

CAPÍTULO 2. DIAGRAMAS DE PROCEDIMIENTOS

Objetivos del capítulo

- Realizar un estudio de tiempos para elaborar los diagramas de operaciones de los productos más demandados (MN, OS y OE).
- Determinar el tiempo estándar de las actividades del proceso.
- Analizar las pérdidas de peso de las semillas durante el proceso para determinar la cantidad adicional a comprar.
- Calcular el porcentaje necesario de cada ingrediente para elaborar las botanas tostadas.

2.1 Definición y tipos de diagramas de procedimientos

Los ingenieros de métodos trabajan con el fin de mejorar los centros y estaciones de trabajo, de igual forma hacen lo posible para hacer más eficaz cualquier proceso de fabricación.

Para poder decidir qué cambios van a implementar necesitan, en primera instancia, reunir toda la información relacionada con la operación o proceso y presentarla de forma clara; para ello utiliza herramientas gráficas o diagramas.

Se define como diagrama de proceso a una *representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo* (Niebel, 1996). Los diagramas más utilizados por los ingenieros de métodos se enlistan a continuación:

- Diagrama de operaciones de proceso
- Diagrama de curso (o flujo) de proceso
- Diagrama de recorrido
- Diagrama de interrelación hombre máquina
- Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla
- Diagrama de proceso para operario
- Diagrama de viajes de material
- Diagrama PERT

El presente trabajo está enfocado a proponer mejoras en el proceso de elaboración de botanas tostadas, por ello sólo los diagramas de operaciones de proceso, de flujo y de recorrido serán aplicados.



2.1.1 Diagrama de operaciones de proceso

El *diagrama de operaciones de proceso* indica las operaciones e inspecciones, presentes en un determinado proceso; desde la toma de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Es importante señalar el tiempo de cada actividad y los materiales utilizados.

Para la elaboración de éste tipo de diagramas es necesario observar directamente las actividades y tomar los tiempos de cada una de ellas.

2.1.1.1 Elaboración del diagrama de operaciones de proceso

Para elaborar un diagrama es ésta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño para representar una operación, y un cuadrado que representa una inspección.

Se llama *operación* a la transformación intencional de una pieza; se llama *inspección* a la comparación de la pieza con una norma o estándar para determinar su calidad.

El diagrama une los símbolos con líneas rectas, las verticales indican la secuencia del proceso y las horizontales, que entroncan con las primeras, indican el material entrante al proceso. Se debe indicar el tiempo de cada operación o inspección.

A continuación se muestra un ejemplo de un diagrama de operaciones de proceso.

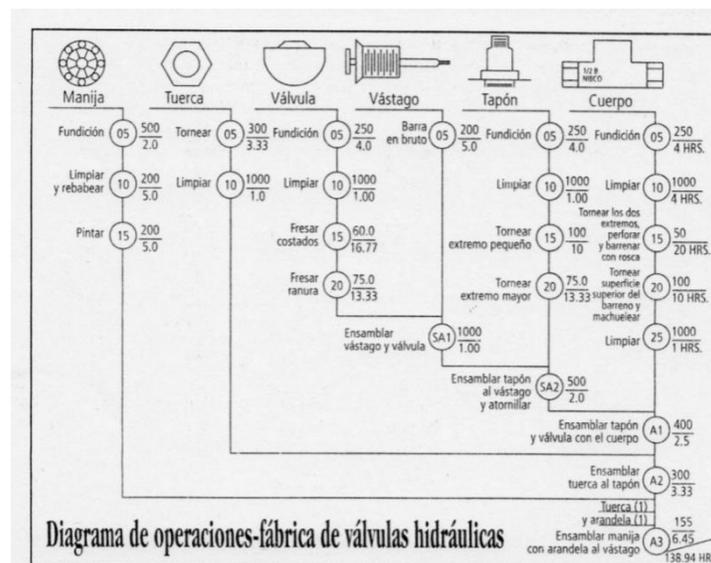


Figura 2. Diagrama de operaciones de proceso de una fábrica de válvulas hidráulicas. Fuente: Meyers, [2000]. Pp. 53.

2.1.2 Diagrama de flujo de proceso

El *diagrama de flujo de proceso* es de gran utilidad para encontrar costos ocultos en el proceso analizado, por lo regular se aplica sólo a un componente de un ensamble.

Este tipo de diagrama utiliza los símbolos mostrados en el Cuadro 11. Cuando sea necesario mostrar dos actividades simultáneas las figuras relacionadas deberán superponerse.

Símbolo	Descripción	Actividad indicada	Significado
	Círculo	Operación	Ejecución de un trabajo en una parte del producto.
	Cuadrado	Inspección	Utilizado para trabajo de control de calidad.
	Flecha	Transporte	Movimiento de un lugar a otro o traslado de un objeto.
	Triángulo invertido	Almacenamiento	Utilizado para almacenamiento a largo plazo.
	D grande	Retraso o demora	Cuando no se permite el flujo inmediato de una pieza a la siguiente estación.

Cuadro 12. Símbolos del diagrama de flujo de proceso
Fuente: Meyers, [2000]. Pp. 58.

2.1.2.1 Elaboración del diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo de proceso es similar al de operaciones de proceso, pero más detallado, en él se utilizan 3 símbolos más (Ver *Cuadro 12*), y se detalla cada actividad anotando tiempo de duración y descripción breve de acción.

2.1.3 Diagrama de recorrido

El *diagrama de recorrido* es un plano del lugar de trabajo, indicando maquinaria, muebles y almacenes. Es útil para reorganizar la planta ya que se logra acortar transportes, encontrar nuevas áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo.



2.1.3.1 Elaboración del diagrama de recorrido

Para empezar, se debe contar con un plano con la distribución actual de las áreas a considerar para la reorganización, después se deben trazar los recorridos que siguen los materiales o trabajadores durante el proceso de fabricación.

El sentido del desplazamiento de materiales o trabajadores se indica colocando flechas en el recorrido trazado. Si se desea mostrar el recorrido de más de una pieza se puede utilizar un color diferente para cada ruta.

Para conocer más sobre éste tipo de diagrama revise el Capítulo 4.

2.2 Descripción y diagramas de procesos de la empresa

Se comenzará por describir los procesos llevados a cabo en la empresa en estudio para elaborar botanas tostadas. Para hacer más fácil la comprensión del proceso, se fragmentará en 2 fases.

La *primera fase* hace referencia a la preparación de los ingredientes; esto es, pesado de las semillas, germinado y tostado de las que así lo requieran. En otras palabras, desde el almacén de materia prima hasta el almacén de producto en proceso.

La *segunda fase* comprende la mezcla de la totalidad de los ingredientes de las botanas (semillas y condimentos), empaque de la mezcla o botana, sellado y etiquetado de bolsas; y almacenamiento final. Esto es, del almacén de producto en proceso al almacén de producto terminado.

En la redacción de este trabajo se llamará “*semillas*” al conjunto de: *chc, fds, ltj, tg, gbz, mz, sdg, ccht, ndi, pdh, pss* y *ard*.

Se hará referencia a “*los condimentos*” a: *sdm, scl, cp* y *ado*.

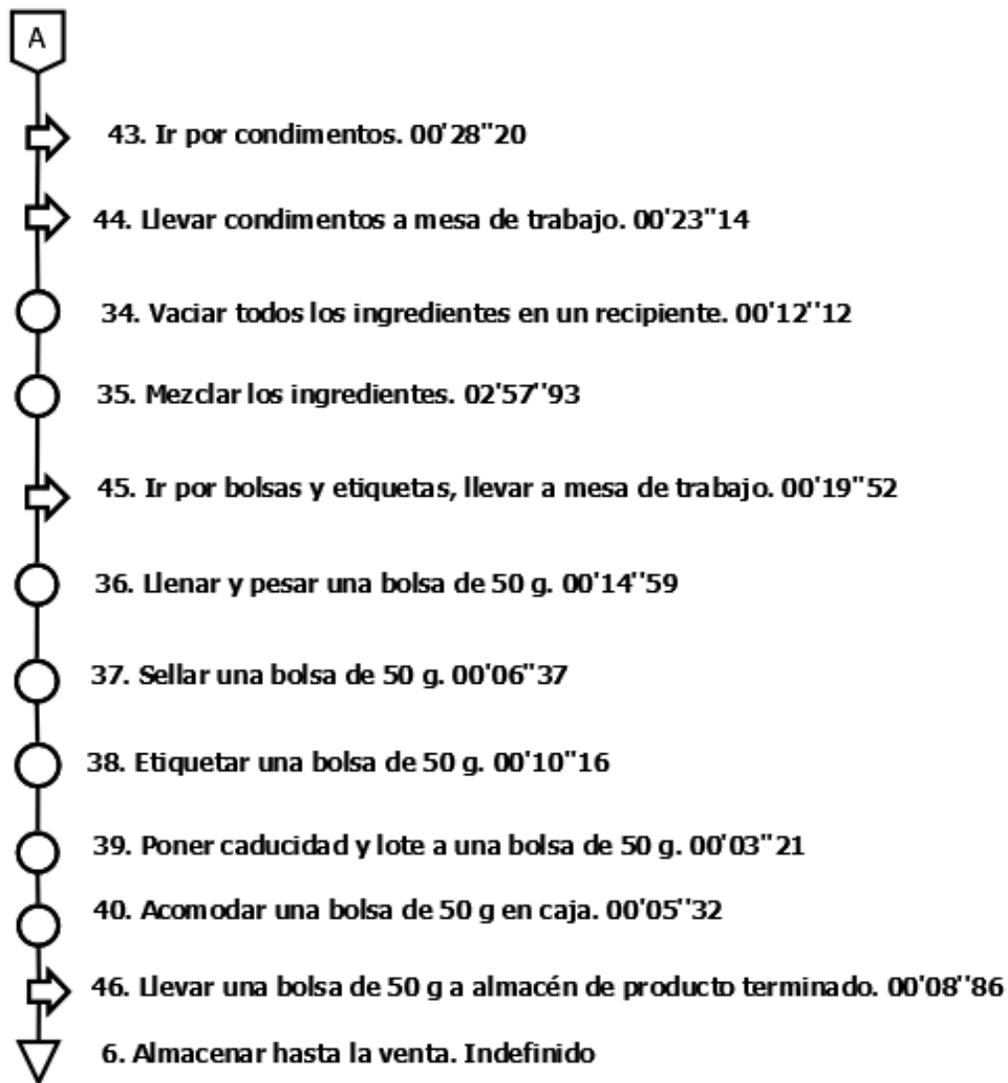
Al conjunto de “*semillas y condimentos*” se llamará “*ingredientes*”.

Como se ha mencionado anteriormente, la empresa en estudio elabora botanas tostadas, algunas de ellas son mezcla de varias semillas condimentadas.

Para comprender mejor el proceso de elaboración de botanas tostadas sírvase consultar la secuencia de Cuadros 4 a 8.

En las figuras siguientes se mostrarán los procesos para elaborar las botanas MN y OS. Recordar que por asuntos de confidencialidad la simbología para los ingredientes es en minúsculas y la simbología para las botanas es en mayúsculas.





Resumen de actividades		
Actividad	Símbolo	Total de repeticiones
Operación	○	40
Operación con inspección	◻○	5
Transporte	➡	43
Almacenamiento	▽	6
Demora	D	8

Figura 4. Diagrama de flujo de las actividades de empaque de la botana MN, fase 2

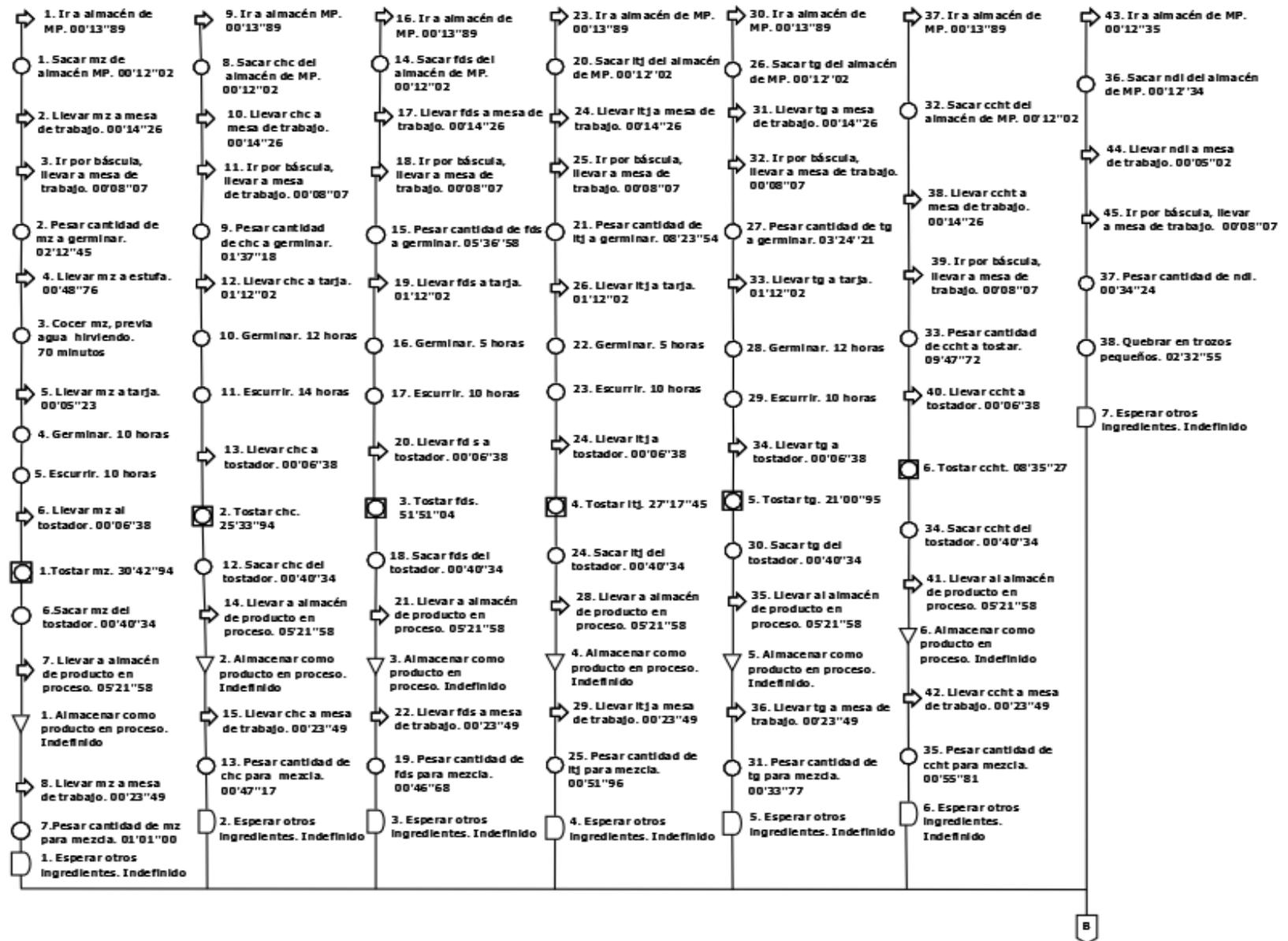
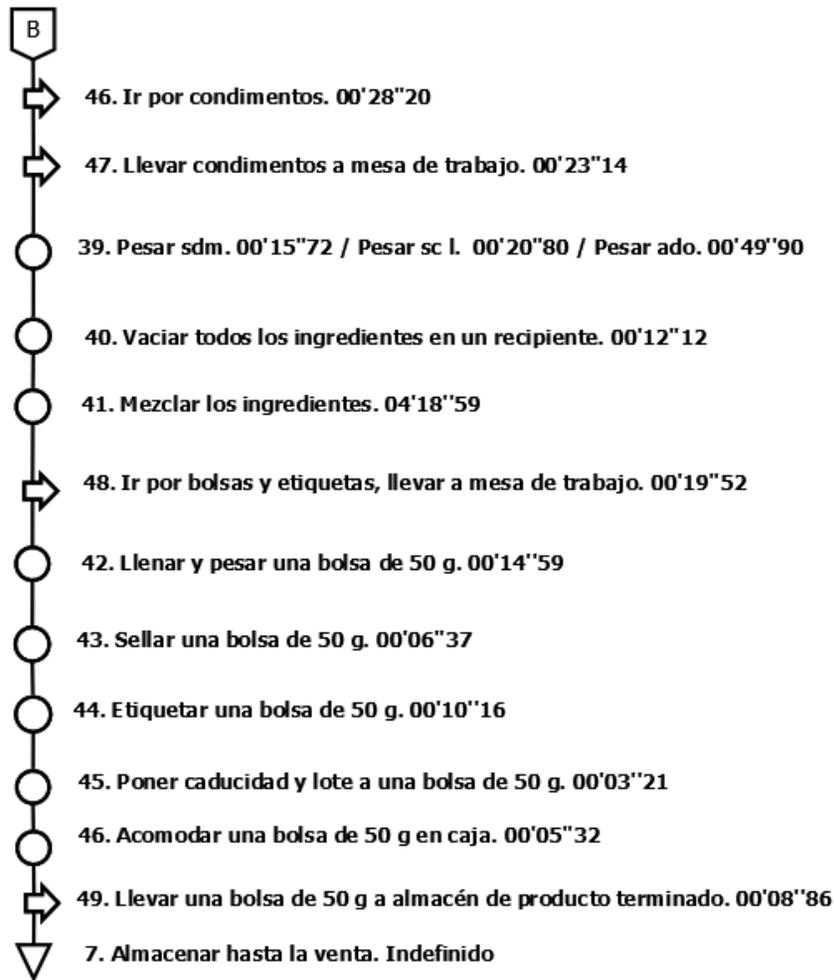


Figura 5. Diagrama de flujo de para preparación de ingredientes de la botana OS, fase 1



Resumen de actividades		
Actividad	Símbolo	Total de repeticiones
Operación	○	46
Operación con inspección	◻○	6
Transporte	➡	49
Almacenamiento	▽	7
Demora	D	7

Figura 6. Diagrama de flujo de las actividades de empaque de la botana OS, fase 2

Actividad	Símbolo	mz	chc	fds	ltj	tg	sdg	ccht	ndi	pdh	pss	ard	
Ir almacén MP	⇒	00'13"89							00'12"35				
Sacar semilla del almacén de MP	○	01'12"02							01'12"34				
Llevar semilla a mesa de trabajo	⇒	00'14"26							00'05"02				
Ir por báscula y llevarla a mesa de trabajo	⇒	00'08"07											
Pesar cantidad necesaria de semilla	○	02'12"45	1'37"18	5'36"58	8'23"54	03'24"21	10'35"75	09'47"72	00'34"24	00'36"30	01'20"30	00'57"11	
Quebrar en trozos pequeños	○	-	-	-	-	-	-	-	02'32"55	02'27"77	-	-	
Llevar a estufa, agua previamente hirviendo	⇒	00'48"76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Cocer	○	70 min.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Llevar a tarja	⇒	00'05"23	01'12"02						-	-	-	-	
Germinar o remojar	○	10 horas	12 horas	5 horas	5 horas	12 horas	-	-	-	-	-	-	
Ecurrir	○	10 horas	14 horas	10 horas	10 horas	10 horas	-	-	-	-	-	-	
Ir a tostador	⇒	00'06"38							-	-	-	-	
Tostar semillas y verificar nivel de tostado	⊗	30'42"94	25'33"94	51'51"04	27'17"45	21'00"95	16'34"07	8'35"27	-	-	-	-	
Sacar semilla del tostador	○	00'40"34							-	-	-	-	
Llevar a almacén de producto en proceso	⇒	05'21"58							-	-	-	-	
Almacenar como producto en proceso	▽	Indeterminado							-	-	-	-	
Llevar semilla tostada a mesa de trabajo	⇒	00'23"49							-	-	-	-	
Pesar cantidad necesaria de semilla para mezcla	○	01'01"00	00'47"17	00'46"68	00'51"96	00'33"27	00'30"76	00'55"81	-	-	-	-	
Esperar otros ingredientes	D	Indeterminado											

Cuadro 13. Descripción de actividades con tiempos en el proceso de preparación de semillas e ingredientes para las botanas (1era. fase)



Actividad		Símbolo	Tiempo requerido
Ir por condimentos		⇒	00'28"20
Llevar condimentos a mesa de trabajo		⇒	00'23"14
Pesar cantidad de condimentos necesaria	sdm	○	00'15"72
	scl		00'20"80
	cp		00'31"94
	ado		00'49"90
Vaciar todos los ingredientes en recipiente		○	00'12"12
Mezclar semillas y condimentos	MN	○	02'57"93
	OE		03'07"55
	OS		04'18"59
Ir por bolsas y etiquetas, llevarlas a la mesa		⇒	00'19"52
Llenar y pesar 1 bolsa de 50 g		○	00'14"59
Sellar 1 bolsa de 50 g		○	00'06"37
Poner etiqueta a 1 bolsa de 50 g		○	00'10"16
Poner caducidad y lote a 1 bolsa de 50 g		○	00'03"21
Acomodar 1 bolsa de 50 g en caja		○	00'05"32
Llevar caja a almacén de producto terminado		⇒	00'08"86
Almacenar hasta la venta		▽	Indeterminado

Cuadro 14. Descripción de actividades con tiempos en el proceso de la preparación de la botana y su empaque (2da. fase)



	MN	OS	OE
chc	-	2000 g	2000 g
fds	1750 g	1750 g	1750 g
ltj	1750 g	1750 g	1750 g
tg	1750 g	1750 g	1750 g
mz	-	2000 g	2000 g
sdg	750 g	-	-
ccht	750 g	750 g	750 g
ndi	-	750 g	750 g
pdh	500 g	-	-
pss	1500 g	-	-
ard	500 g	-	-
sdm	-	12 g	12 g
scl	-	12 g	12 g
cp	-	-	12 g
ado	-	100 g	100 g

Cuadro 15. Cantidades de semillas y condimentos requeridos para elaborar cada botana. Proporciones correspondientes a los diagramas anteriores

Cabe señalar que a partir de las cantidades de la tabla anterior, es posible realizar equivalencias en los pesos de los ingredientes para elaborar la cantidad de botana requerida.

Es importante mencionar que en la segunda fase del proceso se presume que la báscula para pesar los condimentos se encuentra en la mesa de trabajo, pues ya fue utilizada con anterioridad.



2.3 Tiempo estándar del proceso

Para realizar un correcto estudio de tiempos, es importante conocer la definición de *medición del trabajo*, el cual tiene como objetivo aumentar la eficiencia del proceso y determinar el tiempo estándar de una operación para la elaboración de reportes futuros.

Se entiende como medición del trabajo a la *“parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operario para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado”*.(García, 1998)

Por otro lado se define al tiempo estándar como *“el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga”*. (García, 1998).

El cálculo del tiempo estándar es auxiliar en la planeación de la producción, ya que ayuda a establecer cargas de trabajo y facilita la supervisión; con lo cual es posible construir un sistema de incentivos y cargas de trabajo adecuadas a los trabajadores.

2.3.1 Cálculo del tiempo estándar de las fases del proceso

Los cálculos del tiempo estándar se han hecho para cada actividad del proceso a partir del tiempo normal, el tiempo medio observado, el desempeño del trabajador y los suplementos de tiempo; como se muestra a continuación.

$$T_S = T_N \times (1 + \text{Suplemento})$$

$$T_N = T_O \times \frac{C}{100}$$

En donde:

T_S = Tiempo estándar

T_N = Tiempo normal

T_O = Tiempo medio observado

C = Calificación del desempeño del operario [%]

Suplemento = Para compensar la fatiga y las demoras



Para éste análisis se supondrá que el valor de de la **calificación del desempeño del operario es de 95 % y que el suplemento asciende al 31 %**, según el cuadro siguiente:

Porcentajes de los tiempos de suplemento por descanso para un operario mujer. (Suplementos que influyen directamente en las actividades dentro de la empresa)	
<i>Suplementos constantes</i>	
Suplementos por necesidades personales	7 %
Suplemento base por fatiga	4 %
<i>Suplementos variables</i>	
Suplemento por trabajar de pie	4 %
Suplemento por uso de energía muscular (levantar 10 Kg)	4 %
Suplemento por concentración y trabajo preciso	2 %
Suplemento por ruido intermitente y fuerte	2 %
Suplemento por atención en proceso complejo	4 %
Suplemento por trabajo muy monótono	4 %
<i>Suplemento total</i>	31 %

Cuadro 16. Tiempos de suplemento durante el proceso
Fuente: OIT. Introducción al estudio del trabajo. 2da. Edición.

Con los datos anteriores es posible calcular el tiempo estándar de cada actividad del proceso hasta antes del empaque. Los valores representan el tiempo en segundos. (Ver *Cuadro 17*).

En el Cuadro 18, de igual forma los valores indican la duración en segundos de alguna actividad durante el empackado de botanas con destino al almacén de producto terminado.



Actividad	Tiempos (s/Kg)	Semillas											Botanas		
		mz	chc	fds	ltj	tg	sdg	ccht	ndi	pdh	pss	ard	MN	OS	OE
Sacar semilla del almacén de MP	T _O	72	72	72	72	72	72	72	12	12	12	12	-	-	-
	T _N	68	68	68	68	68	68	68	11	11	11	11	-	-	-
	T _S	90	90	90	90	90	90	90	15	15	15	15	-	-	-
Pesar cantidad necesaria de semilla	T _O	132	97	336	503	204	635	587	34	36	80	57	-	-	-
	T _N	125	92	319	478	194	603	558	32	34	76	54	-	-	-
	T _S	164	121	418	626	254	790	731	42	45	100	71	-	-	-
Quebrar en trozos pequeños	T _O	-	-	-	-	-	-	-	152	147	-	-	-	-	-
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	144	140	-	-	-	-	-
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	189	183	-	-	-	-	-
Cocer	T _O	4200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	3990	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	5227	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Germinar o remojar	T _O	36000	43200	18000	18000	43200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	34200	41040	17100	17100	41040	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	44802	53762	22401	22401	53762	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ecurrir	T _O	36000	50400	36000	36000	36000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	34200	47880	34200	34200	34200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	44802	62723	44802	44802	44802	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tostar semillas y verificar nivel de tostado	T _O	1842	1533	3111	1637	1260	994	515	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	1750	1456	2955	1555	1197	944	489	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	2292	1908	3872	2037	1568	1237	641	-	-	-	-	-	-	-
Sacar semilla del tostador	T _O	40	40	40	40	40	40	40	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	38	38	38	38	38	38	38	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	50	50	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-	-	-
Pesar cantidad necesaria de semilla para mezcla	T _O	61	47	46	51	33	30	55	-	-	-	-	-	-	-
	T _N	58	45	44	48	31	29	52	-	-	-	-	-	-	-
	T _S	76	58	57	63	41	37	68	-	-	-	-	-	-	-
Pesar cantidad de condimentos necesaria	T _O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3542.00	6203.00
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3364.90	5892.85
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4408.02	7719.63
Vaciar todos los ingredientes en recipiente	T _O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	12.00	12.00
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.40	11.40	11.40
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.93	14.93	14.93
Mezclar semillas y condimentos	T _O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02
	T _N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.02
	T _S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.03

Cuadro 17. Tiempo medio observado, tiempo normal y tiempo estándar de actividades realizadas a semillas y botanas



Actividad	T _O (s/Kg)	T _N (s/Kg)	T _S (s/Kg)
Llenar y pesar 1 bolsa de 50 g	14	13.3	17.4
Sellar 1 bolsa de 50 g	6	5.7	7.5
Poner etiqueta a 1 bolsa de 50 g	10	9.5	12.4
Poner caducidad y lote a 1 bolsa de 50 g	3	2.9	3.7
Acomodar 1 bolsa de 50 g en caja	5	4.8	6.2

Cuadro 18 . Tiempo medio observado, tiempo normal y tiempo estándar de actividades realizadas durante el empaque

2.4 Análisis de pérdidas de peso en los productos

Al observar el proceso de preparación de semillas (primera fase del proceso), se percibió que había una variación en el volumen de las mismas. Durante la germinación, las semillas incrementan considerablemente de tamaño por la gran cantidad de agua que absorben; después del tostado su volumen disminuye aún más que al que tenían inicialmente.

Lo anterior se pudo comprobar al pesar las semillas antes de ser remojadas (peso inicial) y después de ser tostadas (peso final), como se muestra en el Cuadro 19.

Así mismo, se incluye el tiempo de germinado, de escurrido, de tostado y el porcentaje de pérdida de peso para cada una de las semillas.

Semilla	Tiempo de germinado (h)	Tiempo de escurrido (h)	Tiempo de tostado	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	Porcentaje de pérdida de peso (%)
chc	12	14	25'33''94	4	3.500	12.5
fds	5	10	51'51''04	10	9.115	8.85
gbz	12	10	28'51''62	5	4.450	11.00
ltj	5	10	27'17''45	8	5.349	33.14
mz	10	10	30'42''94	4	3.590	10.25
tg	12	10	21'00''95	6.340	5.120	19.25
sdg	-	-	16'34''07	10	9.419	5.81
ccht	-	-	8'35''27	10	9.824	1.76

Cuadro 19. Análisis de pérdida de peso en las semillas



Para calcular el porcentaje de pérdida de peso fue necesario conocer el peso inicial y final de cada semilla, y se hizo de la siguiente forma:

$$\text{Porcentaje de pérdida de peso (\%)} = \left[1 - \frac{\text{Peso final (Kg)}}{\text{Peso inicial (Kg)}} \right] \times 100 \%$$

Este dato es útil para determinar la cantidad de semilla extra que deberá ser adquirida para cubrir la demanda requerida. Por ejemplo, si se necesita preparar un pedido de 60 bolsas de 50 gramos de *Itj*, se sabe que se requieren 3 Kg de esta semilla tostada y que tiene un porcentaje de pérdida del 33.14 %, por lo que el departamento de compras deberá adquirir, como mínimo, 3.994 Kg de *Itj* para satisfacer la demanda.

2.5 Porción de ingredientes por botana

El Cuadro 20 muestra las cantidades de semillas y condimentos requeridos para elaborar cada botana analizada. Sumando la cantidad de cada ingrediente utilizado en la mezcla se obtuvo el peso total de la misa; a partir de estos datos se determinó el porcentaje de cada ingrediente.

	MN	OS	OE
Peso total de la mezcla (g)	9250	10874	10886

Cuadro 20. Peso total de cada botana analizada

Con los datos del cuadro anterior fue posible calcular el porcentaje de cada ingrediente necesario en la preparación de las botanas. Así por ejemplo, el 19 % del peso total de la mezcla de la botana MN pertenece al *fds*.

Los porcentajes de cada ingrediente se obtuvieron de la siguiente manera:

$$\text{Porción del ingrediente (\%)} = \frac{\text{Peso del ingrediente para la mezcla (g)}}{\text{Peso total de la mezcla (g)}} \times 100 \%$$



MN	Porción del ingrediente (%)
fds	19
ltj	19
tg	19
sdg	8
ccht	8
pdh	6
pss	16
ard	5

Cuadro 21. Porcentajes de los ingredientes para la preparación de la botana MN (valores redondeados)

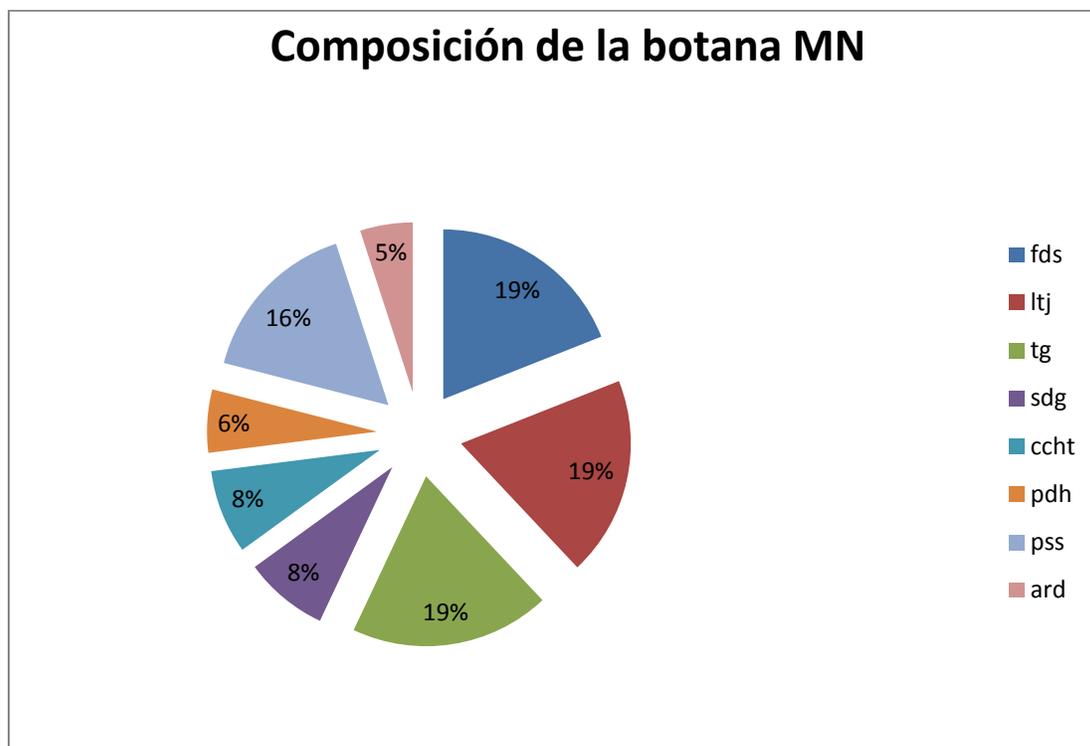


Figura 7. Gráfica de porciones de ingredientes de la botana MN

OE	Porción del ingrediente (%)
chc	19
fds	16
ltj	16
tg	16
mz	18
ccht	7
ndi	7
sdm	0.1
scl	0.1
cp	0.1
ado	1

Cuadro 22. Porcentajes de los ingredientes de para la preparación de la botana OE (valores redondeados)

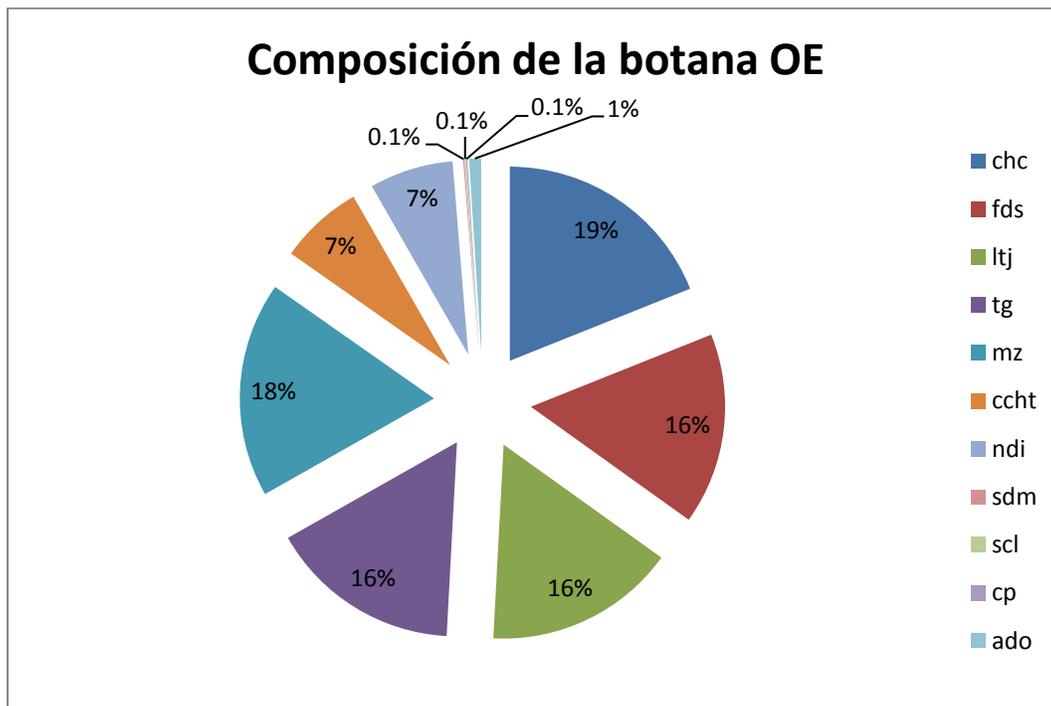


Figura 8. Gráfica de porciones de ingredientes de la botana OE

Como se observa en el Cuadro 22, los porcentajes de los condimentos (*sdm*, *scl* y *cp*) son muy pequeños, de apenas 0.1 %, por lo que el análisis de la botana OS se ha omitido pues sólo muestra una ausencia del *cp* y su gráfica sería idéntica a la Figura 8.

2.6 Conclusiones del capítulo

Durante el análisis de los procesos de fabricación de botanas tostadas se realizaron algunas observaciones para mejora en la empresa. Se puede comenzar con la sugerencia de implementar un método mecánico, como un triturador, para trozar la *ndi* y el *pdh*. Por otra parte se propone optar por un mecanismo para mezclar los ingredientes, se ha pensado en un tambor rotatorio; de esta forma se actualiza el proceso, se incrementa la higiene en el tratado de alimentos y se agiliza la operación.

De igual manera se recomienda adquirir una báscula con capacidad máxima mayor a la actual, con esto la operación de pesado de ingredientes disminuiría en duración, pues hoy por hoy se deben pesar lotes de máximo 2 kilogramos.

Se exhorta al área de producción a definir el tiempo límite de remojo de semillas para evitar que estas germinen, pues causan una vista negativa del producto. Como una sugerencia adicional se invita a cambiar de lugar los condimentos (*sdm*, *scl*, *cp* y *ado*), así el trayecto a recorrer y el tiempo de preparación serán menores.

Con el análisis de los tiempos de preparación se calculó el tiempo estándar que ayudará a la elaboración futura de manuales de producción en la empresa.

Se recomienda al departamento de compras adquirir como materia prima la cantidad de semillas requeridas más el porcentaje de pérdida de peso, así se garantiza que se tendrá la cantidad de semilla correcta.

Por otra parte se destaca que los puntos 2.2, 2.4 y 2.5 de éste capítulo serán útiles para elaborar la herramienta de software desarrollada en el Capítulo 3.

