

ESTUDIO DE TIEMPOS: CEPILLOS SANTY S.A

INGENIERIA DE PRODUCCION

DOCENTE: GLORIA INÉS JIMÉNEZ GUTIÉRREZ

ESTUDIANTES:

JULIAN ANDRES MIRA GOMEZ

ALEJANDRA ESCOBAR PALACIO

CHRISTIAN FELIPE BARRIOS CUARTAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN

INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

FACULTAD NACIONAL DE MINAS

2017

Contenido

1. Objetivos.....	4
1.1 Objetivo general.....	4
1.2 Objetivos específicos	4
2. Descripción de la empresa.....	4
2.1 Descripción del producto	4
2.2 Descripción de la maquinaria	5
3. Análisis de la operación.....	6
3.1 Hoja maestra	7
3.1.1 Clasificación De Los Elementos	10
3.2 Tiempos observados	10
3.3 Análisis de la muestra	11
3.4 Tiempos normalizados	13
3.5 Minutos normales por vez (MN/VEZ).....	14
3.6 Minutos normales por unidad (MN/ UNIDAD)	15
3.6.1 Análisis de misceláneos	17
3.6.2 Elementos de trabajo externo (ETE)	18
3.6.3 Elemento de trabajo interno (ETI)	19
3.7 Tiempo de maquina	19
3.8 Tiempo no ocupado	19
3.9 Suplementos por descanso	20
3.9.1 suplementos por necesidades personales.....	20
3.9.2 Suplementos por fatiga.....	21
3.9.3. Análisis de suplementos y tiempo no ocupado	22
4. Unidad estándar o tiempo tipo.....	24
5. Producción esperada	25
6. Carga de trabajo del operario.....	26
7. Eficiencia de la maquina.....	26
8. Asignación de máquinas Diagrama H-M	26
CONCLUSIONES.....	30

INTRODUCCIÓN

En una empresa el tiempo total de fabricación de un producto puede aumentar a causa de malas características del modelo mismo, por el mal funcionamiento del proceso, por el tiempo improductivo añadido en el curso de la producción y debido a deficiencias de la dirección o las actuaciones de los trabajadores.

De acuerdo a lo anterior se hace notar la importancia de la medición del trabajo la cual consiste en la aplicación de técnicas para determinar el trabajo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida ya que el objetivo principal de la medición del trabajo es investigar , reducir y finalmente eliminar el tiempo improductivo en los procesos , es decir , el tiempo en el cual no se ejecuta trabajo productivo , por cualquier causa que sea , además de esto permite la fijación de tiempos tipo (tiempos estándar) los cuales ya establecidos permitirán determinar e identificar tiempos improductivos rápidamente, brindan información que permite estimar la duración de los trabajos y pueden ser aplicados en la planeación de la producción , comparación de diferentes métodos de trabajo del trabajador , cálculo de jornadas de trabajo etc.

En este trabajo se utilizará como técnica para la medición del trabajo el estudio de tiempos que consiste en registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuado en condiciones determinadas para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea, lo que permitirá instaurar planes de incentivos a los operarios de una empresa.

El estudio de tiempos para este trabajo se realizará en una fábrica dedicada a la producción de escobas, cepillos y traperas, el producto que se analizará será el cepillo de piso el cual se le aplicará el estudio en la operación de perforación e inserción de fibras en la plantilla con la finalidad de determinar el tiempo tipo por unidad a ritmo normal (100), la carga de trabajo del operario, la producción esperada al finalizar el turno, la producción por hora, la eficiencia de la máquina y se determinara por medio de un diagrama hombre - máquina si será posible la asignación de otras maquina al mismo operario.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Medir el trabajo por medio del estudio de tiempo para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado, en llevar a cabo una operación, según una norma de rendimiento determinada y encontrar tiempos improductivos dentro de la operación.

1.2 Objetivos específicos

- Seleccionar y dividir la operación a la cual se le va realizar el estudio de tiempos en elementos.
- Realizar la toma de tiempos de cada uno de los elementos y calificar el ritmo de trabajo del operario.
- Determinar los suplementos de descanso: suplementos por necesidades personales y suplementos por fatiga que se le deben asignar al operario que realiza la operación.
- Obtener la unidad estándar y la producción esperada de la operación en un turno del trabajador que le facilite a la empresa realizar una mejor programación de la producción.

2. Descripción de la empresa

Cepillos Santy es una empresa que fue fundada a principios de los años 80, sus ventas son al mayoreo y menudeo, se dedica a la fabricación y venta de diferentes productos de limpieza, sus portafolios de productos vienen dados desde escobas, traperas, cepillos, recogedores y todo lo relacionado con este sector. La maquinaria que se usa lleva un uso de aproximadamente 25 años. La empresa está compuesta por una fábrica ubicada en la Cra 51B #79-60 en el barrio Miranda y un almacén de venta minorista ubicada en la estación Cisneros en la ciudad de Medellín.

La empresa trabaja con un turno de lunes a viernes 7:00 am hasta las 6:00 pm con 1 hora de descanso para el desayuno y el almuerzo, este tiempo es del operario. Los sábados se trabaja de 7:00 am a 12:00 m con 1 hora de descanso no remunerada.

2.1 DESCRIPCION DEL PRODUCTO

El producto al cual se le realizara el estudio de tiempo es el cepillo de piso, el cual sirve para restregar y escurrir, es una herramienta útil para todo tipo de labor de limpieza en

diferentes tipos de pisos interiores y exteriores, en áreas residenciales como corredores o pasillos, es muy eficaz en superficies de baldosas, baldosines, cementadas y de piedra para la eliminación de manchas y suciedad, resistente con fibras (cerdas) duras. A continuación, se enumerarán los componentes necesarios para su fabricación.

- **Rollo de fibra dura sintética:** su materia es de polipropileno (PP), peso de 200 gr, longitud de 8 cm en variedad de colores.
- **Plantilla plástica:** su material es de polipropileno
- **Mango de madera Chingalé:** Madera principalmente usada por su bajo costo, además de liviana con buena estabilidad dimensional y propiedades mecánicas bajas. Fácil de conseguir en la ciudad.
- **Rollo de alambre galvanizado:** Calibre 21, peso de 5 Kg, dura 1 turno de trabajo.



Figura 1: Componentes del cepillo de piso: arriba-Rollos de fibra y plantilla. Abajo-mango y rollo de alambre

2.2 DESCRIPCION MAQUINARIA

La actividad elegida para el desarrollo del presente trabajo se trata de la perforación e inserción de fibra en la plantilla. La operación requiere de una máquina y un operario, la maquina utilizada se denomina insertadora nacional, a continuación, se enumerarán sus componentes y partes.

- 1- **Insertador de fibras:** se debe estar lubricando constantemente
- 2- **Taladros perforadores (2) - Broca:** durabilidad de 1 mes, se cambia cada que se pone una plantilla de diferente referencia.

- 3- **Cargador de fibras:** Posee 2 contenedores de fibra donde cada uno tiene una capacidad máxima de 9 rollos de fibra, cuenta con un sistema de presión de fibra en la parte superior
- 4- **Plataformas para sostener plantillas:** Cuenta con un sistema de agarre.
- 5- **Cuadro de mando:** posee botones para prender/apagar taladro, poner en manual/automático, apagado de emergencia, posee controles para programar la máquina.
- 6- **Pedales:** Pedal derecho: Activa la máquina, Pedal izquierdo: Al dejar presionado desactiva el sistema de agarre de las plataformas que sostienen la plantilla

Maquina activa durante 0,57 min cada unidad de producción (Calculado utilizando el cronometro).



Figura 2: Insertadora nacional y sus componentes

3. Análisis de la operación

Para el desarrollo del trabajo se tomó el proceso productivo del cepillo de piso, la etapa operativa de perforar e insertar fibras se tomó en cuenta como operación principal para la toma de tiempos, esta operación es realizada por una sola operaria con una maquina semiautomática.

3.1 Hoja maestra

A continuación, se presenta la hoja maestra donde se tiene la información acerca del producto, el operario, la maquinaria, herramientas necesarias para la operación, condiciones del puesto de trabajo y la descripción correspondiente a cada uno de los elementos del ciclo de trabajo. En esta hoja además se realizan los registros y aclaraciones de cómo fueron tomados cada uno de los datos, las fechas y los analistas que lo desarrollaron. Es importante resaltar que el desglose de la operación se realiza con sumo cuidado ya que de eso depende realizar la correcta toma de tiempos.

HOJA MAESTRA DE OPERACIÓN CEPILLOS SANTY S.A		
Tipo de operación:	Semi-automática	
Seccion:	Produccion	
Producto:	Cepillo	
Ref:	Cepillo de piso	
Peso/Escoba:	0,15 Kg	
Rollo de fibra:	200 gr	
Longitud de fibra:	0,08 m	
Rollo de alambre:	5 Kg	
Unidad de produccion	1 Cepillo	
Maquina:	Insertadora Nacional	
Vel de entrega:	1/34 [ud/s]	
Capacidad de insertar:	1 plantilla	
Capacidad de perforar:	2 plantillas	
Operario:	Paula	
Categoria:	A	Croquis del puesto de trabajo 1.Insertadora 2. Fibra 3. Deposito temporal 4.plantillas
Turno:	Diurno	
Fecha:	11/04/2017	
Analistas:	Julian, Christian, Alejandra	
Estudio N°	1	

CONDICIONES DE TRABAJO:

El operario permanece de pie durante todo el turno en esta operación. La máquina genera un ruido con una intensidad de sonido muy alta la cual puede ser irritante para los oídos. En el puesto de trabajo se debe usar tapa oídos, tapabocas, gafas protectoras y el cabello recogido. Existe buena iluminación y ventilación, la temperatura percibida es igual a la del ambiente. Se perciben olores penetrantes debidos al soplete del soldador generados por la soldadura y agentes químicos usados, pero esto es muy esporádico. En general se observan condiciones de desorden y falta de señalización dentro de la planta.

DESCRIPCION DEL CICLO DE TRABAJO:

El ciclo considerado al hacer el estudio, empieza cuando la operaria una vez verificadas las condiciones de la maquina (programación, velocidad, broca adecuada y buena, etc.) alimenta la insertadora con las debidas plantillas y procede a iniciar los lotes de producción, activando para esto la maquina con un pedal. Y termina, cuando el cepillo ya con las fibras insertadas es puesto en un costal o una caja de cartón donde este se deja en un almacenamiento temporal hasta que otro miembro del personal lo recoja para un posterior proceso.

ELEMENTOS DEL CICLO:

A: ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA (Maquina inactiva)

La plantilla que se encuentra ya perforada se traslada a la plataforma con la mano derecha donde se le insertara las fibras y se suministra una plantilla nueva con la mano izquierda en la plataforma de perforación, se debe presionar el pedal izquierdo para soltar las plantillas de la máquina. se debe golpear la plataforma de perforación para asegurar el ajuste de la plantilla adecuadamente con la mano izquierda

INICIA: Retirar plantilla perforada

TERMINA: Golpear la plataforma de perforación (Al soltar pedal izquierdo)

B: ACTIVAR MAQUINA (Maquina Inactiva)

Activar la maquina presionando el pedal derecho con el pie derecho tras haber ubicado las respectivas plantillas en sus debidas plataformas.

INICIA: Presionando pedal

TERMINA: Soltando pedal

C: VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA (Maquina Activa)

Se golpea las fibras de forma transversal con la mano izquierda para evitar que se salgan del cargador de fibras, luego se procede a empujar hacia abajo con ambas manos para facilitar el agarre de la maquina al insertarlas, transcurrido el tiempo medio de la actividad, se toma la plantilla nueva con la mano izquierda, con esta se golpea las fibras de forma transversal hasta que la maquina haya terminado su proceso de forma automática

INICIA: Tras haber activado la maquina (soltar pedal)

TERMINA: Al detenerse la máquina

D: ENDEREZAR PLANTILLA (Maquina inactiva)

Si la plantilla contiene un defecto de torsión la operaria endereza con ambas manos la plantilla nueva, para esto se usa una de las plataformas como instrumento para mitigar el defecto.

INICIA: Al detenerse la maquina

TERMINA: Al enderezar la plantilla (la mano derecha se suelta de la plantilla)

E: RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO (Maquina Inactiva)

La plantilla insertada debe retirarse, para esto se presiona el pedal izquierdo para soltar el producto y al retirarlo este se ubica en una caja como depósito temporal para un posterior proceso. El pedal se debe de mantener presionado

INICIA: cuando la mano derecha va por la plantilla insertada

TERMINA: cuando la mano derecha suelta la plantilla insertada.

F: RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA (Maquina Activa)

Se retira la bolsa de uno de los rollos de fibra que se encuentran en el cargador de la máquina.

INICIA: Agarrar bolsa

TERMINA: Soltar bolsa

G: SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA (Maquina Activa)

Tras haber gastado 1/6 de kilogramo de fibras contenidas en el cargador de la máquina(o más bien a juicio de la operaria), se debe suministrar un nuevo rollo de fibra. Para ubicar el nuevo rollo la operaria debe soltar el sistema de presión de la fibra (el gancho) que está ubicado en el contenedor y tras haber puesto el nuevo rollo (con bolsa) se debe reacomodar el gancho en su sitio.

INICIA: Ir por rollo nuevo

TERMINA: Ajustar sistema de presión de la fibra.

H: LUBRICACION DEL ARCO Y EL INSERTADOR DE LA MAQUINA (Maquina Activa)

Se procede a lubricar el arco y el insertador de la máquina para evitar el desgaste por fricción de esta.

INICIA: Agarrar lubricante

TERMINA: Soltar lubricante

J: MISCELANEOS

Hablar con el supervisor (puede ser maquina activa o inactiva), ataracion del pedal (máquina inactiva), recoger cepillo del piso, desatorar el sistema de presión de la fibra, desenredar alambre.

3.1.1 Clasificación De Los Elementos

Repetitivos: A, B, C, D, E

Casual Aleatorios: F, G, H

3.2 Tiempos observados

Después de obtener y registrar toda la información acerca de la operación se procede a tomar inicialmente una muestra de 10 observaciones para cada uno de los elementos y se le asigna una calificación a cada uno dependiendo del ritmo al que se observó trabajando. La escala de calificación utilizada fue la escala inglesa con ritmo normal 100, Se utilizó como unidad Cmin (centésima de minuto) y el cronometraje se realizó utilizando vuelta a cero.

Fecha: Abril 11 de 2017

Analistas: Julián Mira, Alejandra Escobar, Christian Barrios

Parámetros de estudio: (C=95%, L=2,262) K =5% de la media

HOJA DE OBSERVACIONES							
FORMULARIO DE ESTUDIO DE TIEMPOS							
ELEMENTO	TIEMPOS OBSERVADOS TO						
	Centésimas de minuto (Cmin)						
A	5,40 100	6,11 100	4,91 105	5,35 100	5,40 100	5,40 100	4,78 100
	7,39 75	5,80 95	5,00 100				
B	2,70 100	2,10 110	3,30 90	2,20 110	2,50 100	2,90 100	2,40 105
	2,70 100	3,10 95	3,30 90	3,23 90	3,11 95	3,11 90	2,73 100
C	50,28 100	49,85 105	56,00 100	49,78 105	56,97 100	50,86 100	50,67 100
	50,35 100	56,97 100	57,00 100				
D	2,20 100	2,20 100	2,00 100	3,30 80	2,20 100	2,20 105	2,20 105
	2,20 100	2,20 100	2,20 100	2,20 100			
E	1,10 100	1,10 100	1,10 100	1,10 100	1,10 100	1,00 100	1,10 100
	1,10 110	2,20 60	1,10 100	1,01 105	0,94 110	1,03 100	1,22 100
	1,51 90	1,34 90	1,11 100	0,92 110	1,03 100	0,77 120	
F	0,03 100	0,03 100	0,03 100	0,03 105	0,03 105	0,03 105	0,03 100
	0,03 100	0,03 105	0,03 105				
G	7,22 95	7,75 95	6,33 105	8,64 85	6,33 105	6,14 100	6,33 100
	6,33 100	6,33 100	7,22 95				
H	6,65 90	6,15 100	6,14 100	6,14 100	6,65 90	6,15 100	6,65 90
	6,14 100	6,14 100	6,65 90				
Miscelaneos	4,07 100	0,05 100					

Tabla 2: Tiempos observados y calificación del ritmo de trabajo, elaboración propia.

Nota: Se le resto a las observaciones del elemento c los tiempos de los aleatorios debido a que estaban contenidos dentro de dicho elemento

3.3 Análisis de la muestra

Después de tomadas las 10 observaciones, ahora se procede a realizar el análisis de la muestra, el cual consiste en calcular el tamaño que se debe tener al considerar el promedio representativo de los datos de cada uno de los elementos y su respectiva desviación estándar con un nivel de confianza y margen de exactitud predeterminados, de tal manera que si el número de muestras es mayor a 10 se buscara obtener más datos del elemento, en caso contrario simplemente se trabajara con las 10 observaciones ya obtenidas.

A continuación, se establecen los parámetros para el estudio

- ✓ n: Tamaño de muestra
- ✓ C: Nivel de confianza del 95%
- ✓ Grados de libertad: n-1
- ✓ t_c : valor t calculado
- ✓ \bar{X} : media muestral
- ✓ S: desviación estándar muestral
- ✓ K: porcentaje de error de la media del 5 %

La fórmula para obtener el cálculo del tamaño de la muestra para cada uno de los elementos es

$$n = \left(\frac{t_c * S}{K * \bar{X}} \right)^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Para realizar este análisis se procedió de la siguiente manera

- Se utilizó la ecuación 1 con cada uno de los parámetros ya mencionado, t_c fue tomado con un valor de 2.262 y grados de libertad 9.
- Se observó que el n obtenido en cada uno de los elementos fuera menor a 10 observaciones, esto se cumplió para casi todos los elementos excepto para los elementos B, D y E.

A continuación, se presenta los resultados de los datos de la muestra iniciales

Elemento	Media	Desviacion estandar muestral	t_c	% media	n
A	5,36	0,35	2,262	5%	9
B	2,69	0,25	2,262	5%	17
C	54,22	2,80	2,262	5%	5
D	2,25	0,16	2,262	5%	11
E	1,12	0,09	2,262	5%	12
F	0,03	0,00	2,262	5%	7
G	6,68	0,43	2,262	5%	8
H	6,08	0,08	2,262	5%	0

Tabla 3: Tamaño de muestra inicial, elaboración propia

- Se procedió a recalcular el n aumentando el tamaño de muestra exigido. Para el elemento B se agregaron 4 observaciones, para el elemento D se agregó una observación y para el elemento E se agregaron 10.
- Se realizó nuevamente el cálculo teniendo en cuenta que el t_c para el elemento B es de 2.160 con 13 grados de libertad, el t_c para el elemento D es de 2.228 con 10 grados de libertad y el t_c para el elemento E es de 2.093 con 19 grados de libertad, ya que a pesar de que en el análisis de muestra inicial se exige un total de 19 observaciones para este elemento se utilizó 20 observaciones.

A continuación, se presentan los datos de la muestra final después de haber calculado el n adecuado para cada elemento

Elemento	Media	Desviacion estandar muestral	tc	% media	n
A	5,36	0,35	2,262	5%	9
B	2,74	0,22	2,160	5%	12
C	54,22	2,80	2,262	5%	5
D	2,25	0,16	2,262	5%	10
E	1,11	0,11	2,093	5%	16
F	0,03	0,00	2,262	5%	7
G	6,68	0,43	2,262	5%	8
H	6,08	0,08	2,262	5%	0

Tabla 4: Tamaño de muestra final, elaboración propia

Como se puede observar el tamaño de muestra exigidos al realizar la ecuación 1 son menores al número total de observaciones obtenidas por lo tanto se procederá a trabajar con las observaciones registradas en la tabla 1

3.4 Tiempos normalizados

A continuación, en la tabla 2 se muestran los tiempos normalizados, La normalización de los datos consiste en tomar cada una de las observaciones y multiplicarla con su respectiva calificación y por último dividirlo entre 100.

HOJA DE OBSERVACIONES					
FORMULARIO DE ESTUDIO DE TIEMPOS					
Datos normalizados					
IDENTIFICACION:	Cepillo de piso				
FECHA:	Abril 11 del 2017				
ANALISTA	Julián Mira, Alejandra Escobar, Christian Barrios				
PARAMETROS DE ESTUDIO	C=95%, L=2,262) K=5% de la media				
ELEMENTO	Tiempos observados TO Centésimas de minuto (cmin)				
A: ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA (Maquina inactiva)	5,40	6,11	5,15	5,35	5,40
	5,40	4,78	5,54	5,51	5,00
B: ACTIVAR MAQUINA (Maquina Inactiva)	2,70	2,31	2,97	2,42	2,50
	2,90	2,52	2,70	2,95	2,97
	2,91	2,95	2,80	2,73	
C: VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA (Maquina Activa)	50,28	52,34	56,00	52,27	56,97
	50,86	50,67	50,35	56,97	57,00
D: ENDEREZAR PLANTILLA (Maquina inactiva)	2,20	2,20	2,00	2,64	2,20
	2,31	2,31	2,20	2,20	2,20
	2,20				
E: RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO (Maquina Inactiva)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
	1,00	1,10	1,21	1,32	1,10
	1,06	1,03	1,03	1,22	1,36
	1,21	1,11	1,01	1,03	0,92
F: RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
G: SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA (Maquina Activa)	6,86	7,36	6,64	7,34	6,64
	6,14	6,33	6,33	6,33	6,86
H: LUBRICACION DEL ARCO Y EL INSERTADOR DE LA MAQUINA (Maquina Activa)	5,99	6,15	6,14	6,14	5,99
	6,15	5,99	6,14	6,14	5,99
I: MISCELANEOS Hablar con el supervisor (puede ser maquina activa o inactiva). atoracion del pedal (máquina inactiva). Cepillo en piso. Atoracion de presión de la fibra, alambre enredado.	4,07	0,05			

Tabla 5: Tiempos normalizados, elaboración propia

3.5 Minutos normales por vez (MN/VEZ)

A continuación, se presenta la tabla que contiene los minutos que tarda cada elemento en ocurrir en un ciclo. Para el desarrollo de dicha tabla se tuvo en cuenta los tiempos observados, la calificación, la frecuencia de la calificación en cada uno de los elementos, obteniendo como resultado los minutos normales por vez.

NORMALIZACION					
MINUTOS NORMALES / VEZ					
ELEMENTO	TO (min)	C	F	MN	MN/vez
A: ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA (Maquina Inactiva)	0,074	75	1	0,055	0,054
	0,058	95	1	0,055	
	0,374	100	7	0,374	
	0,049	105	1	0,052	
			10	0,536	
B: ACTIVAR MAQUINA (Maquina Inactiva)	0,129	90	4	0,12	0,027
	0,062	95	2	0,06	
	0,135	100	5	0,14	
	0,024	105	1	0,03	
	0,043	110	2	0,05	
			14	0,383	
C: VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA (Maquina Activa)	4,29	100	8	4,29039	0,534
	0,99635	105	2	1,046168	
			10	5,3372	
D: ENDEREZAR PLANTILLA (Maquina Inactiva)	0,033	80	1	0,026	0,022
	0,174	100	8	0,174	
	0,044	105	2	0,046	
			11	0,247	
E: RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO (Maquina Inactiva)	0,022	60	1	0,013	0,011
	0,029	90	2	0,026	
	0,131	100	12	0,131	
	0,010	105	1	0,011	
	0,030	110	3	0,033	
	0,008	120	1	0,009	
			20	0,222	
F: RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,002	100	5	0,002	0,0003
	0,001	105	5	0,001	
			10	0,003	
G: SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,086	85	1	0,073	0,067
	0,222	95	3	0,211	
	0,251	100	4	0,251	
	0,127	105	2	0,133	
			10	0,668	
H: LUBRICACION DEL ARCO Y EL INSERTADOR DE LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,266	90	4	0,240	0,061
	0,369	100	6	0,369	
			10	0,608	
I: MISCELANEOS Hablar con el supervisor (puede ser maquina activa o inactiva), atoracion del pedal (máquina inactiva). Cepillo en piso, Atoracion de presión de la fibra, alambre enredado.	0,0407	100	1	0,0407	
	0,0005	100	1	0,0005	
				0,0412	

Tabla 6: Minutos normales por vez, elaboración propia.

3.6 Minutos normales por unidad (MN/ UNIDAD)

Los minutos normales por unidad consisten en tomar los minutos normalizados en la tabla 5 y multiplicarlos por las veces que cada elemento aparece en una unidad de producción, en

este caso el cepillo de escoba, en conclusión, los minutos normales por unidad indica el tiempo que tarda el elemento en aparecer en una unidad.

Para proceder a realizar esta operación se debe conocer cuántas veces por unidad se dan cada uno de los elementos.

Los elementos A, B, C, D, E se dan $\frac{1 \text{ Vez}}{\text{Unidad}}$; sin embargo, para los elementos F, G, H, los cuales se consideran casuales aleatorios es necesario el desarrollo de estudios de frecuencia para poder definir cuantas veces por unidad aparecen en una unidad de trabajo. A continuación, se presentan las tablas de frecuencia para cada uno de estos elementos.

Estudio	Cepillos	F	Estudio	Cepillos	G	Estudio	Cepillos	H
No 1	5	1	No 1	4	1	No 1	8	1
No 2	6	1	No2	3	1	No2	7	1
No 3	7	1	No3	6	1	No3	6	1
No 4	7	1	No4	3	1	No4	7	1
No 5	4	1	No5	3	1	No5	12	1

Tabla 7: Estudio de frecuencias para elementos casuales aleatorios F, G, H, elaboración propia

Después de haber definido lo anterior se presenta la tabla 6 con las veces por unidad de cada uno de los elementos

Elemento	Veces	Unidades	vez/und
A	1	1	1
B	1	1	1
C	1	1	1
D	1	1	1
E	1	1	1
F	5	29	0,17
G	5	19	0,26
H	5	40	0,13

Tabla 8: Veces/Unidad de los elementos

A continuación, se presenta la tabla con los minutos normales por unidad

ELEMENTO	MN/YEZ	VEZ/UND	MN/UND
A: ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA (Maquina Inactiva)	0,054	1,000	0,054
B: ACTIVAR MAQUINA (Maquina Inactiva)	0,027	1,000	0,027
C: VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,534	1,000	0,534
D: ENDEREZAR PLANTILLA (Maquina Inactiva)	0,022	1,000	0,022
E: RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO (Maquina Inactiva)	0,011	1,000	0,011
F: RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,0003	0,170	0,0001
G: SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,067	0,260	0,017
H: LUBRICACION DEL ARCO Y EL INSERTADOR DE LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,061	0,125	0,008

Tabla 9: Minutos normales por unidad, elaboración propia.

3.6.1 Análisis de misceláneos

El elemento misceláneo es un elemento compuesto por diferentes elementos que aparecen muy poco y al cual no justifica realizarle estudio de frecuencias o muestreo, sin embargo, este elemento representa trabajo al igual que los demás ya que representan un porcentaje sobre los demás elementos.

Para calcular el porcentaje que debe dársele a los misceláneos sobre los demás elementos, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\%Misceláneos = \frac{MN \text{ misceláneos}}{\sum MN \text{ de los demás elementos}} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$\%Miscel\acute{a}neos = \frac{0.0412}{0,536 + 0.383 + 5,337 + 0.247 + 0.222 + 0.003 + 0.668 + 0.608} = 0.515\%$$

Se debe tener en cuenta que el porcentaje máximo que se le debe asignar a los misceláneos es del 5%. Utilizando la ecuación 2 se obtuvo que el porcentaje es del 0.515%, este resultado es bastante bajo, se debe tener en cuenta que durante el estudio solo se presentaron dos del total de misceláneos y por tanto solo se tienen dos observaciones de este elemento, como el porcentaje de 0.515%, el cual corresponde a solo dos observaciones, se le asignara un porcentaje del 2% para abarcar los misceláneos que no se dieron durante el estudio pero que pueden darse en cualquier momento del ciclo. A continuación, se procede a calcular los minutos normales por unidad separando los elementos en elementos de trabajo externo y elementos de trabajo interno y de esta forma calcular los minutos por unidad que se le asignan a los misceláneos en el ciclo.

El elemento de misceláneos (I) se va a tener en cuenta en los elementos de trabajo tanto externos como internos ya que representan un porcentaje sobre todos los elementos.

3.6.2 elementos de trabajo externo (ETE)

Los elementos de trabajo externo son aquellos que suceden cuando la maquina insertadora nacional se encuentra inactiva, es decir, cuando no se está produciendo cepillo de piso. De acuerdo a lo anterior se sabe que los elementos A, B, D, E, I, representa los elementos de trabajo externo del ciclo de trabajo.

A continuación, se presenta la tabla de elementos de trabajo externo (ETE)

ELEMENTO DE TRABAJO EXTERNO	MN/YEZ	YEZ/UND	MN/UND
*A: ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA (Maquina Inactiva)	0,054	1,000	0,054
*B: ACTIVAR MAQUINA (Maquina Inactiva)	0,027	1,000	0,027
*D: ENDEREZAR PLANTILLA (Maquina Inactiva)	0,022	1,000	0,022
*E: RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO (Maquina Inactiva)	0,011	1,000	0,011
TOTAL			0,115
*I: MISCELANEOS EXTERNOS			0,002
TOTAL ELEMENTO DE TRABAJO EXTERNO			0,117

Tabla 10: Elementos de trabajo externo (ETE), elaboración propia

3.6.3 elemento de trabajo interno (ETI)

Los elementos de trabajo interno son aquellos que suceden cuando la maquina insertadora nacional se encuentra activa, es decir, cuando la maquina se encuentra produciendo cepillo de piso. De acuerdo a esto se conoce que los elementos C, F, G, H, I*.

A continuación, se presenta la tabla de elementos de trabajo Interno (ETI)

ELEMENTOS DE TRABAJO INTERNO	MN/VEZ	VEZ/UND	MN/UND
C: VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,534	1,000	0,534
F: RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,0003	0,170	0,0001
G: SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,067	0,260	0,017
H: LUBRICACION DEL ARCO Y EL INSERTADOR DE LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,061	0,125	0,008
TOTAL			0,559
I: MISCELANEOS INTERNOS			0,011
TOTAL ELEMENTO DE TRABAJO INTERNO			0,570

Tabla 11: Elementos de trabajo interno (ETI), Elaboración propia.

3.7 Tiempo de maquina

La máquina insertadora nacional es una maquina realizada en Colombia, esta máquina no tiene referencia alguna, no cuenta con especificaciones técnicas, sin embargo para obtener el tiempo de máquina se optó por cronometrar durante varios periodos de tiempo su funcionamiento, obtenido así un tiempo constante de $\frac{34 \text{ segundos}}{\text{Unidad}}$ es decir $\frac{0.57 \text{ minutos}}{\text{Unidad}}$.

3.8 Tiempo no ocupado

El tiempo no ocupado corresponde al tiempo en que el operario se encuentra pendiente de la máquina, pero no está realizando ningún elemento mientras esta se encuentra en funcionamiento. Para calcular el tiempo no ocupado se debe realizar el siguiente cálculo.

$$\text{Tiempo no ocupado (TNO)} = t_m - ETI \quad \text{Ecuación 3}$$

$t_m = \text{tiempo de maquina}$

$ETI = \text{Elementos de tiempo interno}$

$$\text{Tiempo no ocupado (TNO)} = 0.57 - 0.57 = 0$$

3.9 Suplementos por descanso

Los suplementos por descanso son los que corresponde al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinados trabajos en determinadas condiciones y para que pueda atender sus necesidades personales, el valor de estos suplementos depende de la naturaleza del trabajo.

Para poder hallar la unidad estándar es necesario tener en cuenta los suplementos por descanso que debe tener el operario en el turno, estos suplementos se dividen en suplementos por necesidades personales y suplementos por fatiga.

3.9.1 suplementos por necesidades personales

Los suplementos por necesidades personales corresponden al tiempo que se le asigna al operario para suplir sus necesidades básicas y fisiológicas, en este caso como la operaria encargada de manejar la máquina insertadora es de género femenino se le debe asignar un porcentaje de 7% del tiempo que le toma realizar los elementos de trabajo externo y el tiempo de máquina.

$$SNP = 7\% (ETE + t_m) \quad \text{Ecuación 4}$$

$$SNP = 7\% \left(0.117 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}} + 0.57 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}} \right)$$

$$SNP = 0.048079 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}}$$

Entonces el tiempo destinado para cumplir con los suplementos por necesidades personales corresponde a $0.048 \frac{\text{min}}{\text{und}}$

3.9.2 Suplementos por fatiga

El suplemento por fatiga es exigido por el trabajo en sí y se calcula a partir de los minutos básicos efectivamente dedicados a él. Para calcular estos suplementos se tienen en cuenta factores de tensión física, tensión mental y condiciones de trabajo, En cada uno de estos factores se tienen en cuenta unos subfactores tales como fuerza media, postura, vibraciones, ciclo breve, indumentos estrechos, concentración / ansiedad, monotonía, tensión visual, ruido, temperatura, humedad, ventilación, polvo, suciedad y presencia de agua; a estos subfactores se les brinda una puntuación teniendo en cuenta su presencia en el trabajo que debe desarrollar la operaria. Los parámetros, factores, subfactores y puntuaciones con los que se calculó el porcentaje de suplementos por fatiga puede verse en la tabla del anexo 1.

Después de obtener los porcentajes, se continúa calculando los minutos normales por unidad que deben darse al operario como suplementos por fatiga.

ELEMENTO	[MN/UD	% SUPLEMENTO	% SUPLEMENTOS POR FATIGA
A*: ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA (Maquina inactiva)	0,054	12%	0,006
B: ACTIVAR MAQUINA (Maquina Activa)	0,027	12%	0,003
C: VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,534	13%	0,069
D*: ENDEREZAR PLANTILLA (Maquina inactiva)	0,022	12%	0,003
E*: RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO (Maquina Inactiva)	0,011	12%	0,001
F: RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA (Maquina Activa)	0,0001	12%	0,00001
G: SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,017	13%	0,002
H: LUBRICACION DEL ARCO Y EL INSERTADOR DE LA MAQUINA (Maquina Activa)	0,008	12%	0,001
I: MISCELANEOS INTERNOS Y EXTERNOS	0,013	12%	0,0016
TOTAL			0,088

Tabla 12: Suplementos por fatiga, elaboración propia.

3.9.3. Análisis de suplementos y tiempo no ocupado

Después de calculados los respectivos suplementos por descanso hay que ver si es factible suponer que la operaria podrá utilizarlo, en totalidad o en parte, dentro del ciclo o si debe ser añadido a la suma del trabajo exterior más el tiempo condicionado por la máquina, a fin de obtener el verdadero tiempo del ciclo. Si el ciclo es muy largo y comprende períodos prolongados de tiempo no ocupado, la operaria, en ciertas circunstancias, tal vez tenga la posibilidad de utilizar en su transcurso los suplementos íntegros por necesidades personales y fatiga, aprovechando los períodos en que no trabaja. Para esto se tiene en cuenta lo siguiente

- Para los suplementos por necesidades personales sólo se considera que existe la posibilidad de emplear el tiempo no ocupado para estos suplementos si los períodos inactivos son suficientemente largos (unos diez o quince minutos), si son ininterrumpidos y si el obrero puede dejar la máquina sin atender mientras tanto.

El tiempo no ocupado debe ser mayor de 10 minutos ($TNO > 10 \text{ min}$): Para este caso de estudio, el tiempo no ocupado es cero, cómo $0 < 10$, no cumple con la condición.

El tiempo no ocupado debe ser ininterrumpido: en este caso no hay tiempo no ocupado que pueda ser ininterrumpido, sin embargo, en caso de haber tiempo no ocupado no se cumpliría con esta regla ya que se tienen 3 elementos aleatorios.

La máquina para automáticamente o hay algún otro operario apto para reemplazarlo: la maquina insertadora nacional para automáticamente, y la operaria cuenta con el apoyo del mecánico para reemplazarla mientras ella suple sus necesidades personales; es decir en este caso si se cumple con la regla ya que la producción no se verá afectada por la ausencia de la operaria.

En conclusión, al no cumplirse alguna de las tres reglas los suplementos por necesidades personales deben ir por fuera del ciclo de trabajo

- Para los suplementos por fatiga es posible utilizar instantes bastante breves de tiempo no ocupado para combatir la fatiga, a condición de que la operaria no tenga que estar siempre alerta o con la atención fija en la máquina y que disponga de un asiento cerca.
Ahora, para poder meter los suplementos por fatiga dentro del tiempo no ocupado debe tenerse en cuenta que este no puede ser menor que 0,5 minutos, ya que es muy

poco tiempo para que el operario descanse adecuadamente. Entonces, se toma un intervalo de 0,5 a 1,5 en el que puede darse parte del suplemento por dentro del tiempo no ocupado y parte por fuera del ciclo, y si el tiempo no ocupado es mayor que 1,5 simplemente, puede darse todo el tiempo para suplementos dentro del ciclo.



Se sabe que el tiempo no ocupado es de cero minutos por unidad, como es menor de 0.5 los suplementos por fatiga deben darse por fuera del ciclo.

4. Unidad estándar o tiempo tipo

La unidad estándar se define como el tiempo en minutos que requiere un operario realizar una unidad (cepillo de escoba), para este caso este tiempo se refiere a la suma de los elementos de trabajo externos, el tiempo de máquina y los suplementos por necesidades personales y suplementos por fatiga determinados anteriormente por fuera del tiempo de ciclo.

UNIDAD ESTANDAR	0,823
ETE	0,117
tm	0,570
SNP	0,048
SF	0,088

Tabla 13: Unidad Estándar, Elaboración propia.

$$U.E = ETE + t_m + SNP + SF \quad \text{Ecuación 5}$$

$$U.E = 0.117 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}} + 0.570 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}} + 0.048 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}} + 0.088 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}}$$

$$U.E = 0.823 \frac{\text{min}}{\text{Unidad}}$$

A continuación, se presenta el pistón donde se muestra los elementos de trabajo externo, suplementos por necesidades personales y fatiga por fuera de este, los elementos de trabajo interno dentro del tiempo de máquina.

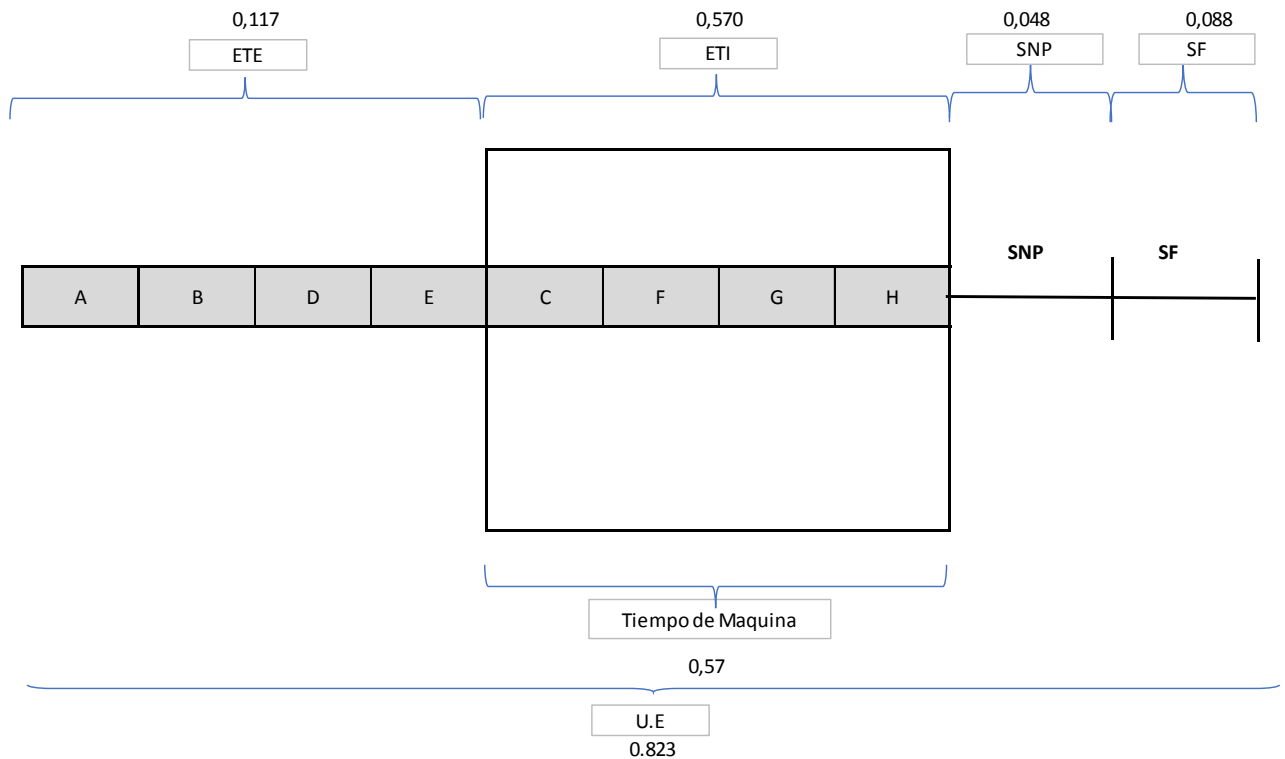


Figura 2: Pistón de elementos del ciclo

5. Producción esperada

La producción esperada representa la cantidad de unidades que se espera serán producidas al finalizar el turno por la operaria. Para realizar este cálculo se debe tener presente el número de horas que trabaja la operaria sin contar el tiempo para los descansos, el tiempo de los suplementos especiales y tener en cuenta que hay producción continua en el cepillo de piso. Después de tener claro el tiempo de trabajo del operario este dato se divide sobre la unidad estándar para establecer finalmente la producción esperada en el turno.

A continuación, se presenta la tabla de los suplementos especiales

SUPLEMENTOS ESPECIALES		
Suplementos	Actividad	min/Turno
Aprontamientos	Calentamiento compresor	10
	Lubricar insertadora	5
	Engrasar levas	5
	Revisar maquina	5
Cambio de ropa	Entrada	5
	Salida	5
total		35

Tabla 14: Suplementos especiales, elaboración propia

La semana laboral de la operaria esta establecida de lunes a sábado, los días desde el lunes hasta el viernes trabaja de 7:00 am -6:00 pm donde se emplea 15 minutos para desayunar y 45 minutos para almorzar correspondiente a 1 hora lo cual se trabajan 10 horas diarias, el sábado se trabaja de 7:00 – 12:00 donde se toma de igual forma una hora para desayunar y almorzar, es decir que el turno de ese día es de 4 horas.

Dia	horario	Descanso [horas]	Horas jornada	min/hora	Horas productivo turno	minutos productivos Turno	Minutos porductivos turno - suplementos especiales [min/ turno]	Produccion esperada turno [min/turno]
Lunes -Viernes	7:00am-6:00pm	1	11	60	10	600	565	687
Sabado	7:00am-12:00m	1	5	60	4	240	205	249

Tabla 15: Producción esperada, elaboración propia.

Por cada hora que se labore la producción esperada será.

$$R = \frac{\frac{60 \text{ min}}{\text{hora}}}{\text{unidad estandar}}$$

$$R = \frac{60}{0,823} = 72,90 \approx 73 \frac{\text{und}}{\text{hora}}$$

Por cada hora que se labore de más habrá 73 unidades más de producción.

6. Carga de trabajo del operario

La carga de la operaria permite saber la productividad del operario durante el turno, es decir que si su porcentaje de carga es muy bajo esto significa que al operario se le podrán asignar más actividades, o en caso de tener un porcentaje de carga alto se determinara bajar la cantidad de actividades o si la operaria necesita ayuda.

$$CARGA = \frac{ETE + ETI}{UE} = \frac{0.117 \text{ min/und} + 0.570 \text{ min/und}}{0.823 \text{ min/und}} \times 100 = 83.46\%$$

Este resultado indica que la carga de la operaria está en situación de cuidado por estar realizando actividades todo el tiempo, pero no se encuentra sobrecargada y tampoco cuenta con tiempo improductivo, sobre todo porque durante el tiempo de máquina la operaria no tiene tiempo no ocupado es decir que permanezca todo el tiempo realizando actividades en función de la máquina.

7. Eficiencia de la maquina

La eficiencia de la maquina determina que tan productiva es esta durante un turno.

$$\frac{tm}{UE} = \frac{0.57 \text{ min}}{0.823 \text{ min}} \times 100\% = 69,27\%$$

8. Asignación de máquinas Diagrama H-M

Se realizara un estudio acerca de cuantas máquinas le asigno a un operario que realice esta operación.

Sabemos que la operaria no cuenta con un tiempo no ocupado así que se espera que el estudio refleje que solo se le debe asignar una sola máquina o ninguna, y la elección se basara buscando el menor costo y la opción más productiva.

Primero se clasificaran las actividades o elementos de la operación con su respectivo tiempo.

ELEMENTO	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN	TIEMPO
A	ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA	a	0,0536
B	ACTIVAR MAQUINA	a	0,0274
C	VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA	a	0,5337
D	ENDEREZAR PLANTILLA	a	0,0224
E	RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO	a	0,0111
F	RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA	a	0,0001
G	SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA	a	0,0174
H	LUBRICACION DE ARCO E INSERTADOR	a	0,0076
I	MISCELANEOS	a	0,0135
	Tiempo independiente del operario	to	0
	Tiempo independiente de la maquina	tm	0

Tabla 16: Clasificación de elementos, elaboración propia

Ahora deseamos saber la asignación ideal de máquinas, para esto se debe igualar el tiempo de involucramiento de la máquina con el tiempo de involucramiento del operario, para así no haber inactividades.

$$T_m = T_o = T$$

Donde,

$$T_m = a + t_m$$

$$T_o = (a + t_o)n'$$

Despejando, podemos deducir que la asignación ideal de máquinas es:

$$n' = \frac{a + tm}{a + to}$$

Entones, finalmente, la asignación ideal de máquinas es:

$$n' = \frac{0,687 + 0}{0,687 + 0} = 1$$

Como era de esperarse debido a no existir inactividades, la asignación ideal nos afirma que la asignación óptima de máquinas es igual a 1, donde nos indica que la operaria solo podrá ser más productiva solo con una sola máquina.

A continuación se presentara el diagrama hombre-máquina para ilustrar esta situación.

MIN	DESCRIPCION	H	M
	D*: ENDEREZAR PLANTILLA		
0,022			
	E*: RETIRAR PRODUCTO TRANSFORMADO		
0,034			
	A*: ALIMENTAR INSERTADORA CON PLANTILLA		
0,087			
	B: ACTIVAR MAQUINA		
0,115			
	C: VERIFICACION CONSTANTE DE LA FIBRA		
0,648			
	F: RETIRAR BOLSA DE LA FIBRA		
0,648			
	G: SUMINISTRAR FIBRA A LA MAQUINA		
0,666			
	H: LUBRICACION DE ARCO E INSERTADOR		
0,673			
	I: MISCELANEOS		
0,687			

Tabla 17: Clasificación de elementos, elaboración propia

Como se puede observar en el diagrama el rendimiento tanto del hombre como de la maquina es del 100% y $T = 0,687$ Min, por lo tanto se afirma que la asignación optima de máquinas es igual a 1.

Para concluir se debe determinar si la solución más productiva tiene un costo atractivo para la administración o determinar no realizar esta operación debido a su alto costo. Lo que en conclusión trae en sí que la operaria está funcionando con la asignación optima de máquinas.

CONCLUSIONES

- Se puede observar que por medio del estudio de tiempos se obtiene un tiempo de producción por unidad, herramienta base para establecer un plan de incentivos por rendimiento, mejoras en el método y programación de la producción
- Partiendo del supuesto de que el método que desempeñaba la operaria era optimo; es importante señalar que existe un método más eficiente desarrollado por el mecánico, el cual incurriría en un cambio en la unidad estándar significativo.
- Analizando la carga del operario de un 83,46%, por tener a cargo una maquina semi-automática y esta necesita ser alimentada con plantillas repetitivamente, se llega a la conclusión que no se le puede asignar más actividades, ni maquinas al operario.