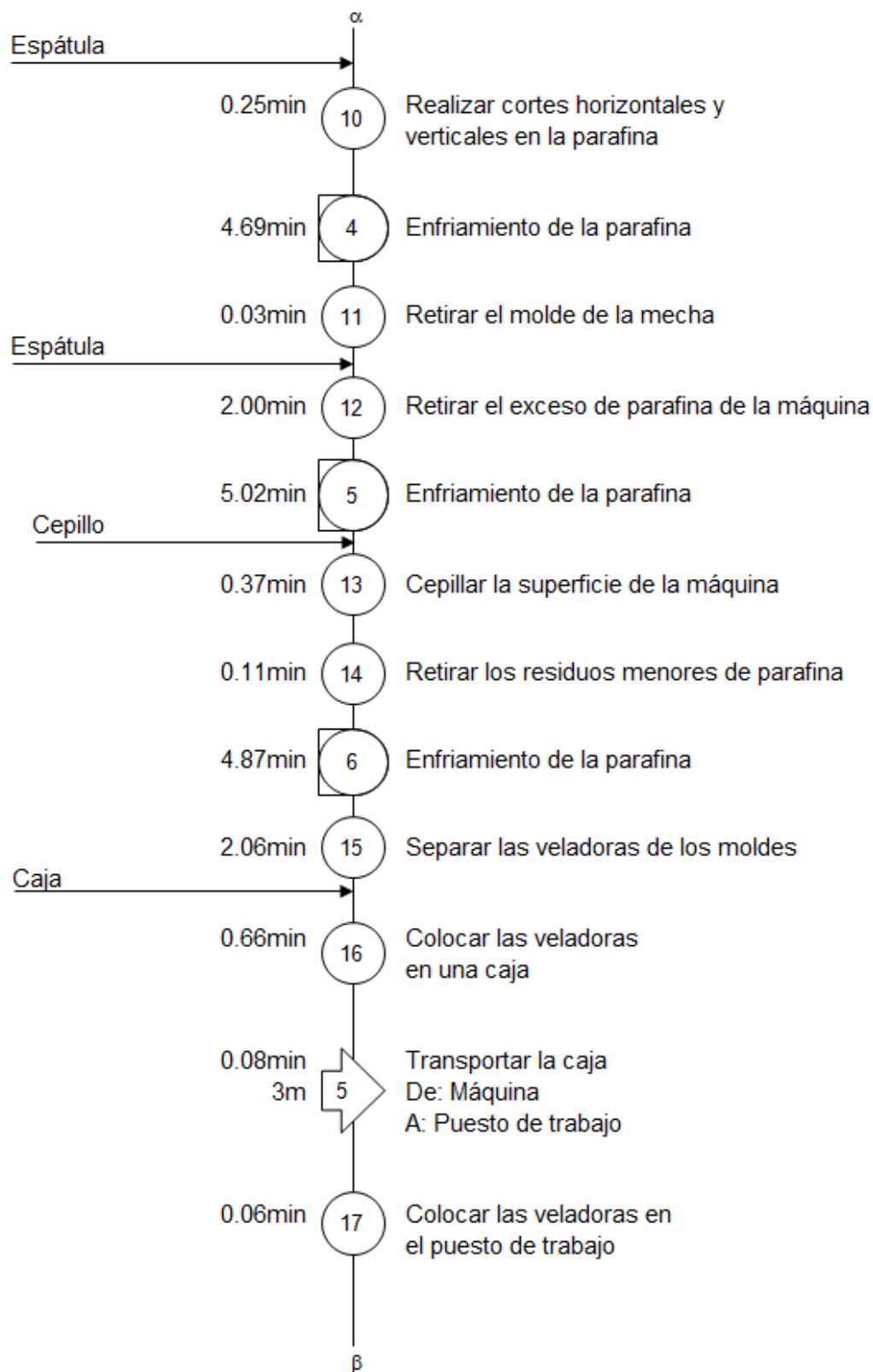
Resumen

Evento	Número	Tiempo	Distancia
Operación	15	9.08min	-
Transporte	4	0.48min	17m
Almacenamiento	1	-	-
Operación-Demora	7	50.61min	-
Total	27	60.17min	17m

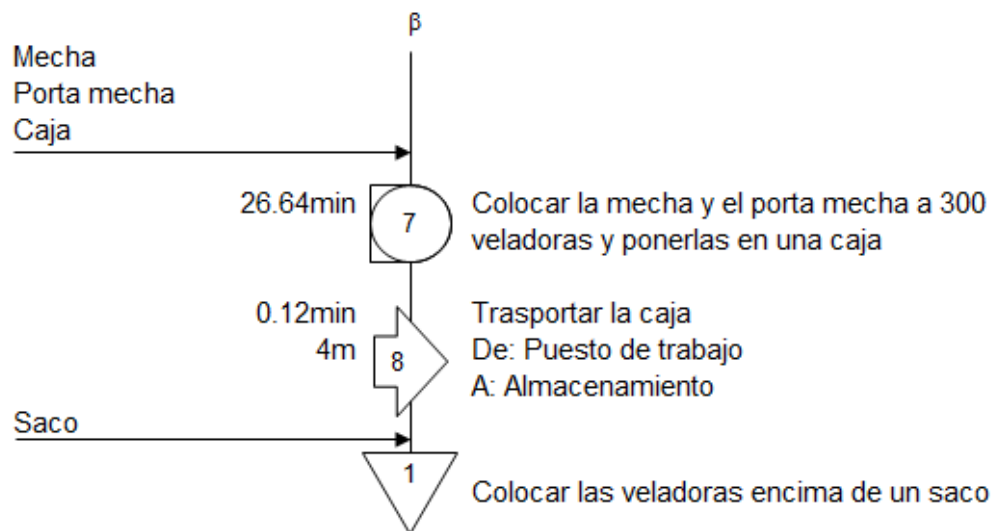
Gráfico número 15. Diagrama del proceso de operación para un lote de 300 veladoras.



Continuación del gráfico número 15. Diagrama del proceso de operación para un lote de 300 veladoras.



Continuación del gráfico número 15. Diagrama del proceso de operación para un lote de 300 veladoras.



Resumen

Evento	Número	Tiempo	Distancia
Operación	15	9.08min	-
Transporte	4	0.48min	17m
Almacenamiento	1	-	-
Operación-Demora	7	55.93min	-
Total	27	65.49min	17m

C. Diagramas del proceso hombre-máquina

Se presenta el diagrama del proceso hombre-máquina, en donde se especifican las actividades que el colaborador realiza durante la producción de un lote de 200 (Gráfico número 18), 230 (Gráfico número 19), 270 (Gráfico número 20) y 300 (Gráfico número 21) veladoras.

Las actividades realizadas por el colaborador se concentran en cuatro áreas. Éstas son: la bodega de la materia prima, el cuarto de los calentadores, el cuarto de maquinaria y el puesto de trabajo. Se especifican los traslados realizados por el colaborador para llevar a cabo estas operaciones. Cada actividad realizada en este diagrama hace referencia al diagrama de proceso de la operación.

Es necesario determinar otras actividades adicionales (que no se utilizan en el diagrama de proceso de la operación), éstas están expresadas en el Gráfico número 16. Se debe aclarar que los transportes representados en el diagrama hombre-máquina, hacen referencia únicamente al traslado (lugar de origen y lugar de destino) y no al objeto trasladado.

Gráfico número 16. Operaciones adicionales del diagrama del proceso hombre-máquina.

<i>Simbología</i>	<i>Significado</i>	<i>Tiempo</i>
T-9	Traslado de: Calentador; a: Bodega	0.12 minutos
T-10	Traslado de: Calentador; a: Puesto de trabajo	0.24 minutos
O-20	Verter el exceso de cera en el calentador	0.20 minutos

Se puede determinar, mediante el diagrama de proceso hombre-máquina, que la actividad que más tiempo ocupa al colaborador es estar en el puesto de trabajo (colocación de la mecha y el porta mecha a la veladora y colocación de las veladoras en el puesto de trabajo), el cual le toma el 66% del tiempo.

El segundo trabajo que mayor tiempo requiere es el relacionado con la máquina, el cual representa el 21% del tiempo total. Se puede determinar que el 99.8% del tiempo en el puesto de trabajo es la colocación de la mecha y el porta mecha en las veladoras, el cual es la única actividad repetitiva en la producción descrita.

Gráfico número 17. Planta “Jesús Nazareno”.



Gráfico número 18. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 200 veladoras.

Diagrama del proceso hombre-máquina
Actividades para la realización de un lote de 200 veladoras

Bodega	Calentador		Máquina	Puesto de trabajo		Traslados		
	0.41	0-3				0.16	T-2	
			0.43	O-4 y O-7		0.08	T-5	
			1.41	OD-2	1.25	OD-7	0.08	T-6
			1.17	O-8			0.08	T-5
			9.75	OD-3	9.59	OD-7	0.08	T-6
			0.28	O-9 y O-10			0.08	T-5
			2.91	OD-4	2.75	OD-7	0.08	T-6
			2.03	O-11 y O-12			0.16	T-3
	0.20	O-20					0.12	T-9
0.08	O-1		3.25	OD-5			0.12	T-1
	1.01	O-2			1.24	OD-7	0.24	T-10
			0.48	O-13 y O-14			0.08	T-6
			3.09	OD-6	2.93	OD-7	0.08	T-5
			2.72	O-15 y O-16			0.08	T-6
					0.06	O-17	0.08	T-5
							0.12	T-8
							0.12	T-1
0.08								
	1.62		7.11		17.82		1.84	

Nota: Los números a la izquierda de la actividad son el tiempo (en minutos) necesario para realizarla.

Gráfico número 19. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 230 veladoras.

Diagrama del proceso hombre-máquina
Actividades para la realización de un lote de 230 veladoras

Bodega	Calentador		Máquina		Puesto de trabajo		Traslados	
	0.41	0-3					0.16	T-2
			0.43	O-4 y O-7			0.08	T-5
			1.94	OD-2	1.78	OD-7	0.08	T-6
			1.17	O-8			0.08	T-5
			10.28	OD-3	10.12	OD-7	0.08	T-6
			0.28	O-9 y O-10			0.08	T-5
			3.45	OD-4	3.29	OD-7	0.08	T-6
			2.03	O-11 y O-12			0.16	T-3
	0.20	O-20					0.12	T-9
0.08							0.12	T-1
	1.01	O-2	3.79	OD-5			0.24	T-10
					1.78	OD-7	0.08	T-6
			0.48	O-13 y O-14			0.08	T-5
			3.62	OD-6	3.46	OD-7	0.08	T-6
			2.72	O-15 y O-16			0.08	T-5
					0.06	O-17	0.12	T-8
							0.12	T-1
0.08	1.62		7.11		20.49		1.84	

Nota: Los números a la izquierda de la actividad son el tiempo (en minutos) necesario para realizarla.

Gráfico número 20. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 270 veladoras.

Diagrama del proceso hombre-máquina
Actividades para la realización de un lote de 270 veladoras

Bodega	Calentador		Máquina	Puesto de trabajo		Traslados		
	0.41	0-3				0.16	T-2	
			0.43	O-4 y O-7		0.08	T-5	
			2.65	OD-2	2.49	OD-7	0.08	T-6
			1.17	O-8			0.08	T-5
			10.99	OD-3	10.83	OD-7	0.08	T-6
			0.28	O-9 y O-10			0.08	T-5
			4.16	OD-4	4.00	OD-7	0.08	T-6
			2.03	O-11 y O-12			0.16	T-3
	0.20	O-20					0.12	T-9
0.08	O-1		4.50	OD-5			0.12	T-1
	1.01	O-2			2.49	OD-7	0.24	T-10
			0.48	O-13 y O-14			0.08	T-6
			4.33	OD-6	4.17	OD-7	0.08	T-5
			2.72	O-15 y O-16			0.08	T-6
					0.06	O-17	0.08	T-5
							0.12	T-8
							0.12	T-1
0.08								
	1.62		7.11		24.04		1.84	

Nota: Los números a la izquierda de la actividad son el tiempo (en minutos) necesario para realizarla.

Gráfico número 21. Diagrama del proceso hombre-máquina para un lote de 300 veladoras.

Diagrama del proceso hombre-máquina
Actividades para la realización de un lote de 300 veladoras

Bodega	Calentador		Máquina	Puesto de trabajo		Traslados		
	0.41	0-3				0.16	T-2	
			0.43	O-4 y O-7		0.08	T-5	
			3.18	OD-2	3.02	OD-7	0.08	T-6
			1.17	O-8			0.08	T-5
			11.53	OD-3	11.37	OD-7	0.08	T-6
			0.28	O-9 y O-10			0.08	T-5
			4.69	OD-4	4.53	OD-7	0.08	T-6
			2.03	O-11 y O-12			0.16	T-3
	0.20	O-20					0.12	T-9
0.08	O-1		5.02	OD-5			0.12	T-1
	1.01	O-2			3.01	OD-7	0.24	T-10
			0.48	O-13 y O-14			0.08	T-6
			4.87	OD-6	4.71	OD-7	0.08	T-5
			2.72	O-15 y O-16			0.08	T-6
					0.06	O-17	0.08	T-5
							0.12	T-8
							0.12	T-1
0.08			7.11		26.70		1.84	
	1.62							

Nota: Los números a la izquierda de la actividad son el tiempo (en minutos) necesario para realizarla.

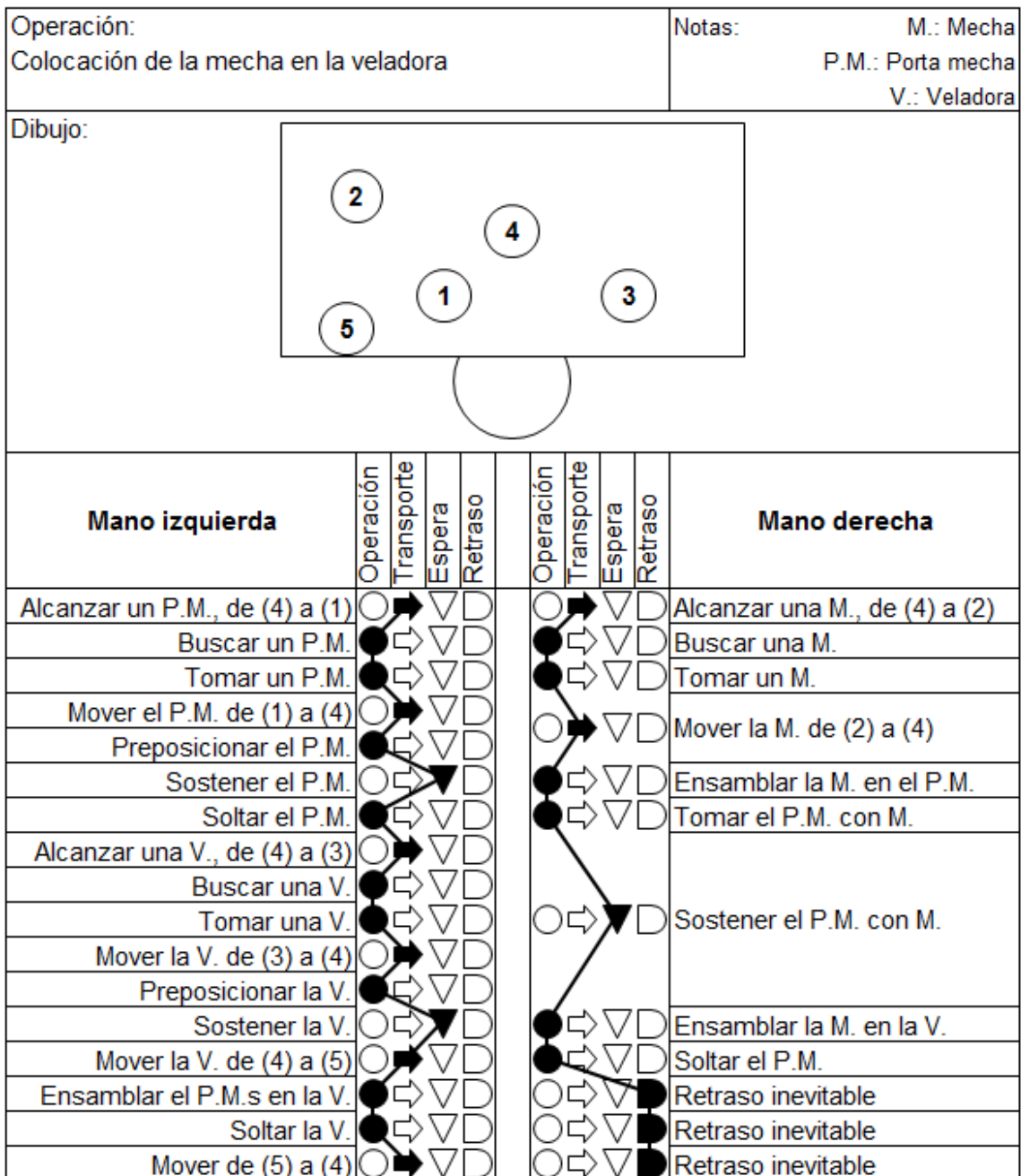
D. Diagrama del proceso bimanual

La operación de colocar la mecha y el porta mecha a la veladora (operación-demora número 7) se describe mediante un diagrama de proceso bimanual (Gráfico número 23). Esta operación es la única operación repetitiva en el proceso y tiene una duración de 5.328 segundos por veladora. Por otro lado, es la operación que toma más tiempo, un 65% de tiempo de producción de un lote de veladoras.

Gráfico número 22. Actividad de colocar la mecha y el porta mecha a una veladora.



Gráfico número 23. Diagrama del proceso bimanual para la actividad de colocar la mecha y el porta mecha a una veladora.



V. CONCLUSIONES

- Las actividades que los colaboradores realizan para la producción de veladoras pueden agruparse como: calentamiento de la parafina, descarga y carga de la máquina y ensamblaje de la mecha y el porta mecha a cada veladora.
- Con el nuevo diseño de la línea de producción se aumentarán las áreas establecidas para que los colaboradores realicen los transportes y movimientos necesarios para la producción. De esta forma se aumentará la seguridad los colaboradores.
- Para llevar a cabo los transportes de parafina líquida del calentador a la máquina y el transporte de veladoras de la máquina al puesto de trabajo se emplearán carretas. Con esto se reducirá el esfuerzo físico empleado por el colaborador.
- Los tanques para calentar la parafina se colocarán a medio metro de altura para facilitar la colocación de parafina sólida dentro del tanque y la extracción de parafina líquida del tanque.
- El diseño del flujo de producción es lineal para reducir las distancias y tiempos de transporte de la materia prima, el producto en proceso y el producto terminado. Al igual con este diseño se trabaja de una manera ordenada y se reducen errores en la programación y la producción.
- El tiempo empleado para la producción de un lote de 200, 230, 270 y 300 veladoras es de 47.73 minutos, 53.06 minutos, 60.17 minutos y 65.49 minutos, respectivamente.

- Como se puede observar en el diagrama hombre-máquina, los colaboradores se mantienen ocupados durante la producción de veladoras, por lo tanto, los colaboradores no tienen tiempos de holgura.
- Todas las actividades relacionadas con la producción se realizan en las siguientes instalaciones: bodega, cuarto de calentadores, cuarto de maquinaria y puesto de trabajo.
- Para la operación de la colocación de la mecha y el porta mecha en la veladora es necesario 5.328 segundos, para cada veladora.
- Para la operación de la colocación de la mecha y el porta mecha en la veladora, son necesarias diecisiete actividades con la mano izquierda y doce actividades con la mano derecha.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Becerra, Fredy; L. G. Betancourth y L. M. Jiménez. 2004. *Taller de Ingeniería de Métodos. Diagrama Bimanual y SIMO*.

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4100002/lecciones/operaciones/bimanualysimo.htm>

Chase, Richard; F. R. Jacobs y N. J. Aquilano. 2005. *Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva*. Traducción por Jorge Yescas Milanés, Pilar Mascaró Sacristán y Guadalupe Meza Staines. Revisión técnica por José Luis Rebolledo Palacios y Marco Antonio Montúfar Benítez. 10ª ed. México D.F., McGraw Hill. 848 págs.

Herrera, Edgar. 2006. *Diagrama Proceso Operación. Definición*.

<http://www.mitecnologico.com/Main/DiagramaProcesoOperacionesDefinicion>

Konz, Stephan. 2001. *Diseño de instalaciones industriales*. Colaboración en la traducción por Luis Carlos Emerich Zazueta. Revisión por Enrique Galván Arévalo. México D.F., Limusa. 405 págs.

López, Carlos. 2001. *El estudio de tiempos y movimientos*.

<http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposy movimientos.htm>

Niebel, Benjamin; A. Freivalds. 2004. *Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Traducido por Marcia González Osuna. Revisión técnica por Ma. de Lourdes Arellano Bolio. 11^a ed. México D.F., Alfaomega. 745 págs.

Sapag, Nassir. 2007. *Proyectos de inversión, formulación y evaluación*. Revisión técnica por Adrián Salvador Tarallo, David Cohen Rosales, Douglas Antonio Zelaya Bueso y Alberto Zapater. México D.F., Pearson Educación. 488 págs.

VII. APÉNDICE

Por medio de un estudio de tiempos se obtuvieron los tiempos estándar reales y estimados para las operaciones del proceso. Estos tiempos se tomaron en el formato presentado en el Gráfico número 24.

Para el estudio de tiempos se utilizó un suplemento del 13%, éste está representado por los siguientes suplementos: 5% por suplemento personal, 4% por suplemento por fatiga básica, 2% por suplemento por realizar las actividades de pie en su mayoría y 2% por el uso de la fuerza o energía muscular.

Este formato se llenó de la forma siguiente:

- (A) La fecha en que se realizó el estudio de tiempos.
- (B) La hora de inicio del estudio de tiempos.
- (C) La hora en que finalizó el estudio de tiempos.
- (D) El nombre de la actividad observada.
- (E) El tiempo registrado para cada actividad.
- (F) La suma del tiempo de todas las observaciones para una actividad
- (G) El número de observaciones realizadas.
- (H) La división de (F) entre (G).
- (I) La calificación dada al colaborador dependiendo de las destrezas presentadas en el momento de realizar el estudio de tiempos.
- (J) La multiplicación entre (H) e (I).
- (K) El suplemento asignado dadas las características de la actividad, como se menciono anteriormente fue de 13%.
- (L) Se le suma uno a (K) y luego se multiplica por (J).

Gráfico número 24. Formato para la toma de tiempos del estudio de tiempos.

Estudio de tiempos

Fecha: (A) Hora inicio: (B) Hora final: (C)

Observación	Actividad		
		(D)	
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15		(E)	
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
...			
Totales		(F)	
Número de observaciones		(G)	
Promedio		(H)	
Calificación		(I)	
Tiempo normal		(J)	
Suplemento		(K)	
Tiempo estándar (segundos)		(L)	
Tiempo estándar (minutos)		(L)	

