



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDAR Y PLANTEAMIENTO
DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES**

Ana Gabriela Ramírez Maldonado

Asesorado por la Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz Del Cid

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDAR Y PLANTEAMIENTO
DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

ANA GABRIELA RAMÍREZ MALDONADO

ASESORADO POR LA INGA. YOCASTA IVANOBLA ORTIZ DEL CID

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Gladys Lorraine Carles Zamarripa
EXAMINADOR	Ing. César Augusto Akú Castillo
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Castillo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDAR Y PLANTEAMIENTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 9 agosto de 2012.



Ana Gabriela Ramírez Maldonado

Guatemala, 16 de agosto de 2013

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director de Escuela
Ingeniería Mecánica Industrial

Por medio de la presente hago de su conocimiento que realice la revisión del trabajo de graduación de la estudiante **ANA GABRIELA RAMÍREZ MALDONADO**, de la carrera de Licenciatura de Ingeniería Industrial quien se identifica con el número de **DPI: 1692 61409 0101** y **Carné: 200714992**, con el tema de **“ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDAR Y PLANTEAMIENTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES”**, por lo que apruebo el trabajo de graduación.

Y para los usos que a la interesada convengan, extendiendo la presente.

Atentamente,



INGA. YOCASTA DEL CID

COLEGIADA No.: 9988

REGISTRO PERSONAL: 950952

CATEDRATICA DEPARTAMENTO EPS

Yocasta Del CID
INGENIERA INDUSTRIAL
Col. 9988



REF.REV.EMI.164.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDAR Y PLANTEAMIENTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Gabriela Ramírez Maldonado**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Edgar Dario Álvarez Coti
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Edgar Dario Álvarez Coti
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3424

Guatemala, septiembre de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.258.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDAR Y PLANTEAMIENTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Gabriela Ramírez Maldonado**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2013.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 692.2013

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ESTABLECIMIENTO DE TIEMPOS ESTÁNDAR Y PLANTEAMIENTO DE MEJORA EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES**, presentado por la estudiante universitaria **Ana Gabriela Ramírez Maldonado**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 8 de octubre de 2013

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la vida y permitirme cumplir una meta más en esta etapa.

Mis padres

Por todo el apoyo incondicional que he recibido a lo largo de mi vida, por el amor, esfuerzo y la confianza que depositaron en mí.

Mis hermanos

Por compartir este éxito en mi vida.

Mis abuelas (q.e.p.d.)

Por sus sabios consejos, por el amor que me brindaron durante el tiempo que compartieron conmigo.

Mis amigos

Por los gratos momentos compartidos y por que estuvieron involucrados apoyándome para la culminación de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

- Universidad de San Carlos de Guatemala** Por haberme albergado durante todos estos años, darme una educación de calidad y haberme permitido obtener conocimientos necesarios para desarrollarme profesionalmente.
- Facultad de Ingeniería** Por brindarme un espacio digno donde realizar mis estudios.
- Inga. Yocasta Ortiz Del Cid** Por su valiosa colaboración en la asesoría, revisión y corrección del presente trabajo.
- Industria Química** Por brindarme la oportunidad de realizar el presente trabajo dentro de sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. ANTECEDENTES	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Actividades de la empresa.....	1
1.1.2. Línea de productos	1
1.2. Cultura organizacional.....	2
1.2.1. Misión	2
1.2.2. Visión.....	2
1.2.3. Políticas	3
1.3. Estructura organizacional	3
1.3.1. Organigrama.....	3
2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	5
2.1. Descripción de maquinaria y equipo.....	5
2.2. Descripción del proceso	7
2.2.1. Ingreso de materia prima al proceso de producción	15
2.2.2. Análisis del proceso de producción de aerosoles ...	16
2.2.3. Análisis de las operaciones	17

2.2.4.	Manipulación del producto en proceso	18
2.3.	Línea de producción.....	18
2.3.1.	Estaciones de trabajo	19
2.3.2.	Diagramas	20
2.3.2.1.	Flujo	20
2.3.2.2.	Proceso	21
2.3.2.3.	Recorrido.....	21
2.3.2.3.1.	Recorrido del material ...	21
2.3.2.3.2.	Recorrido del operador.....	22
2.3.3.	Estudio de tiempos.....	22
2.3.3.1.	Medición de tiempo estándar actual.....	24
3.	PROPUESTA DE MEJORA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES.....	37
3.1.	Descripción del proceso	37
3.1.1.	Transporte de materia prima método mejorado	48
3.1.2.	Análisis de la línea de producción de aerosoles.....	50
3.1.3.	Operaciones y actividades innecesarias	71
3.1.4.	Método mejorado en la manipulación del producto en proceso.....	72
3.2.	Línea de producción.....	73
3.2.1.	Estaciones de trabajo	73
3.2.1.1.	Modificaciones en las estaciones de trabajo	74
3.2.1.2.	Eliminación de costos ocultos	74
3.2.2.	Diagramas propuestos	75
3.2.2.1.	Flujo	76
3.2.2.2.	Proceso	84

	3.2.2.3.	Recorrido	89
		3.2.2.3.1. Recorrido del producto en proceso	89
		3.2.2.3.2. Recorrido del operador	94
	3.2.3.	Análisis de tiempo.....	99
		3.2.3.1. Tiempo mejorado (con base en diagramas).....	99
		3.2.3.2. Tiempo estándar.....	105
3.3.		Métodos mejorados de trabajo	109
	3.3.1.	Aspectos ergonómicos	110
	3.3.2.	Aspectos de seguridad e higiene.....	119
3.4.		Capacitación.....	127
3.5.		Planificación de la producción	128
3.6.		Programación de la producción.....	130
3.7.		Análisis financiero del método mejorado	131
	3.7.1.	Costo económico de la inversión	132
	3.7.2.	Valor Presente Neto (VPN).....	134
	3.7.3.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	136
	3.7.4.	Análisis costo/beneficio	138
4.		IMPLEMENTACIÓN	143
	4.1.	Estaciones de trabajo	143
		4.1.1. Modificación en las estaciones de trabajo	144
	4.2.	Diagramas	144
		4.2.1. Proceso	145
		4.2.2. Recorrido	145
	4.3.	Estudio de tiempos	146
		4.3.1. Documentación de tiempos estándar	147

4.4.	Métodos mejorados de trabajo	147
4.4.1.	Aplicación de aspectos ergonómicos	148
4.4.2.	Aplicación de aspectos seguridad e higiene.....	149
4.5.	Desarrollo de programa para la capacitación de los operadores de la línea de producción de aerosoles.....	150
4.5.1.	Planificación de programa de capacitación	151
4.5.2.	Documentación de material para capacitación.....	152
4.5.3.	Ejecución del programa de capacitación.....	152
5.	SEGUIMIENTO	155
5.1.	Evaluación y control del rendimiento del método mejorado ...	155
5.1.1.	Revisión directa y periódica del proceso	156
5.1.2.	Hojas de verificación	156
5.1.3.	Auditorías internas	157
5.1.4.	Acciones preventivas	158
5.1.5.	Acciones correctivas	158
5.2.	Indicadores de producción	159
5.2.1.	Indicador de aerosoles producidos por hora	159
	CONCLUSIONES.....	161
	RECOMENDACIONES	163
	BIBLIOGRAFÍA.....	165
	ANEXOS.....	167

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama Industria Química	4
2.	Tarima contenedora de derrames	39
3.	Transportador manual de materiales.....	41
4.	Banda transportadora de rodillos	45
5.	Dispensador de cinta adhesiva	47
6.	Carretilla manual	48
7.	Cajas multiusos.....	49
8.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)	51
9.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)	52
10.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	53
11.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz).....	54
12.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)	55
13.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)	57
14.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	59

15.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz).....	61
16.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)	63
17.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz).....	64
18.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz).....	65
19.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)	66
20.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)	67
21.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz).....	68
22.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	69
23.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz).....	70
24.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)	77
25.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)	79
26.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	81

27.	Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz).....	83
28.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)	85
29.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)	86
30.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	87
31.	Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)	88
32.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz).....	90
33.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)	91
34.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	92
35.	Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz).....	93
36.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz).....	95
37.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz).....	96
38.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	97





39.	Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz).....	98
40.	Traslado de insumos a línea de producción	111
41.	Levantamiento de cargas.....	113
42.	Manejo correcto de cargas para proteger la espalda.....	114
43.	Altura del plano de trabajo	115
44.	Mesa de trabajo	116
45.	Plano de trabajo.....	117
46.	Medidas del plano de trabajo	117
47.	Trabajo de pie	118
48.	Alfombra antifatiga	119
49.	Diagrama de ruta de evacuación para gasificado con LPG	125
50.	Diagrama de ruta de evacuación para gasificado con CO ₂	126
51.	Estado de pérdidas y ganancias, Industria Química	140
52.	Estado de pérdidas y ganancias porcentaje de participación	141
53.	Estado de pérdidas y ganancias proyectado	142

TABLAS

I.	Tiempo de arranque de producción	24
II.	Tiempo de preparación de producción.....	25
III.	Gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz), tiempo de producción actual.....	26
IV.	Habilidad.....	27
V.	Esfuerzo.....	27
VI.	Condiciones	28
VII.	Consistencia	28
VIII.	Calificación de la actuación del operador	29

IX.	Suplementos	30
X.	Gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción actual	31
XI.	Gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz), tiempo de producción actual	32
XII.	Gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción actual	34
XIII.	Comparación de tiempo de arranque de producción actual y propuesto	99
XIV.	Comparación de tiempo de preparación de producción actual y propuesto	100
XV.	Gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz), tiempo de producción propuesto.....	101
XVI.	Gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción propuesto.....	102
XVII.	Gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz), tiempo de producción propuesto.....	103
XVIII.	Gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción propuesto	104
XIX.	Calificación de la actuación del operador.....	105
XX.	Suplementos	105
XXI.	Comparación de tiempos estándar de producción	107
XXII.	Ejemplificación de ahorro de tiempo de producción de aerosoles	109
XXIII.	Para la implementación.....	132
XXIV.	Cálculo de ahorro de tiempo de producción de 200 aerosoles	133
XXV.	Interpolación para encontrar el Valor Presente Neto para la tasa de oportunidadde 6.91 por ciento.....	136
XXVI.	Interpolación para la tasa de interés	138

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Almacenaje
am	Antes meridiano
B/C	Beneficio costo
	Demora
CO ₂	Dióxido de carbono
°	Grados
	Inspección
m	Metros
	Operación
Oz	Onzas
pm	Pasado meridiano

%	Porcentaje
Q	Quetzal
s	Segundos
=	Signo de igualdad
-	Signo de resta
+	Signo de suma
⇒	Transporte

GLOSARIO

Aerosol	Suspensión de partículas muy finas de un líquido almacenado bajo presión en un recipiente.
Balanza electrónica	Instrumento que sirve para pesar o medir masas, por medio de un sistema electrónico.
Banda transportadora de rodillos	Equipo auxiliar en las instalaciones de producción, cuyo fin es trasladar el producto a otro punto dentro de la línea de producción.
Calibrar	Establecer bajo condiciones específicas las medidas de los instrumentos.
Crimpiar	Sellar la válvula con la boquilla de la lata.
Diagrama	Gráfico o imagen que describe datos numéricos o visuales que permiten transmitir información sobre un proceso.

Etiqueta termoplástica	Etiqueta elaborada con material PET que es un polímero, por su naturaleza permite ajustarse a superficies irregulares perfectamente, sin perder sus propiedades tanto visuales como estéticas manteniendo su calidad.
Factor de actuación	Técnica utilizada para determinar el tiempo requerido por un operador normal ejecute una tarea, tomando en cuenta las condiciones que puedan afectar la actuación del operador.
FEP	Fecha de entrega más próxima.
LPG	<i>Liquid petroleum</i> gas (gas licuado de petróleo).
Orden de producción	Contiene la descripción del producto que debe ser producido, en la cual se indican las especificaciones, fecha de despacho, cantidades solicitadas.
PEPS	Primero en entrar primero en salir.
Pistola de calefacción	Herramienta de trabajo que permite la colocación de las etiquetas termoplásticas, emitiendo una corriente de aire caliente.

Suplementos	Tiempo en el cual el trabajador puede ocuparse de sus necesidades personales, y para compensar la fatiga por el esfuerzo humano que realiza.
Tarar	Eliminar el peso del recipiente en el que está contenida la sustancia para obtener solo el peso de interés.
TIR	Tasa Interna de Retorno.
TPC	Tiempo de procesamiento más corto.
TPL	Tiempo de procesamiento más largo.
VPN	Valor Presente Neto.

RESUMEN

El conocimiento de los factores dentro del proceso productivo de aerosoles es importante, porque estos brindan la información sobre las actividades, operaciones y el tiempo necesario para desarrollarlas.

Por lo anterior se analiza cada una de las operaciones que conforman el proceso productivo, donde los factores necesarios para el buen funcionamiento del proceso se mantienen y los que lo obstaculizan son eliminados o modificados para que exista una mejora en el proceso. En Industria Química, actualmente no se cuenta con diagramas de proceso, flujo y recorrido de producción, por lo que conjuntamente con el análisis de las operaciones se elaboraron dichos diagramas, para tener una base y realizar la propuesta de mejora.

En la manipulación del producto en proceso, es importante cuidar la calidad de producto, porque durante el proceso existen grandes distancias para los traslados y se debe manipular el producto por parte de los operadores, En las mismas estaciones de trabajo, la forma de realizar las operaciones deben ser las adecuadas, para no dañar el producto. Se han propuesto métodos mejorados de trabajo en los cuales existe la disminución de la distancia recorrida y la implementación de bandas transportadoras de rodillos para que se disminuya el tiempo de manipulación del producto por parte de los operadores. Debido a la disminución de las distancias es necesario reubicar algunas estaciones de trabajo, las cuales se documentaron por medio de diagramas de proceso, flujo y recorrido de producción.

Se realizó un estudio de tiempos para establecer el tiempo estándar en el que se produce una unidad de aerosol.

Con el análisis de las operaciones, se pudieron observar algunos aspectos ergonómicos y de seguridad e higiene que permiten que los trabajadores tengan un mejor ambiente de trabajo, que propicie un mayor rendimiento por parte de ellos, además de protegerlos contra accidentes o posibles enfermedades ocupacionales que les puedan afectar, ya que se encuentran expuestos a gases y químicos.

La adquisición de herramientas y equipo para mejorar los métodos de trabajo, representan un costo para la empresa el cual es justificado por el ahorro que se obtiene al implementar las mejoras propuestas, porque se reducen tiempos de producción.

OBJETIVOS

General

Establecer tiempos estándar y planteamiento de mejora en la línea de producción de aerosoles de una industria química.

Específicos

1. Analizar los métodos actuales de trabajo, para conocer el orden de las actividades que se realizan durante el proceso.
2. Realizar un estudio de tiempos que permita establecer el tiempo estándar de las operaciones del proceso.
3. Elaborar diagramas de operaciones, flujo del proceso, recorrido del proceso.
4. Determinar actividades que puedan ser eliminadas, o mejoradas, de los procesos, mediante el análisis de operaciones.

INTRODUCCIÓN

Actualmente muchas empresas, para ser competitivas, se ven en la necesidad de realizar estudios sobre sus procesos de producción, y así encontrar actividades innecesarias las cuales pueden ser eliminadas y de esta forma optimizar sus procesos, obteniendo con ello mejores tiempos de producción y minimizar costos ocasionados por actividades improductivas durante el proceso.

El desarrollo de este estudio se enfocó, como primer paso, describir las generalidades de la empresa y realizar un análisis de la forma en que actualmente se lleva a cabo el proceso de producción de aerosoles, describiendo la distribución del área de trabajo, análisis de operaciones, manipulación del producto en proceso, y diagramas de proceso, flujo del proceso y recorrido, tomando en cuenta el recorrido tanto de materia prima como de los operadores, además de realizar un estudio actual de los tiempos estándar del proceso.

Con base en lo anterior se plantea una propuesta de mejora aplicando Producción más Limpia, en donde se realizan modificaciones necesarias de operaciones y actividades innecesarias, elaborando nuevos diagramas y, posteriormente, analizar el nuevo tiempo estándar con el fin de optimizar el proceso de producción. Asimismo, esto servirá para poder planificar y programar la producción. Otro aspecto importante para la optimización de los procesos productivos es tomar en cuenta la ergonomía de las estaciones de trabajo y la seguridad e higiene que se debe tener para evitar enfermedades

ocupacionales o accidentes. Finalmente se tendrá un análisis financiero de la mejora planteada.

1. ANTECEDENTES

1.1. Descripción de la empresa

Es una empresa que se dedica a la manufactura y comercialización de especialidades químicas de las siguientes líneas: industrial, lavandería/textil, institucional y alimentos.

1.1.1. Actividades de la empresa

La empresa inició sus operaciones en 1998, con la decisión y convicción de poder proporcionar al mercado nacional productos de alta calidad para la limpieza y mantenimiento, demostrando que en Guatemala se puede competir a niveles y estándares internacionales.

A la fecha, la empresa ha demostrado gran competitividad de sus productos frente a empresas de nivel internacional, acompañada de valores agregados como equipos dosificadores, asesoría técnica y capacitación; logrando la satisfacción total de sus clientes y confianza en cada uno de los integrantes del equipo en la compañía.

1.1.2. Línea de productos

- Cuidado alimenticio
- Cuidado de manos
- Lavandería
- Limpieza y mantenimiento industrial

- Limpieza y mantenimiento institucional
- Aromatizantes y desinfectantes
- Jaboneras y equipos
- Aerosoles
 - Aromatizantes
 - Desengrasantes
 - Lubricantes
 - Espumas limpiadoras
 - Limpiadores de contactos

1.2. Cultura organizacional

Representa una forma de identificación de cada empresa, en la cual están representadas las normas que orientan el comportamiento cotidiano de los miembros de la organización, comportamientos que pueden o no estar alineados con los objetivos de la organización.

1.2.1. Misión

“Fabricar, distribuir y vender productos químicos de alta calidad para el mercado. Ofrecer soluciones integrales, prontas e innovadoras para superar las expectativas de nuestros clientes conociendo y entendiendo sus necesidades.”

1.2.2. Visión

“Ser una institución líder en Centro América y el Caribe, en la cual la satisfacción del cliente es el pilar fundamental del crecimiento y desarrollo.”

1.2.3. Políticas

“Es una empresa fabricante de productos químicos de mantenimiento y limpieza industrial, que busca cumplir con los requisitos legales y asegurar el liderazgo de calidad de sus productos, con el fin de satisfacer las necesidades actuales y futuras de los clientes; buscando la participación activa del personal para el logro de la mejora continua del Sistema de Gestión de Calidad.”

1.3. Estructura organizacional

La estructura organizacional que posee la empresa es de tipo funcional, la cual agrupa a los colaboradores en áreas adecuadas, estas dependen de sus competencias, habilidades y formación.

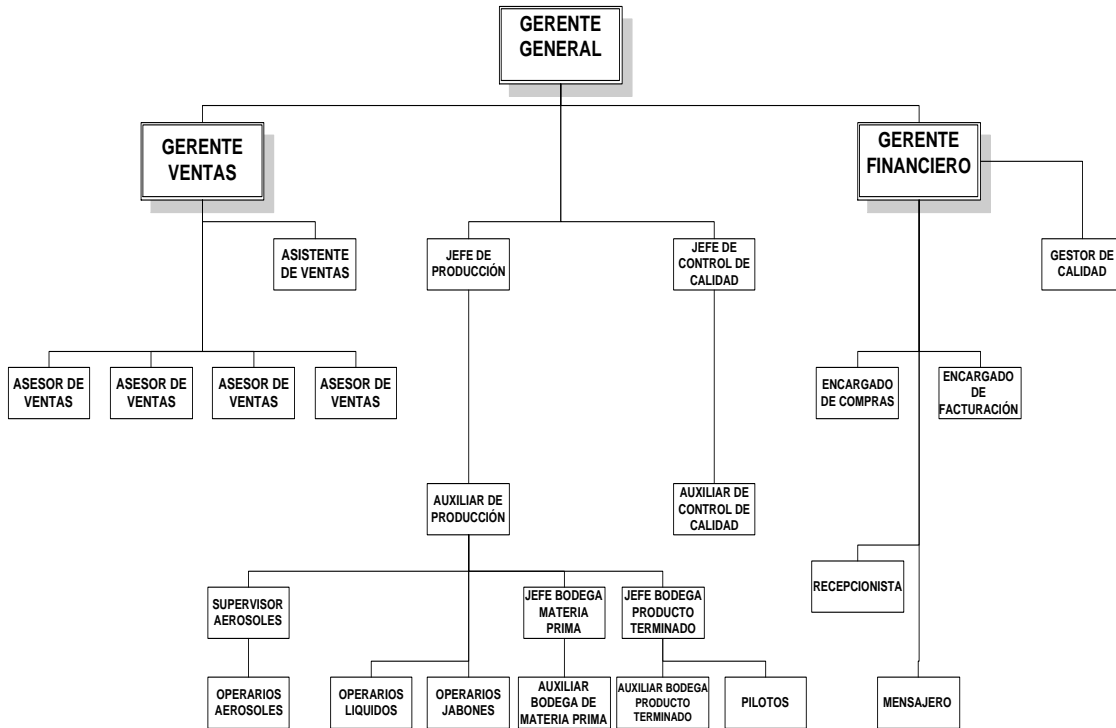
Para ello se consideró la descripción de puestos (perfil de puestos), donde se detallaron cada uno de los requisitos que debe cumplir el personal que labora en la empresa, deberes y obligaciones.

Además cuenta con un grupo organizado encargado de velar por el Sistema de Gestión de Calidad (ISO: 9001:2000), el cual cuida por el cumplimiento diario del sistema y crear mejoras dentro de la organización.

1.3.1. Organigrama

Muestra gráficamente la estructura de la empresa por medio de las relaciones jerárquicas. Ver figura 1.

Figura 1. Organigrama Industria Química



Fuente: Industria Química

2. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Se debe conocer la situación actual de la empresa, para poder identificar los factores que afectan el proceso productivo.

2.1. Descripción de maquinaria y equipo

Para el proceso productivo es necesaria la utilización de diferentes maquinarias como equipo el cual se indica a continuación:

- **Balanza electrónica:** sirve para medir el peso de cada lata al inicio de la producción, en donde se debe tarar la balanza. En las balanzas electrónicas, antes de pesar la muestra debe ponerse a cero la lectura de la balanza con la lata, lo que se conoce como tarar la balanza. Esto permite no tener que descontar posteriormente el peso de la lata.
- **Llenadora:** se usa para colocar dentro de la lata la dosificación del concentrado indicado según especificaciones de la cantidad que debe contener, detallado según la orden de producción.
- **Crimpiadora:** sirve para sellar la válvula con la lata, de forma tal que se ajuste esta para evitar el derrame del contenido. Este equipo de trabajo es utilizado luego de agregar la dosificación de concentrado específica según la orden de producción en la lata y colocar la válvula en la boquilla de la lata manualmente.

- Desodorizadora: equipo usado para quitar el olor al gas, al pasar por todas sus barras, para su posterior uso en la gasificadora.
- Gasificadora: en este equipo de trabajo se agrega el LPG (Gas Licuado de Petróleo) a las latas que contienen el concentrado, con la dosificación específica de LPG la cual está indicada en la respectiva orden de producción y que ha sido previamente calibrada.
- Teipera: en ella se colocan los royos de cinta adhesiva, que son utilizados para la colocación de una parte de la etiqueta en la lata, luego de haber terminado con la gasificación de esta.

Pegamento en spray: es utilizado al momento de la colocación de la etiqueta a la lata en su posición final.

- Tijeras: son utilizadas para cortar el largo del vástago de la válvula y si es necesario hacer algún tipo de recorte en las etiquetas.
- Marcador permanente: es utilizado para hacer marcas sobre el casco de acople al envase de cada válvula.
- Cinta adhesiva: es utilizada al momento de armar las cajas para asegurarlas y mantenerlas en su forma correcta.
- Tonel: recipiente de plástico en el cual se procede a realizar la mezcla de la materia prima que será utilizada para la preparación de los diferentes tipos del concentrado que luego será colocado en las latas.

- Paleta: herramienta utilizada para mezclar los diferentes tipos de materias primas que son utilizadas para la preparación de los diferentes tipos de concentrados.
- Pichel: recipiente mediante el cual se realiza la operación de traslado de una muestra del concentrado hacia el área de control de calidad, para la aprobación del mismo. También es utilizado para el llenado manual de las latas.
- Pistola de calefacción: herramienta utilizada para la colocación de la etiqueta termoplástica y de la manga termoplástica en la lata.

2.2. Descripción del proceso

Para comprender de una mejor manera el proceso productivo este se debe describir, y con ello poder comprender el orden de las actividades que se desarrollan.

- Generar orden de producción: al igual que todo proceso de producción este se inicia con una orden de producción que se recibe, en este caso posterior a una solicitud de producto realizada por un cliente. La empresa cuenta con diferentes tipos de aerosoles dentro de la línea de productos, por lo que el cliente indica que tipo de aerosol y la cantidad que necesita. Por medio de la orden de producción se dan las especificaciones del producto que el cliente solicitó.

Se cuenta con un manual de aerosoles, el cual indica las especificaciones de cada tipo de aerosol, materia prima e insumos a utilizar para realizar la producción de cada uno, como lo son: tipo de

envase, aroma, tipo de etiqueta a utilizar, activador, color y tipo de tapón, en resumen todos los atributos que caracterizan al producto que se solicita.

- Generar requerimiento de materiales: al recibir la orden de producción se realiza un requerimiento de materiales a bodega de materia prima, en la cual se especifica el listado de materias primas e insumos, así como las cantidades que serán utilizadas para la producción.
- Realizar pesaje de materia prima: el requerimiento de materiales es trasladado a metrología, juntamente con la orden de producción, metrología pesa cada una las materias según solicitud conforme la orden de producción, adicionalmente son los encargados de preparar la cantidad exacta de materias primas que posteriormente se mezclarán para la preparación del concentrado y proceder al llenado de las latas.
- Despejar línea de producción: antes de empezar a mezclar las materias primas es necesario hacer el despeje de línea para asegurar que las indicaciones de buenas prácticas de manufactura se cumplan. El despeje de línea se basa en verificar que las herramientas utilizadas para el proceso productivo se encuentren en las condiciones adecuadas e higiénicas para proceder a la producción.
- Mezclar materia prima: el operador de aerosoles procede luego a mezclar la materia prima que le es entregada por metrología, en un recipiente plástico, tonel, con la ayuda de una paleta plástica, la mezcla debe quedar homogénea. La mezcla de la materia prima se realiza sobre una tarima de madera, si ocurriera algún tipo de derrame de la mezcla, esta caería directamente sobre el piso y se regaría sobre él.

- Verificar el concentrado: posteriormente se lleva una muestra de la mezcla a control de calidad en donde se encargan de medir el PH, la densidad y la viscosidad de la mezcla para su aprobación, estas mediciones deben cumplir con las especificaciones de la orden de producción. Durante la verificación el proceso productivo queda parado.
- Verificar salida de materias primas de bodega hacia área de producción: se realiza el conteo de la cantidad exacta de materia prima que será utilizada para la producción, en este caso latas, etiquetas, válvulas, y se traslada hacia la línea de producción.

Las latas y las válvulas son transportadas en cajas de cartón y las etiquetas son transportadas directamente con la mano.

- Adecuar largo del vástago de la válvula: dependiendo del alto de la lata que se utilizará, así deberá ser el largo del vástago de la válvula, esto se realiza por medio de un corte el cual deberá ser sesgado en la punta inferior del mismo. Al realizar este corte puede ocurrir que no todos los vástagos sean exactamente del mismo largo, o que el corte sesgado no quede bien, ya que el corte muchas veces queda recto y esto no permite que el contenido de la lata salga adecuadamente.
- Colocar punto de referencia en válvula: se debe colocar en las válvulas un punto con marcador permanente que posteriormente servirá de punto de referencia para la colocación del activador, ya que este último deberá ir a 90 grados del punto de referencia marcado anteriormente.

- Trasladar tonel conteniendo la mezcla de materia prima a llenadora: esto lo realiza el operador arrastrando el tonel hacia la llenadora, jalando de este con las manos directamente.
- Tarar la balanza: cuando se recibe la aprobación de control de calidad, se procede a tarar la balanza con la lata, para luego obtener solo el peso del concentrado. Esto se hace pesando primero la lata, para poner en cero la balanza.
- Calibrar llenadora: para la calibración de la llenadora se procede a la colocación del tonel en la parte inferior de la llenadora, a la que se conecta por medio de una manguera, la cual cumple la función de trasladar la mezcla hacia la boquilla de la llenadora, la cual agrega luego el concentrado a la lata.

Además, se debe de ajustar la altura de la boquilla de la llenadora a la altura del tamaño de lata, esta operación se realiza las veces que sean necesarias.

Para calibrar la máquina se realiza el llenado de la lata con el concentrado, la cual después de ser llenada es pesada en la balanza, esta operación se debe repetir las veces que sean necesarias hasta lograr el peso indicado conforme la especificación del concentrado descrito en la orden de producción, lo cual da como resultado el pesaje final y se calibra la llenadora para proceder a llenar el resto de las latas.

- Llenar latas con concentrado: para el llenado las latas se encuentran en la caja de cartón en la cual fueron transportadas de la bodega de materia prima hacia la línea de producción, esa caja se coloca sobre el suelo por

lo que el operador se debe agachar continuamente para alcanzar la latas y colocarlas para realizar el llenado de las mismas, las cuales luego de ser llenadas con la cantidad de concentrado indicado en la orden de producción son pasadas por la balanza para comprobar su peso, todas las latas son pesadas aún después de haber calibrado la llenadora; luego las latas son colocadas a un lado de la llenadora, en el cual se acumulan varias para luego proceder a la siguiente operación.

La llenadora es activada por medio de un pedal que se encuentra debajo de misma mesa donde está colocada.

- Colocar válvulas: luego de llenar las latas, se procede a la colocación de las válvulas, durante esta actividad el operador se encarga de colocar manualmente en cada lata una válvula para que después estas sean colocadas en la crimpiadora donde son selladas las válvulas a la lata.
- Calibrar crimpiadora: se debe ajustar la altura de la boquilla de la crimpiadora a la altura de cada tamaño de lata.
- Sellar válvulas a la lata: luego de ser calibrada la crimpiadora al tipo de lata a utilizar se procede a sellar la válvula con la lata, de forma tal que se ajuste y selle para evitar posibles derrames del contenido de la lata. Luego las latas ya selladas se van colocando a un lado de la crimpiadora, en el cual se acumulan varias para luego proceder a la siguiente operación. La crimpiadora es activada por medio de un pedal que se encuentra debajo de misma mesa donde está colocada la llenadora.
- Trasladar el producto de crimpiadora a gasificadora: el traslado lo hace un operador por medio de la carga directa de las latas sin la ayuda de

ningún equipo, para ello se debe de esperar que varias latas ya se encuentren selladas con sus válvulas y que un operador se desocupe para proceder al traslado a la siguiente estación y operación que es el gasificado, donde se vuelve a tarar la balanza con la lata, esta última ya conteniendo el concentrado y previamente sellada con la válvula. Es importante aclarar que en la línea de producción solo se cuenta con dos operadores, debido a que los pedidos no son en grandes cantidades, y en época de alta demanda se cuenta con tres operadores, para agilizar las operaciones.

Se debe de considerar que las gasificadoras se encuentran en diferentes ubicaciones, para el gasificado con LPG ver figura 16 de la página 63; y para el gasificado con CO₂ ver figura 18 de la página 65.

- Calibrar gasificadora: para calibrar la gasificadora con la cantidad exacta de LPG o CO₂ que se debe de agregar a la lata, primeramente hay que ajustar la altura de la boquilla de la gasificadora a la altura de cada tamaño de lata, esta operación se realiza las veces que sea necesario. Luego se procede a realizar el llenado de la lata con LPG o CO₂, la cual después de ser llenada es pesada en la balanza, que fue previamente tarada.

Esta operación se debe repetir las veces que sea necesario hasta lograr el peso indicado conforme la especificación del concentrado descrito en la orden de producción, el cual da como resultado el pesaje final y con esto proceder a llenar el resto de las latas.

- Gasificado de latas: para esta operación se cuenta con dos tiempos de operación dependiendo el tipo de gasificado que se realice ver figura 8 página 51 y figura 10 página 53.
- Trasladar el producto de gasificadora a estación de etiquetado: seguido de la gasificación se debe esperar que varias latas ya se encuentren gasificadas para que un operador se desocupe para proceder al traslado a la siguiente estación y operación que es el etiquetado, el traslado lo hace por medio de la carga directa de las latas sin la ayuda de ningún equipo.
- Colocar etiquetas: seguidamente del gasificado, y el traslado de las latas hacia una mesa, el mismo operador se encarga de colocar las etiquetas con la ayuda de cinta adhesiva y pegamento en aerosol.

Como primera parte de esta operación, el operador coloca la etiqueta sobre la lata, y con la ayuda de un pedazo de cinta adhesiva sostiene la etiqueta a la lata, esta operación la realiza dos veces, posteriormente aplica el pegamento en aerosol sobre la orilla de la etiqueta con el cual coloca la etiqueta en su posición final. Adicionalmente, en algunos casos es necesaria la colocación de una pajilla de extensión, la cual es colocada con la ayuda de un pedazo de cinta adhesiva sobre la etiqueta.

Se tiene dos formas de etiquetado, la segunda forma es con la etiqueta termoplástica, la cual es colocada en la lata con la ayuda de la pistola de calefacción, esta etiqueta termoplástica es colocada desde un inicio del proceso productivo, ya que al ser colocada con la pistola de calefacción puede que se tenga una reacción debido a que la lata ha sido gasificada

previamente, y al incremento de temperatura pueda explotar y causar daños.

Para estos dos tipos de etiquetado se siguen dos procesos diferentes, ver figura 12 página 55, figura 13 página 57, figura 14 página 59 y figura 15 página 61.

- Verificar salida de materias primas de bodega hacia área de producción. Durante la operación anterior otro operador solicita a bodega de materia prima por medio de requerimiento de materiales activadores, tapones y cajas en la cantidad necesaria y del tipo necesario según el tipo de aerosol que se esté produciendo.
- Colocar activadores: la colocación de activadores se realiza de forma manual. Se tiene un activador tipo industrial y un activador tipo industrial con inserto kosmo, cuando se utiliza este último se debe de adherir en la lata un tubo de extensión. La operación consta de colocar el activador y hacer presión sobre este para que quede en posición fija y segura.

Ambos tipos de activadores deben ir colocados a 90 grados del punto de referencia marcado en la parte superior de la válvula. Luego de colocados los activadores se prueba cada lata para asegurarse que el producto sale de forma correcta por medio del activador.

- Colocar tapones: la colocación de los tapones a las latas se realiza de forma manual, el tipo de tapón y color dependerá del tipo de producto que se esté produciendo. En esta operación se coloca el tapón sobre la lata haciendo presión sobre el primero y asegurando que este quede bien colocado, y que no se pueda desprender fácilmente de la lata.

Luego de esta operación las latas se colocan con el tapón hacia abajo, para proceder a la colocación de la etiqueta de aprobación.

- Colocar etiqueta de aprobación: las etiquetas de aprobación son elaboradas por el área de control de calidad, las cuales se colocan debajo de cada lata de aerosol, seguido de la colocación de la etiqueta las latas son colocadas con el tapón hacia arriba, para que posteriormente sean encajadas.
- Armado de cajas: las cajas se encuentran aperchadas de forma plana, por lo que se deben de armar manualmente con la ayuda de cinta adhesiva. La cinta adhesiva es colocada con la ayuda de ambas manos y cortada con los dientes.
- Trasladar cajas a tarima de producto terminado: finalmente se colocan dentro de la caja 12 latas de aerosol para posteriormente ser trasladadas por el operador y colocarlas sobre las tarimas de producto terminado el cual será distribuido a los respectivos clientes.

2.2.1. Ingreso de materia prima al proceso de producción

Todo lo que es utilizado para la producción de aerosoles ingresa a bodega de materia prima donde es colocada en su respectivo lugar dentro de la bodega, la cual está localizada en la entrada del área de producción de aerosoles.

Los diferentes tipos de materias primas e insumos utilizados durante el proceso tienen un diferente ingreso al proceso productivo, ya que unos entran al inicio del proceso, otros durante el proceso y otros al final del mismo.

Actualmente no se tiene indicado un lugar específico de colocación dentro de la línea de producción de algunos insumos utilizados durante el proceso.

Dentro de las materias primas e insumos que ingresan al proceso al inicio de este, están: ingredientes para preparar la mezcla de concentrado, latas para llenado de concentrado, válvulas, etiquetas y etiquetas de aprobado.

Luego de haber utilizado los anteriores, durante el proceso ingresan los activadores, y tapones.

Al finalizar el proceso productivo ingresan las cajas de cartón en las que se hace el embalaje del producto final.

2.2.2. Análisis del proceso de producción de aerosoles

El proceso de producción de aerosoles se realiza en un área separada de las otras líneas de producción en la cual se encuentran los operadores que son los encargados de realizar las diferentes actividades y operaciones para la producción de aerosoles.

El análisis del proceso de producción de aerosoles se debe realizar por medio de diferentes técnicas, las cuales son una representación gráfica de aquellos pasos que se deben de seguir en una secuencia de actividades dentro del proceso productivo; estos pasos deberán ser identificados por medio de una simbología que se ha de adecuar al tipo de actividad que se desea hacer, los cuales deben de contener información que sea la necesaria para el correcto análisis del proceso.

Se cuenta con diferentes representaciones gráficas dentro de las cuales se puede mencionar los siguientes:

- Diagrama de procesos
- Diagrama de flujo del proceso
- Diagrama de recorrido

Con este tipo de análisis se cumplen objetivos básicos, como facilitar la distribución de área para el mayor aprovechamiento del espacio que se tiene disponible, lo cual permite a su vez optimizar el proceso por medio del mejoramiento de los tiempos; la eliminación de operaciones y actividades innecesarias.

2.2.3. Análisis de las operaciones

Cada operación durante el proceso cuenta con diferentes actividades o movimientos que realizan los operadores para llevar a cabo el proceso productivo, de las cuales unas puede que sean innecesarias o que se puedan mejorar.

Lo que se busca con el análisis de operaciones es organizar el trabajo en la producción de manera que se aumenten los niveles de producción con calidad y se reduzcan los costos.

Al realizarlo, es necesario identificar qué tipo de técnica de estudio se utilizará para el análisis del trabajo, y con ello garantizar que se tomará en cuenta hasta el último detalle con que se hace la operación, por lo que se debe de considerar y tomar en cuenta un estudio en el cual se pueda tener presente los elementos que intervienen en la elaboración del producto que son:

- El hombre
- La máquina
- Las herramientas
- El lugar de trabajo

2.2.4. Manipulación del producto en proceso

La manipulación del producto es muy importante porque parte de esto hace que dependa la calidad y cumplimiento con las especificaciones requeridas por la orden de producción del producto final que será entregado al cliente. De esto parte que se tenga un manejo y manipulación adecuado durante el proceso para evitar inconvenientes o pérdidas de producto que se puedan ver reflejados en un aumento del costo de producción.

Durante todo el proceso los operadores manipulan el producto con las manos, y durante el traslado de las latas de una estación de trabajo a otra lo realizan por medio de la carga directa del producto sin la ayuda de algún equipo que les facilite el trabajo de traslado, además de asegurar el mismo, ya que durante este puede ocurrir una caída del producto o caída del trabajador exponiendo el producto y la seguridad del operador.

2.3. Línea de producción

La línea de producción se encarga de producir solamente aerosoles en sus diferentes presentaciones, la cual está constituida por cinco estaciones de trabajo en las cuales se encuentran distribuidos los dos operadores con los que esta cuenta.

Como anteriormente se mencionó, esta línea de producción se encuentra separada de las otras líneas de producción, por lo que las herramientas y diferentes maquinarias con las que se cuenta sirven únicamente para la producción de los aerosoles.

2.3.1. Estaciones de trabajo

Cada estación de trabajo está identificada con el nombre del equipo que se encuentra en ella a excepción de donde se realiza el etiquetado, colocación de activador y tapón la cual es una mesa plástica que se coloca en el momento de iniciar la producción.

La maquinaria en cada estación de trabajo se encuentra colocada a una altura adecuada a la estatura del operador, para que este no realice un mayor esfuerzo en estiramientos innecesarios. Para realizar sus actividades los operadores deben permanecer parados ya que las actividades así lo ameritan. Sin embargo, cuentan con una alfombra antifatiga que les ayuda disminuir el agotamiento físico en sus actividades diarias dentro del proceso productivo.

En la estación donde se realiza el etiquetado, el operador cuenta con una silla plástica que le permite sentarse para tener una mejor manipulación del producto durante el proceso productivo.

Al término de cada producción se procede a limpiar la maquinaria y equipo que fue utilizado durante el proceso.

2.3.2. Diagramas

Los diagramas son una herramienta gráfica que ayudan a identificar el proceso y conocer el orden de todas las operaciones que se realizan, identificándolos mediante símbolos, los cuales son primordiales ya que representan, en forma lógica y clara, información del proceso de producción y los insumos necesarios y para detectar posibles fallas. Por medio de ellos se puede realizar un análisis de cada operación y con base en ello poder considerar si cada una de las operaciones o actividades son necesarias dentro del proceso, o pueden ser modificadas para obtener un mejor proceso.

2.3.2.1. Flujo

Es una representación gráfica y en forma detallada de la secuencia en que se desarrollan todas las operaciones, inspecciones, demoras, transportes, y almacenamientos que ocurren durante el proceso de producción.

Asimismo, contiene información importante del proceso como tiempos; dentro de estos el tiempo requerido para completar una operación o una distancia recorrida, insumos y materiales que se añaden durante el proceso, especificaciones del material y distancias recorridas durante el proceso de producción.

Su correcta construcción es sumamente importante, ya que este proporciona una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos del proceso. Con ello se ayuda a disminuir las demoras, tiempos improductivos que representan una parte importante del costo del producto.

La empresa en la actualidad no cuenta con diagramas de flujo documentados, por lo que este es un punto importante para la planeación de

mejora que se dará como propuesta. Se deben realizar los diferentes diagramas para los diferentes tipos de presentaciones del producto con las que se cuenta.

2.3.2.2. Proceso

Es una representación gráfica que ayuda en el análisis de las actividades que se realizan durante el proceso productivo, en el cual cada actividad es identificada mediante símbolos de acuerdo a la naturaleza de cada una de ellas. Muestra información necesaria para el respectivo análisis como operaciones realizadas, inspecciones, cada una con su respectivo tiempo requerido. Su mayor ventaja es la simplicidad. Está diseñado para dar una rápida comprensión del trabajo que debe hacerse para obtener un producto dado.

2.3.2.3. Recorrido

Es una representación gráfica que se utiliza para complementar el análisis del diagrama de flujo del proceso. Consiste en ser elaborado con base en un plano de la fábrica a escala, en el cual se indica la ubicación exacta de las máquinas y demás instalaciones fijas para luego ubicar las operaciones, inspecciones, transportes, demoras y almacenamientos del material del área de trabajo. Se utilizan los mismos símbolos que se emplearon en el diagrama de flujo del proceso.

2.3.2.3.1. Recorrido del material

Es una representación gráfica que se utiliza para el análisis del recorrido que tiene el material dentro del proceso productivo. Se elabora con base en un

plano de la fábrica a escala al igual que el diagrama de recorrido, indica la ubicación exacta de las máquinas y demás instalaciones fijas, en el cual se muestra el movimiento que tiene entre las estaciones de trabajo el material. Lo que se busca con este diagrama es que se tenga la mínima manipulación del material y que pueda existir una reducción en los transportes del mismo, lo que se puede ver reflejado en una reducción de tiempos de producción, que inciden en los costos de producción.

2.3.2.3.2. Recorrido del operador

Representación gráfica que se utiliza para el análisis del recorrido que tiene el operador para realizar las diferentes actividades durante el proceso productivo. Este al igual que el de recorrido del material consiste en ser elaborado con base en un plano de la fábrica a escala, en el cual se indica la ubicación exacta de las máquinas y demás instalaciones fijas, para luego mostrar el movimiento que tiene el operador entre las estaciones de trabajo. Lo que se busca con este diagrama es que se reduzcan los traslados del operador y pueda existir una reducción en los tiempos de producción, que podrán verse reflejados en los costos de producción.

2.3.3. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es una técnica que permite determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para terminar una unidad de trabajo, de acuerdo con un método específico y equipo estándar para todo el proceso, con la ayuda de un operador que posea la habilidad media, trabajando con un esfuerzo medio, bajo condiciones normalizadas, con la debida consideración de la fatiga, las demoras personales y los retrasos inevitables.

Para que se pueda realizar el estudio de tiempos se deben establecer referencias las cuales deberán permitir que el estudio sea confiable.

- Inicialmente se selecciona el trabajo o actividad a analizar y se definen los elementos en que se divide la misma.
- El operador con el cual se realizarán las mediciones debe ser un trabajador competente, capacitado, que trabaje a un ritmo normal de trabajo.
- Definidos los elementos de la actividad, se procede a efectuar el cronometraje, se determina el número de ciclos necesarios a ser cronometrados, en este caso serán 10 ciclos.

Para realizar el estudio de tiempos se debe considerar un aspecto importante, como lo es que la empresa no cuenta con registros o datos históricos.

Otro aspecto a considerar es la adquisición de la materia prima e insumos de la bodega de materia prima, debido a que este varía dependiendo de la cantidad de unidades a producir, ya que así será el tiempo que tardarán los operadores en reunir las cantidades de materia prima e insumos a utilizar.

Lo mismo sucede con la colocación del punto de referencia en las válvulas y el corte del largo del vástago de estas mismas.

2.3.3.1. Medición de tiempo estándar actual

Se tomaron en cuenta que para esta medición el tiempo se dividirá en tres partes, que son:

- Tiempo de arranque de producción: el cual, independientemente de la cantidad de unidades a producir, no varía. En la tabla I se muestran estos tiempos.

Tabla I. **Tiempo de arranque de producción**

Tiempo de arranque de producción		
No. Actividad	Descripción	Tiempo (s)
1	Despejar línea	240
2	Mezclar de ingredientes para concentrado	300
3	Tarar balanza y calibrar llenadora	220
4	Calibrar crimpiadora	118
5	Tarar balanza y calibrar gasificadora	208
Tiempo total en segundos		1 086

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo de preparación: el que se necesita para disponer adecuadamente de los insumos que van a efectuar la operación, este tiempo varia proporcionalmente a la cantidad de unidades a producir, ya que mientras más unidades se producirán, más tiempo se pasará recaudando las unidades en bodega de materia prima para trasladarlas a la línea de producción. Debido a la variación de las unidades a producir, lo que se ve reflejado en la variación de los tiempos, se tomaran mediciones del tiempo total en que tardan en adquirir cierta cantidad de unidades materia prima para sacar un promedio de cuánto tiempo tardan

por unidad, para trasladarlas a la línea de producción. En la tabla II se muestran estos tiempos.

Tabla II. **Tiempo de preparación de producción**

Tiempos de preparación (por unidad)		
No. Actividad	Descripción	Tiempo (s)
1	Trasladar latas a línea de producción	1,57
2	Trasladar etiquetas a línea de producción	1,75
3	Trasladar válvulas a línea de producción	1,55
4	Colocar punto de referencia a válvula	1,82
5	Cortar largo de vástago de válvulas	2,10
6	Trasladar activadores a línea de producción	1,57
7	Trasladar tapones a línea de producción	1,43
8	Trasladar mezcla de materia prima a llenadora	90
9	Armar caja	14,16
Tiempo total		115,97

Fuente: elaboración propia.

- Tiempo de producción: en el cual se describió el tiempo que requiere cada operación durante el proceso de producción. Con las siguientes tablas se muestran estos tiempos. El tiempo de operación es por unidad producida.

**Tabla III. Gasificado con LPG y activador tipo industrial
(20 oz), tiempo de producción actual**

No. Actividad	Descripción	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	Promedio (s)
1	Llenar lata con concentrado	6,44	5,39	6,86	7,75	6,71	6,67	7,14	6,86	6,21	5,37	6,54
2	Colocar válvula en lata	2,41	2,08	2,21	2,03	2,25	2,20	2,03	2,13	2,15	2,37	2,19
3	Sellar válvula con lata	1,30	1,79	1,36	1,35	1,24	1,38	1,43	1,35	1,28	1,32	1,38
4	Trasladar de crimpiadora a gasificadora	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
5	Gasificar lata	2,25	2,41	2,25	2,70	2,14	1,91	2,01	1,74	2,03	1,68	2,11
6	Trasladar de gasificadora a etiquetado	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
7	Etiquetar de lata	15,03	13,08	12,28	12,24	12,65	13,24	13,57	12,96	12,20	14,98	13,22
8	Colocar activador tipo industrial	2,97	2,56	2,04	2,45	2,27	1,89	2,32	2,77	2,14	2,38	2,38
9	Colocar tapón	3,79	4,55	5,75	5,95	5,75	4,99	5,05	4,75	4,98	4,67	5,02
10	Colocar etiqueta de aprobación	1,50	1,68	1,59	1,71	1,79	1,45	1,65	1,69	1,57	1,72	1,64
11	Encajar	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
12	Trasladar y entarimar	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Tiempo total de operación en segundos												39,59

Fuente: elaboración propia.

Al obtener el total de los tiempos promedios, se procedió seguidamente a evaluar la actuación del operador, por medio del Sistema Westinghouse, el cual consta de cuatro factores que son:

- Habilidad
- Esfuerzo
- Condiciones
- Consistencia

Cada uno de estos factores es ponderado, como se describe en las tablas IV, V, VI y VII.

Tabla IV. **Habilidad**

CLASE	CATEGORÍA	VALOR
A1		+0,15
A2	Habilísimo	+0,13
B1		+0,11
B2	Excelente	+0,08
C1		+0,06
C2	Bueno	+0,03
D	Promedio	+0,00
E1		- 0,05
E2	Regular	- 0,10
F1		- 0,15
F2	Deficiente	- 0,22

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 213.

Tabla V. **Esfuerzo**

CLASE	CATEGORÍA	VALOR
A1		+0,13
A2	Excesivo	+0,12
B1		+0,10
B2	Excelente	+0,08
C1		+0,05
C2	Bueno	+0,02
D	Promedio	+0,00
E1		- 0,04
E2	Regular	- 0,08
F1		- 0,12
F2	Deficiente	- 0,17

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 213.

Tabla VI. **Condiciones**

CLASE	CATEGORÍA	VALOR
A	Ideales	+0,06
B	Excelentes	+0,04
C	Buenas	+0,02
D	Promedio	0,00
E	Regulares	- 0,03
F	Malas	- 0,07

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 214.

Tabla VII. **Consistencia**

CLASE	CATEGORÍA	VALOR
A	Perfecto	+0,04
B	Excelente	+0,03
C	Buena	+0,01
D	Promedio	0,00
E	Regulares	- 0,02
F	Deficientes	- 0,04

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 214.

Por lo que se definió primero un tiempo normal, que es el tiempo promedio multiplicado por el factor de actuación, con el propósito de tratar de normalizar los tiempos.

La evaluación de la actuación del operador queda de la siguiente manera, como se muestra en la tabla IX:

Tabla VIII. **Calificación de la actuación del operador**

Factor	Nivel	Valor
Habilidad	Promedio (D)	0,00
Esfuerzo	Bueno (C)	+0,05
Condiciones	Regulares (E)	- 0,03
Consistencia	Buena (C)	+0,01
	Total	+0,03

Fuente: elaboración propia.

La cantidad total obtenida de la evaluación de la actuación del operador se suma o se resta a 100 por ciento, dependiendo del signo que se tenga. Para este caso se sumó debido a que es positivo. Por lo que el tiempo normal se calculó de la siguiente manera:

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal= 39,59 * 1,03

Tiempo normal = 40,77 segundos

A continuación se procedió a calcular el tiempo estándar de operación, para lo cual es necesario obtener el valor de los suplementos, que es todo el tiempo que se concede al operador por cualquier motivo que lo distraiga de su trabajo y cause interrupción en el mismo.

Tipos de suplementos

- Retrasos personales: tiempo que se concede a un empleado para cuestiones personales.

- Retrasos por fatiga: tiempo que se concede a un empleado para que se recupere del cansancio.
- Retrasos especiales. se consideran inevitables porque están fuera del control del operador. Algo ocurre que impide al operador trabajar.

Para este proceso, los suplementos quedarán como se muestra en la tabla IX.

Tabla IX. **Suplementos**

Suplementos	Porcentaje
por retrasos personales	5
por retrasos por fatiga	4
por trabajar de pie	2
por retrasos inevitables	7
Total	18

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 228.

Al obtener el valor total de los suplementos, se procede a aplicar la fórmula del tiempo estándar que es:

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo normal} * (1 + \text{suplementos})$$

$$\text{Tiempo estándar} = 40,77 (1,18)$$

$$\text{Tiempo estándar} = 48,12 \text{ segundos / lata}$$

Tabla X. Gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción actual

No. Actividad	Descripción	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	Promedio (s)
1	Llenar lata con concentrado	6,44	5,39	6,86	7,75	6,71	6,67	7,14	6,86	6,21	5,37	6,54
2	Colocar válvula en lata	2,41	2,08	2,21	2,03	2,25	2,20	2,03	2,13	2,15	2,37	2,19
3	Sellar válvula con lata	1,30	1,79	1,36	1,35	1,24	1,38	1,43	1,35	1,28	1,32	1,38
4	Trasladar de crimpadora a gasificadora	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
5	Gasificar lata	2,25	2,41	2,25	2,70	2,14	1,91	2,01	1,74	2,03	1,68	2,11
6	Trasladar de gasificadora al área de etiquetado	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
7	Etiquetar lata	15,03	13,08	12,28	12,24	12,65	13,24	13,57	12,96	12,20	14,98	13,22
8	Colocar activador tipo industrial	2,97	2,56	2,04	2,45	2,27	1,89	2,32	2,77	2,14	2,38	2,38
9	Colocar tapón	3,79	4,55	5,75	5,95	5,75	4,99	5,05	4,75	4,98	4,67	5,02
10	Colocación de etiqueta de aprobación	1,50	1,68	1,59	1,71	1,79	1,45	1,65	1,69	1,57	1,72	1,64
11	Colocar tubo de extensión	2,89	3,46	3,56	2,96	4,15	3,65	4,11	4,02	3,89	3,73	3,64
12	Encajar	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
13	Trasladar y entarimar	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Tiempo total de operación en segundos												43,23

Fuente: elaboración propia.

Con los valores que se encontraron en la evaluación de la actuación del operador y los suplementos, se procede a hacer el cálculo del tiempo normal y tiempo estándar de operación.

Valor factor de actuación del operador = + 0,03

Valor de suplementos = 0,18

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal= 43,23 * 1,03

Tiempo normal = 44,53 segundos

Tiempo estándar = tiempo normal * (1 + suplementos)

Tiempo estándar = 44,53 (1,18)

Tiempo estándar = 52,54 segundos /lata

Tabla XI. **Gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz), tiempo de producción actual**

No. Actividad	Descripción	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	Promedio (s)
1	Llenar lata con concentrado	6,44	5,39	6,86	7,75	6,71	6,67	7,14	6,86	6,21	5,37	6,54
2	Colocar válvula en lata	2,41	2,08	2,21	2,03	2,25	2,20	2,03	2,13	2,15	2,37	2,19
3	Sellar válvula con lata	1,30	1,79	1,36	1,35	1,24	1,38	1,43	1,35	1,28	1,32	1,38
4	Trasladar de crimpiadora a gasificadora	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
5	Gasificar lata	6,65	7,08	6,17	6,76	6,77	6,41	7,91	6,64	6,31	6,95	6,77
6	Trasladar de gasificadora al área de etiquetado	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
7	Etiquetar lata	15,03	13,08	12,28	12,24	12,65	13,24	13,57	12,96	12,20	14,98	13,22
8	Colocar activador tipo industrial	2,97	2,56	2,04	2,45	2,27	1,89	2,32	2,77	2,14	2,38	2,38
9	Colocar tapón	3,79	4,55	5,75	5,95	5,75	4,99	5,05	4,75	4,98	4,67	5,02
10	Colocar etiqueta de aprobación	1,50	1,68	1,59	1,71	1,79	1,45	1,65	1,69	1,57	1,72	1,64
11	Encajar	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
12	Trasladar y entarimar	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Tiempo total de operación en segundos												44,21

Fuente: elaboración propia.

Con los valores que se encontraron en la evaluación de la actuación del operador y los suplementos, se procedió a hacer el cálculo del tiempo normal y tiempo estándar de operación.

Valor factor de actuación del operador = + 0,03

Valor de suplementos = 0,18

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal = 44,24 * 1,03

Tiempo normal = 45,57 segundos

Tiempo estándar = tiempo normal * (1 + suplementos)

Tiempo estándar = 45,57 (1,18)

Tiempo estándar = 53,77 segundos /lata

Tabla XII. Gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción actual

No. Actividad	Descripción	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	T4 (s)	T5 (s)	T6 (s)	T7 (s)	T8 (s)	T9 (s)	T10 (s)	Promedio (s)
1	Etiquetado de lata	24,75	23,69	22,14	21,26	23,54	25,46	24,65	26,89	23,45	25,14	24,10
2	Llenar lata con concentrado	6,44	5,39	6,86	7,75	6,71	6,67	7,14	6,86	6,21	5,37	6,54
3	Colocar válvula en lata	2,41	2,08	2,21	2,03	2,25	2,20	2,03	2,13	2,15	2,37	2,19
4	Sellar válvula con lata	1,30	1,79	1,36	1,35	1,24	1,38	1,43	1,35	1,28	1,32	1,38
5	Trasladar de crimpadora a gasificadora	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
6	Gasificar lata	6,65	7,08	6,17	6,76	6,77	6,41	7,91	6,64	6,31	6,95	6,77
7	Trasladar de gasificadora al área de etiquetado	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
8	Colocar activador tipo industrial	2,97	2,56	2,04	2,45	2,27	1,89	2,32	2,77	2,14	2,38	2,38
9	Colocar tapón	3,79	4,55	5,75	5,95	5,75	4,99	5,05	4,75	4,98	4,67	5,02
10	Colocar etiqueta de aprobación	1,50	1,68	1,59	1,71	1,79	1,45	1,65	1,69	1,57	1,72	1,64
11	Colocar tubo de extensión	2,89	3,46	3,56	2,96	4,15	3,65	4,11	4,02	3,89	3,73	3,64
12	Encajar	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
13	Trasladar y entarimar	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32
Tiempo total de operación en segundos												58,73

Fuente: elaboración propia.

Con los valores que se encontraron en la evaluación de la actuación del operador y los suplementos, se procedió a hacer el cálculo del tiempo normal y tiempo estándar de operación.

Valor factor de actuación del operador = + 0,03

Valor de suplementos = 0,18

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal= 58,76 * 1,03

Tiempo normal = 60,52 segundos

Tiempo estándar = tiempo normal * (1 + suplementos)

Tiempo estándar = 60,52 (1,18)

Tiempo estándar = 71,42 segundos /lata

3. PROPUESTA DE MEJORA PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AEROSOLES

Todo proceso productivo posee la particularidad de ser mejorado, y con ello obtener beneficios tanto la empresa, operadores y clientes. Por lo que la realización de estudios para lograr encontrar un mejor método de trabajo es importante.

3.1. Descripción del proceso

Existen procedimientos dentro del proceso productivo que no deben ser modificados, debido a que son la base del proceso:

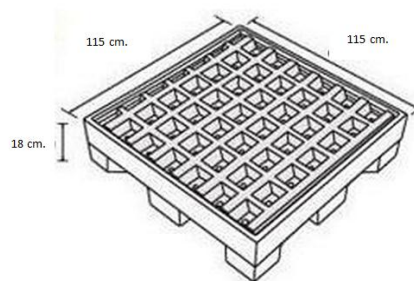
- **Generar orden de producción:** al igual que todo proceso de producción este se inicia con una orden de producción que se recibe, en este caso posterior a una solicitud de producto realizada por un cliente. La empresa cuenta con diferentes tipos de aerosoles dentro de su línea de productos, por lo que el cliente indica que tipo de aerosol y la cantidad que necesita. Por medio de la orden de producción se dan las especificaciones del producto que el cliente solicitó.

Se cuenta con un manual de aerosoles, el cual indica las especificaciones de cada tipo de aerosol, materia prima e insumos a utilizar para cada tipo de aerosol, bajo las cuales se debe de realizar la producción, tales como tipo de envase, aroma, tipo de etiqueta a utilizar, activador, color y tipo de tapón, en resumen todos los atributos que caracterizan al producto que se solicita.

- Generar requerimiento de materiales: al recibir la orden de producción se realiza un requerimiento de materiales a bodega de materia prima, en la cual se especifica el listado de materias primas y la cantidad que serán utilizadas para la producción.
- Realizar pesaje de materia prima: el requerimiento de materiales es trasladado a metrología juntamente con la orden de producción, metrología pesa cada una de las materias, según le son solicitados conforme la orden de producción, metrología son los encargados de preparar la cantidad exacta de materias primas que posteriormente se mezclarán para la preparación del concentrado para proceder al llenado de las latas.
- Despejar línea de producción: antes de empezar a mezclar las materias primas es necesario hacer el despeje de línea para asegurar que las indicaciones de buenas prácticas de manufactura se cumplan. El despeje de línea se basa en verificar que las herramientas utilizadas para el proceso productivo se encuentren en las condiciones adecuadas e higiénicas para proceder a la producción. Así también, que la cantidad de materia prima sea la indicada en la orden de producción.
- Mezclar materia prima: para la mezcla de la materia prima, se colocará debajo de los recipientes que contienen la materia prima una tarima contenedora de derrame, la cual tiene como objetivo evitar que el líquido que pueda ser derramado caiga al piso, cumpliendo así con los requerimientos de buenas prácticas de manufactura y seguridad industrial. Además, para realizar la mezcla del producto que se producirá, esto se realizara en una tarima contenedora de derrame separado de las

demás materias primas, ya que ante un posible derrame y una mezcla de las diferentes materias primas, podría provocar alguna reacción peligrosa. A continuación se muestra el diseño de la tarima contenedora de derrames de derrames. Ver figura 2.

Figura 2. **Tarima contenedora de derrames**



Fuente: www.tecnolim.com/tarimas-y-plataformas. Consulta: 13 de marzo de 2013.

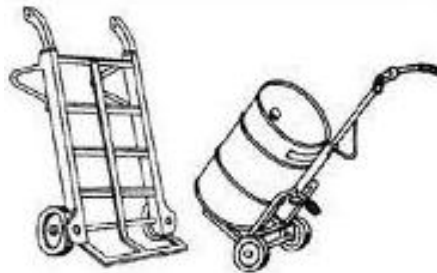
Teniendo en cuenta lo anterior, el operador de aerosoles procede a mezclar la materia prima que le es entregada por metrología, la cual la realiza con la ayuda del tonel y la paleta, la mezcla debe quedar totalmente homogénea.

- Verificar concentrado: posteriormente se lleva una muestra de la mezcla a control de calidad en donde se encargan de medir el PH, la densidad y la viscosidad de la mezcla para su aprobación, estas mediciones deben cumplir con las especificaciones de la orden de producción.
- Verificar salida de materias primas de bodega hacia área de producción: simultáneamente a la verificación de concentrado, se recauda de la bodega de materia prima todos los insumos que van a efectuar el

proceso, para ser transportados todos juntos hacia la línea de producción.

- Adecuar largo del vástago de la válvula: debido a que se conoce el tamaño de las latas que se utilizan, y el tipo de válvula que se utiliza con cada una de estas, indicar las dimensiones al proveedor de válvulas y solicitar que las envíe bajo esas indicaciones, para evitar el tiempo de que emplea en realizar el corte a cada una de las válvulas. Además de asegurarse que cada tipo será de un largo exacto y que los cortes serán sesgados correctamente como debe ser para permitir la salida correcta del contenido de la lata.
- Colocar punto de referencia en válvula: colocar en las válvulas un punto con marcador permanente que posteriormente servirá de punto de referencia para la colocación del activador, ya que este último deberá ir a 90 grados del punto de referencia marcado anteriormente.
- Trasladar tonel conteniendo la mezcla de materia prima a llenadora: se procederá a colocar el tonel conteniendo la mezcla de materia prima sobre un transportador manual de materiales para facilitar y asegurar su transporte hacia la estación de llenado. Ver figura 3, página 41.

Figura 3. **Transportador manual de materiales**



Fuente: www.ergocupacional.com/4910/20797.html. Consulta: 13 de marzo de 2013.

- **Calibrar la llenadora:** para la calibración de la llenadora se procede a la colocación del tonel en la parte inferior de la llenadora, donde se conectan por medio de una manguera, la cual cumple la función de trasladar la mezcla hacia la boquilla de la llenadora.

Además se debe de ajustar la altura de la boquilla de la llenadora a la altura de cada tamaño de lata, para esto en la llenadora se coloca un indicador de altura, el cual estará colocado para saber cuál es la altura que deberá tener la boquilla de la llenadora para cada tamaño de lata y evitar estar realizando varias mediciones de altura. Lo que permitirá la reducción en los tiempos de preparación.

Luego para calibrar la llenadora se realiza el tarado de la balanza con la lata para poner la balanza en cero, luego se procede al llenado de la lata con el concentrado. Para esto se realizan las mediciones necesarias para obtener el peso indicado en la orden de producción; existe una tolerancia para este peso, el cual da como resultado el pesaje final y con esto proceder a llenar el resto de las latas.

- Llenar latas con concentrado: para el llenado, las latas se encuentran en una caja adecuada sobre una carretilla en la cual fueron transportadas de la bodega de materia prima hacia la línea de producción, la cual se coloca a la par de la llenadora por lo que el operador ya no se debe agachar continuamente para alcanzar las latas, y así poder posicionarlas para realizar el llenado de las mismas, las cuales luego de ser llenadas con la cantidad de concentrado indicado en la orden de producción son pasadas por la balanza para comprobar su peso, todas las latas son pesadas aun después de haber calibrado la llenadora; luego las latas son colocadas a un lado de la llenadora, en el cual se acumulan varias para luego proceder a la siguiente operación.

La llenadora es activada por medio de un pedal que se encuentra debajo de misma mesa donde está colocada la llenadora.

- Colocar válvulas: luego de llenar las latas, se procede a la colocación de las válvulas, durante esta actividad el operador se encarga de colocar manualmente en cada lata una válvula para que después estas sean trasladadas hacia la crimpiadora donde son selladas las válvulas a la lata.
- Calibrar crimpiadora: al igual que la llenadora se coloca un indicador de altura, el cual estará colocado en la crimpiadora para saber cuál es la altura que deberá tener la boquilla de la crimpiadora y evitar estar realizando varias mediciones de altura con la lata. La crimpiadora es activada por medio de un pedal que se encuentra debajo de la mesa donde se encuentra esta.

- Sellar válvula a la lata: luego de ser calibrada la crimpiadora al tipo de lata a utilizar se procede a sellar la válvula con la lata, de forma tal que se ajuste y selle esta para evitar posibles derrames del contenido de la lata. Se utiliza un pedal para el manejo de la crimpiadora.
- Trasladar el producto de crimpiadora a gasificadora: seguido de esto se trasladan las latas hacia la gasificadora colocando las latas sobre una banda transportadora de rodillos, la cual estará ubicada como se muestra en la figura 32 página 90; en la cual se colocarán las latas que fueron previamente selladas en la crimpiadora, para esto no es necesario esperar a que varias latas ya se encuentren selladas con sus válvulas y que un operador se desocupe para proceder al traslado, ya que se irán transportando por medio de la banda hacia la estación de trabajo de gasificado, donde se vuelve a tarar la balanza con la lata, esta última ya conteniendo el concentrado y previamente sellada con la válvula.

Es importante aclarar que en la línea de producción solo se cuenta con dos operadores, debido a que los pedidos no son en grandes cantidades, y en época de alta demanda se cuenta con tres operadores, para agilizar las operaciones. Por lo que los tiempos de traslado se reducen, ya que cuando un operador se desocupe, inmediatamente se trasladará a la estación de gasificado donde se encontrarán ya las latas para la siguiente operación.

- Calibrar gasificadora: se debe realizar primero el tarado de la balanza con la lata, esta última ya conteniendo el concentrado y previamente sellada con la válvula. Para calibrar la gasificadora con la cantidad exacta de LPG o CO₂ que se debe de agregar a la lata, al igual que la llenadora y crimpiadora se colocará un indicador de altura, el cual estará colocado

en la gasificadora para saber cuál es la altura que deberá tener la boquilla de la gasificadora y evitar estar realizando varias mediciones de altura. Esto también permitirá la reducción en los tiempos de preparación.

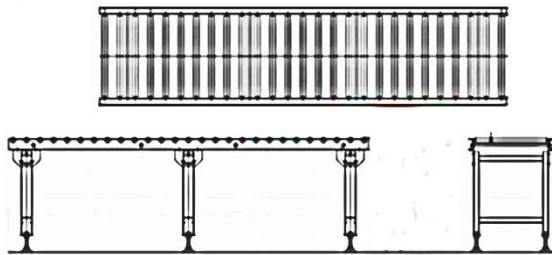
- Gasificado de latas: seguidamente se procede a realizar el llenado de la lata con LPG o CO₂, los cuales tienen diferentes tiempos de operación como se puede observar en la figura 28 página 85 y figura 30 página 87, la cual después de haberle agregado el LPG o CO₂ es pesada en la balanza, la cual fue previamente tarada, esta operación se debe repetir las veces que sea necesario hasta lograr el peso indicado conforme la especificación del concentrado descrito en la orden de producción, existe una tolerancia para este peso, el cual da como resultado el pesaje final y con esto proceder a llenar con LPG o CO₂ el resto de las latas.

La gasificadora es activada por medio de un pedal que está localizado debajo de la mesa donde se encuentra la gasificadora.

- Trasladar producto de gasificadora a estación de etiquetado: seguido de la gasificación se trasladan las latas hacia la estación de etiquetado, colocando las latas sobre una banda transportadora de rodillos, la cual estará ubicada como se muestra en la figura 32 página 90; en la cual se colocaran las latas que fueron previamente selladas en la crimpiadora, y que se irán transportando por medio de la banda hacia la estación de trabajo de etiquetado. Para realizar este traslado no se debe esperar que varias latas ya se encuentren gasificadas y que un operador se desocupe para proceder al traslado a la siguiente estación ya que cuando un operador se desocupe, inmediatamente se trasladará a la estación de etiquetado donde se encontrarán ya las latas para la

siguiente operación. Por lo que los tiempos de traslado se eliminarán. Seguido de esto otro operador las estará recibiendo para la colocación de su respectiva etiqueta.

Figura 4. **Banda transportadora de rodillos**



Fuente: www.spanish.alibaba.com/product-gs/custom-made-free-roller-free-conveyor-roller-no-power-conveyor-roller-conveying-roller-straight-tube-free-roller-594307306.html. Consulta: 10 de abril de 2013.

- Colocar etiqueta: como primera parte de esta operación, el operador acomoda de ocho a diez etiquetas, una seguida de la otra, y luego procede a rociarle pegamento en aerosol a las etiquetas sobre la orilla de un lado de la etiqueta; por lo que se tendrán de ocho a diez etiquetas con pegamento, luego coloca la etiqueta sobre la lata, y con la ayuda de un pedazo de cinta adhesiva procede a asegurar la etiqueta a la lata, posteriormente coloca la parte de la etiqueta que fue rociada con pegamento al inicio en su posición final. Adicionalmente en algunos casos es necesaria la colocación de una pajilla de extensión, la cual es colocada con la ayuda de dos pedazos de cinta adhesiva sobre la etiqueta.

Se tiene dos formas de etiquetado, la segunda forma es con la etiqueta termoplástica, la cual es colocada en la lata con la ayuda de la pistola de

calefacción, esta etiqueta termoplástica es colocada desde un inicio del proceso productivo, por lo que para la producción de este producto la operación de etiquetado varía en el orden de realización, ya que al ser colocada con la pistola de calefacción puede que debido al incremento de temperatura se tenga una reacción debido a que la lata ha sido gasificada previamente.

Para estos dos tipos de etiquetado se siguen dos procesos diferentes, ver figura 24 página 77, figura 25 página 79, figura 26 página 81 y figura 27 página 83.

- Colocar activadores: la colocación de activadores se realiza de forma manual. Se tiene un activador tipo industrial y un activador tipo industrial con inserto kosmo, cuando se utiliza este último se debe de adherir en la lata un tubo de extensión. La operación consta de colocar el activador y hacer presión sobre éste para que quede en posición fija y segura.

Ambos clases de activadores deben de ir colocados a 90 grados del punto de referencia marcado en la parte superior de la válvula. Luego de colocados los activadores se prueba cada lata para asegurarse que el producto sale de forma correcta por medio del activador.

- Colocar tapones: la colocación de los tapones a las latas se realiza de forma manual, el tipo de tapón y color dependerá del tipo de producto que se esté produciendo. En esta operación se coloca el tapón sobre la lata haciendo presión sobre el primero y sosteniendo la lata con la otra mano, asegurando que éste quede bien colocado, y que no se pueda desprender fácilmente de la lata. Luego de esta operación las latas se

colocan con el tapón hacia abajo, para proceder a la colocación de la etiqueta de aprobación.

- Colocar etiqueta de aprobación: las etiquetas de aprobación son elaboradas por el área de control de calidad, las cuales se colocan debajo de cada lata de aerosol, seguido de la colocación de la etiqueta de aprobación las latas son colocadas con el tapón hacia arriba, para que posteriormente sean encajadas. Las operaciones de etiquetado, colocación de activador, tapón y etiqueta de aprobación se realizan en la misma mesa.
- Armar cajas: las cajas se encuentran aperchadas de forma plana, por lo que se deben de armar manualmente con la ayuda de un dispensador de cinta adhesiva, para formar la caja en su forma final, que contendrá las latas para su embalaje. Ver figura 5.

Figura 5. **Dispensador de cinta adhesiva**



Fuente: www.solostocks.com/venta-productos/embalaje/cinta-adhesiva/dispensador-de-cinta-de-embalaje-6611688. Consulta: 15 de abril de 2013.

- Trasladar cajas a tarima de producto terminado: finalmente se colocan dentro de la caja 12 latas de aerosol para posteriormente ser trasladada por un operador para colocarlas sobre las tarimas de producto terminado el cual será distribuido a los respectivos clientes.

3.1.1. Transporte de materia prima método mejorado

Para el transporte de materia prima se estableció la utilización de una carretilla la cual cuenta con varias particiones en las cuales se puede colocar cada uno de los insumos, los cuales estarán colocados dentro de cajas multiusos transparente con tapa; para así transportarlos todos al mismo tiempo hacia la línea de producción. Ver figura 6.

Figura 6. **Carretilla manual**



Fuente: www.logismarket.es. Consulta: 15 de abril de 2013.

Para proteger los insumos, cada caja multiusos deberá ser del tamaño adecuado al recurso, la cual debe ser movable para su manejo y colocación en cada estación de trabajo, y así colocarla en donde corresponda cada recurso,

esto para protegerlo de algún posible daño, que pueda perjudicar la calidad del producto final. Ver figura 7.

Las cajas multiusos transparente con tapa, permiten tener diferentes ventajas, como las siguientes:

- Permiten visualizar directamente el interior
- Permite ordenar, evitar pérdidas, tener a la vista materiales, piezas
- Materiales perfectamente identificados por nombre
- Tapa con asas ergonómicas integradas y cierre hermético
- Protección contra polvo y humedad

Figura 7. **Cajas multiusos**



Fuente: www.esmelux.com/caja-multiuso-transparente-con-tapa-esmelux. Consulta: 20 de abril de 2013.

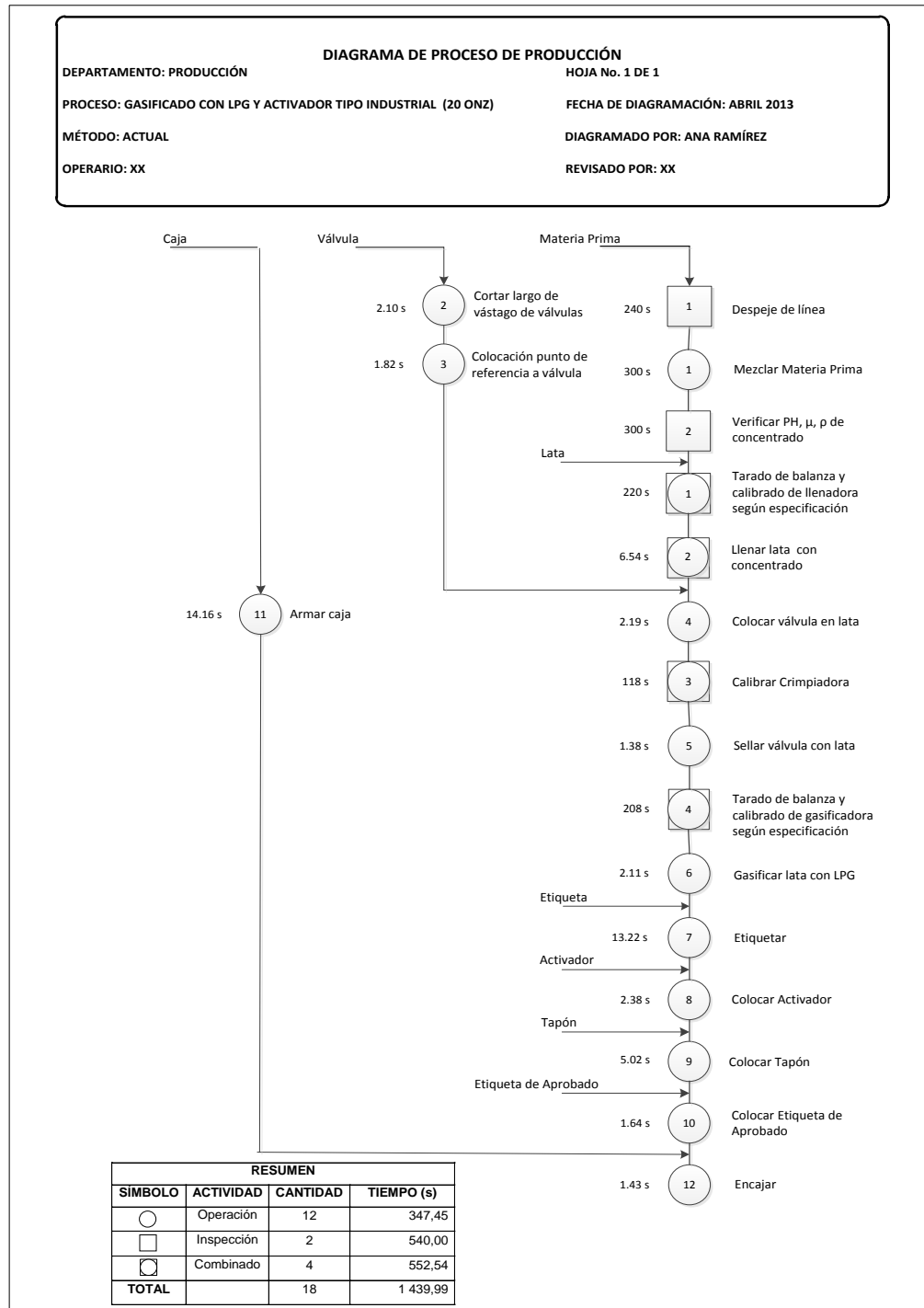
Al ingresar a la línea de producción, se colocarán los insumos en un lugar específico indicado en cada estación de trabajo, dejando por último en la carretilla la caja conteniendo las latas, las cuales junto con la carretilla serán colocadas a la par de la llenadora donde estas serán utilizadas por primera vez.

Al implementar este nuevo método de transporte para las latas, se garantiza que estas no sufrirán golpes o daños, además de que al estar colocadas sobre la carretilla el operador no tendrá que agacharse continuamente para alcanzar las latas y colocarlas sobre la mesa para luego proceder al llenado.

3.1.2. Análisis de la línea de producción de aerosoles

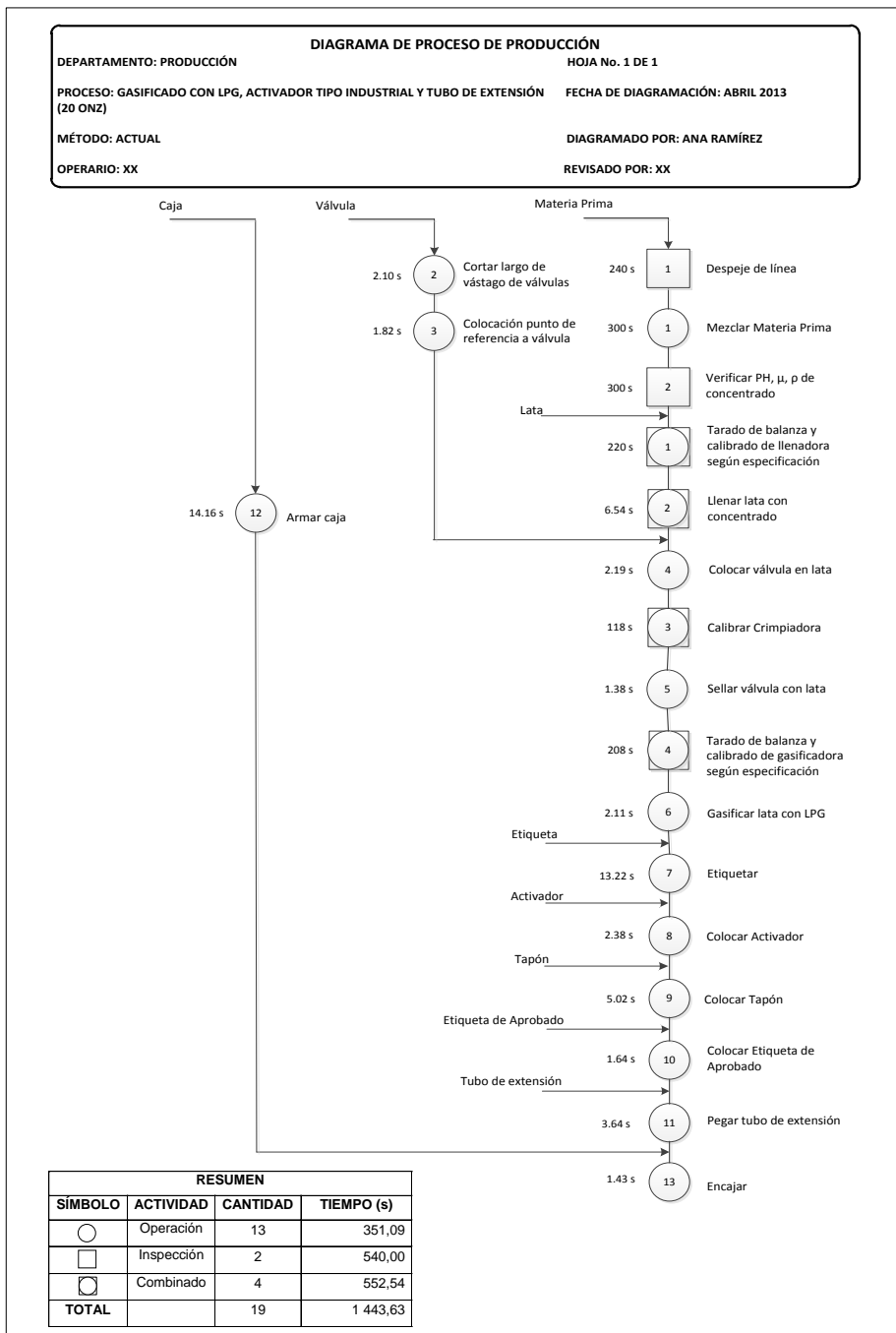
Para el análisis de la línea de producción se realiza un estudio en cada estación de trabajo, por medio de un análisis de las operaciones que componen el proceso productivo y así determinar si estas son necesarias o si se pueden mejorar o eliminar del proceso productivo. Es importante considerar el análisis del recorrido que tiene la materia prima y el producto durante el proceso.

Figura 8. Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)



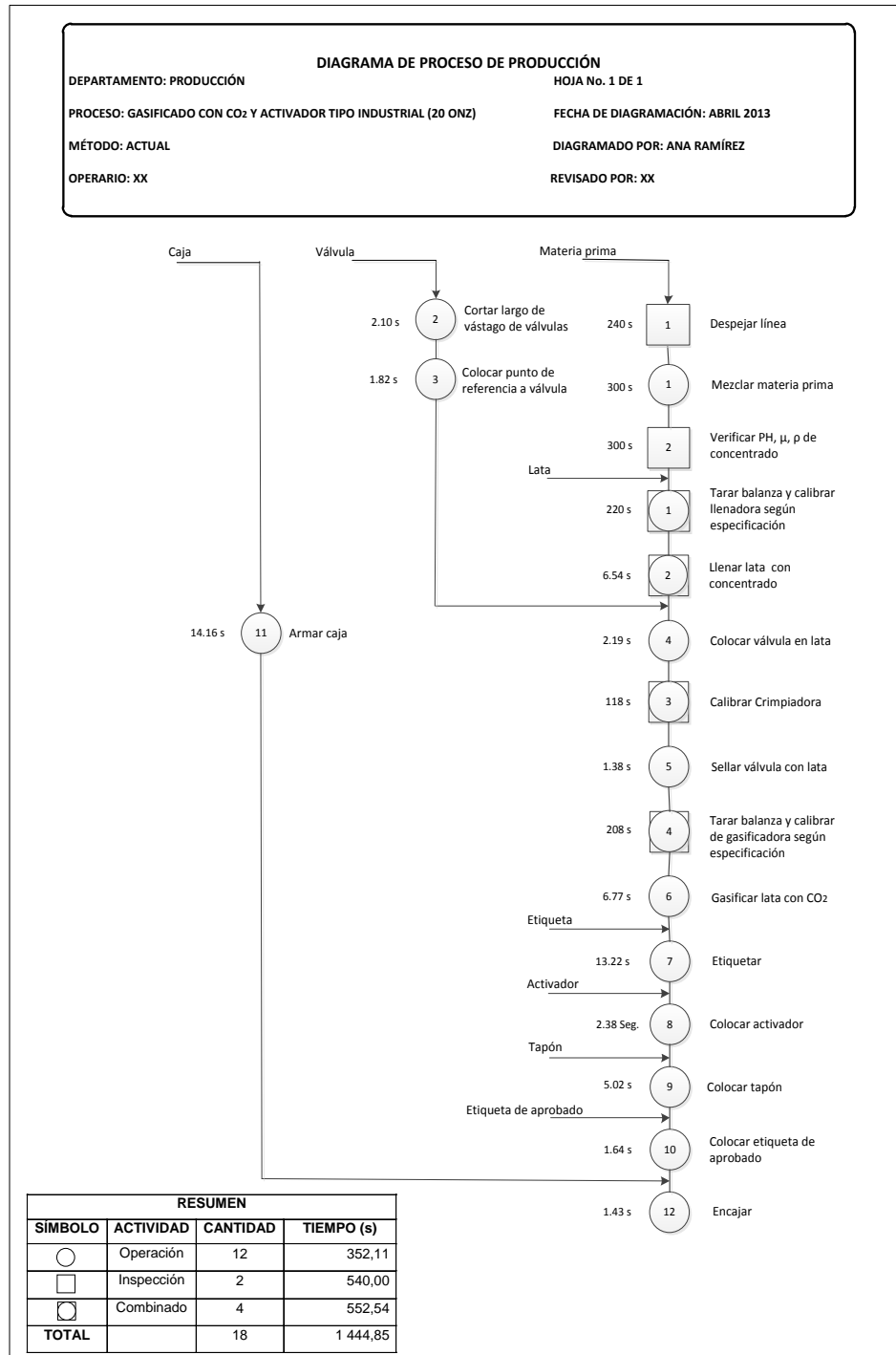
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 9. Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)



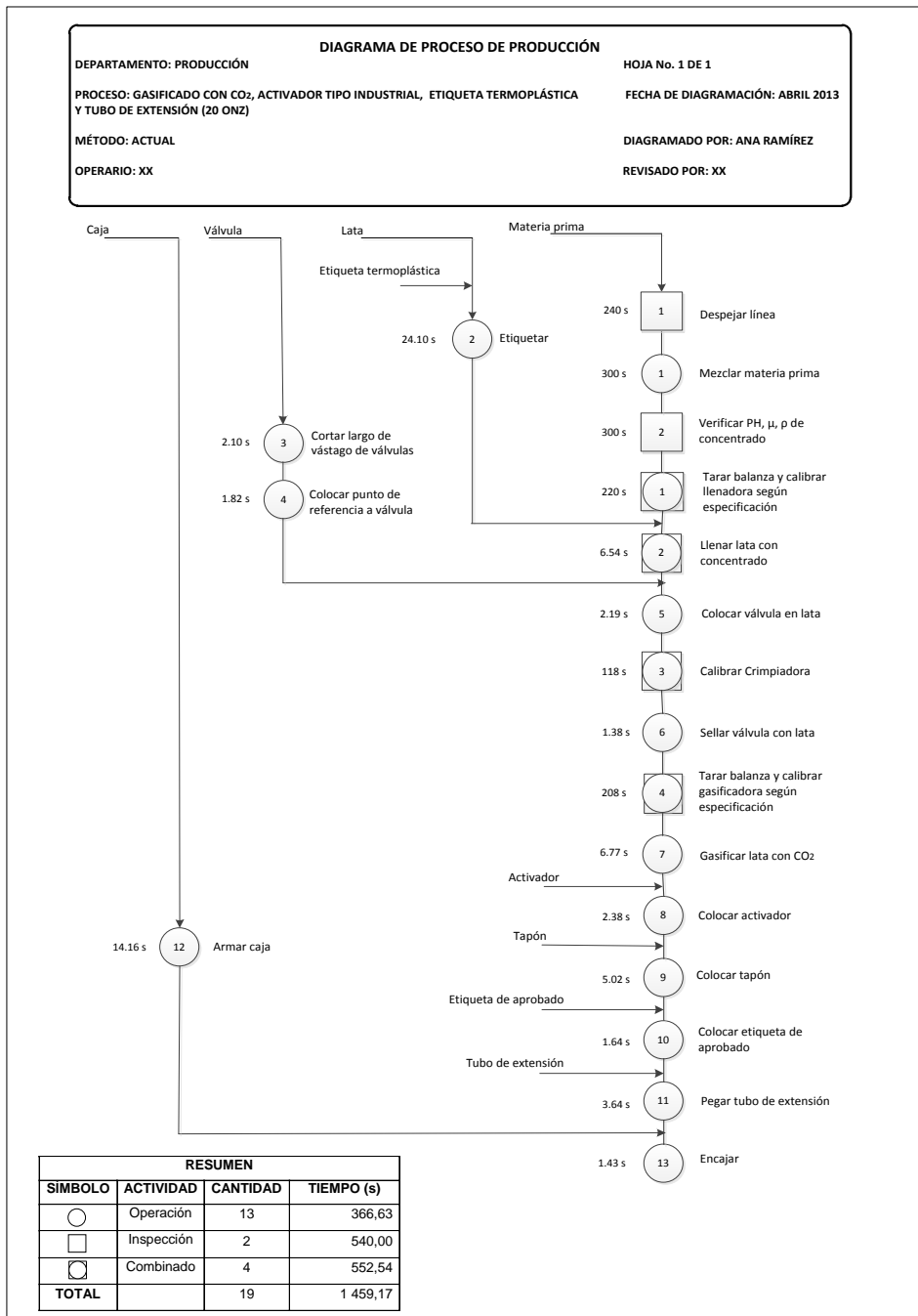
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 10. Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)



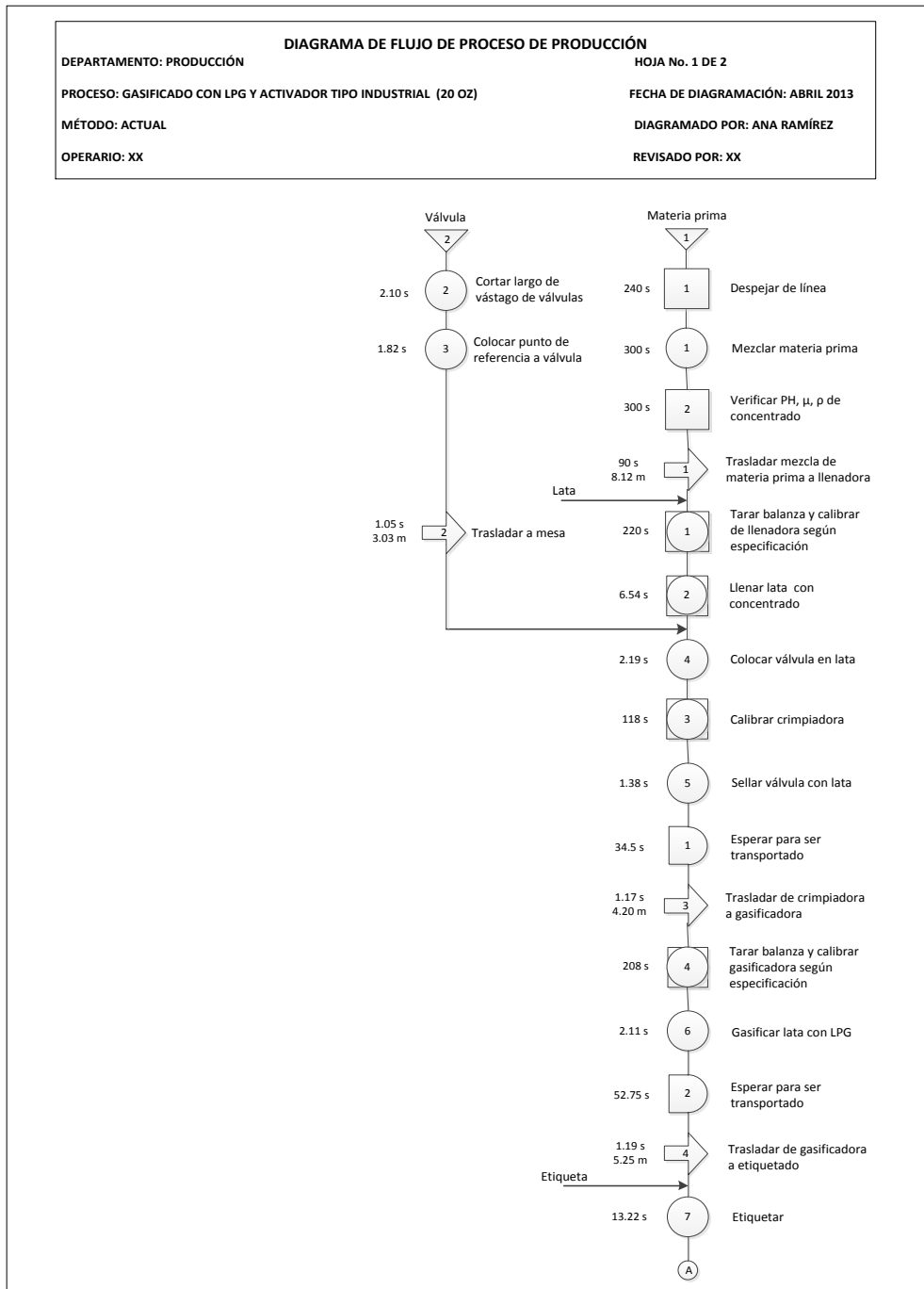
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 11. Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)

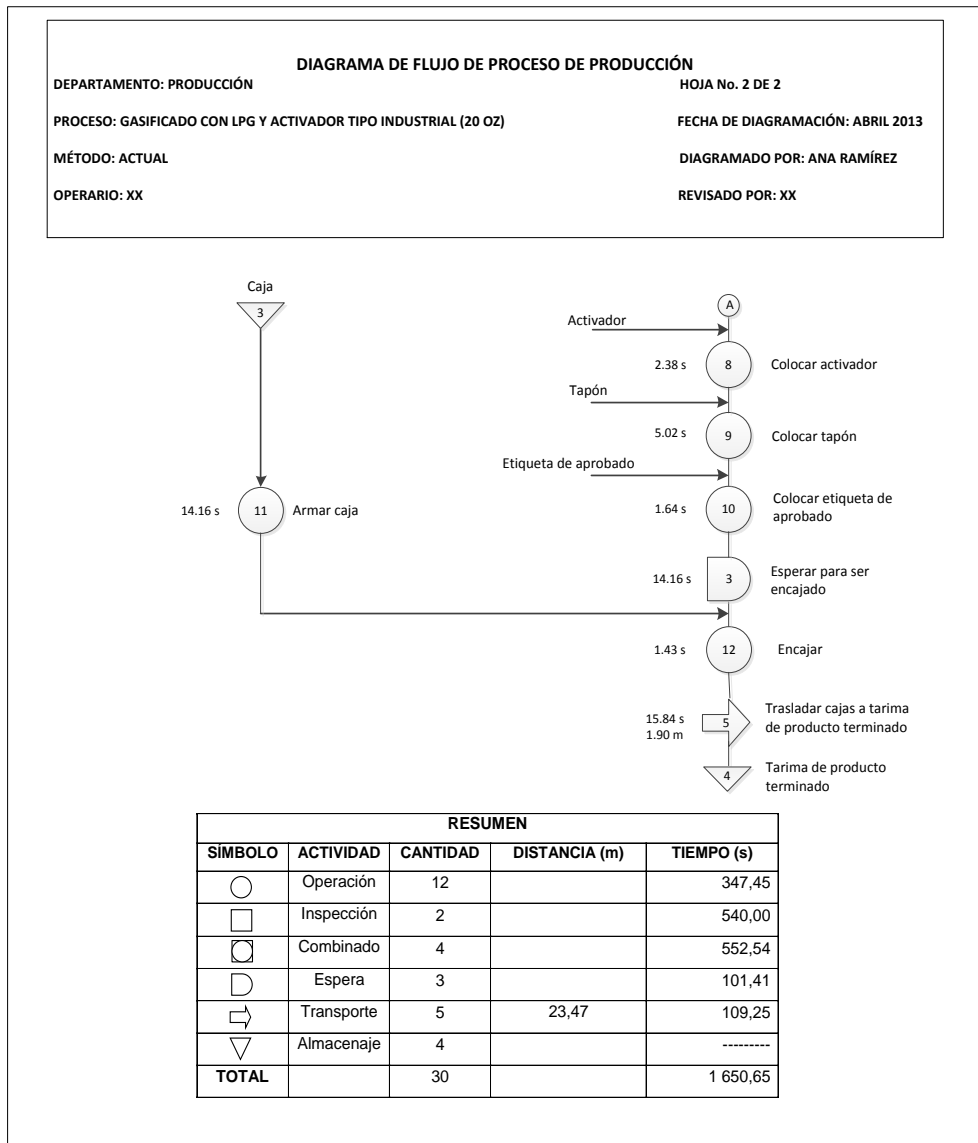


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 12. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)

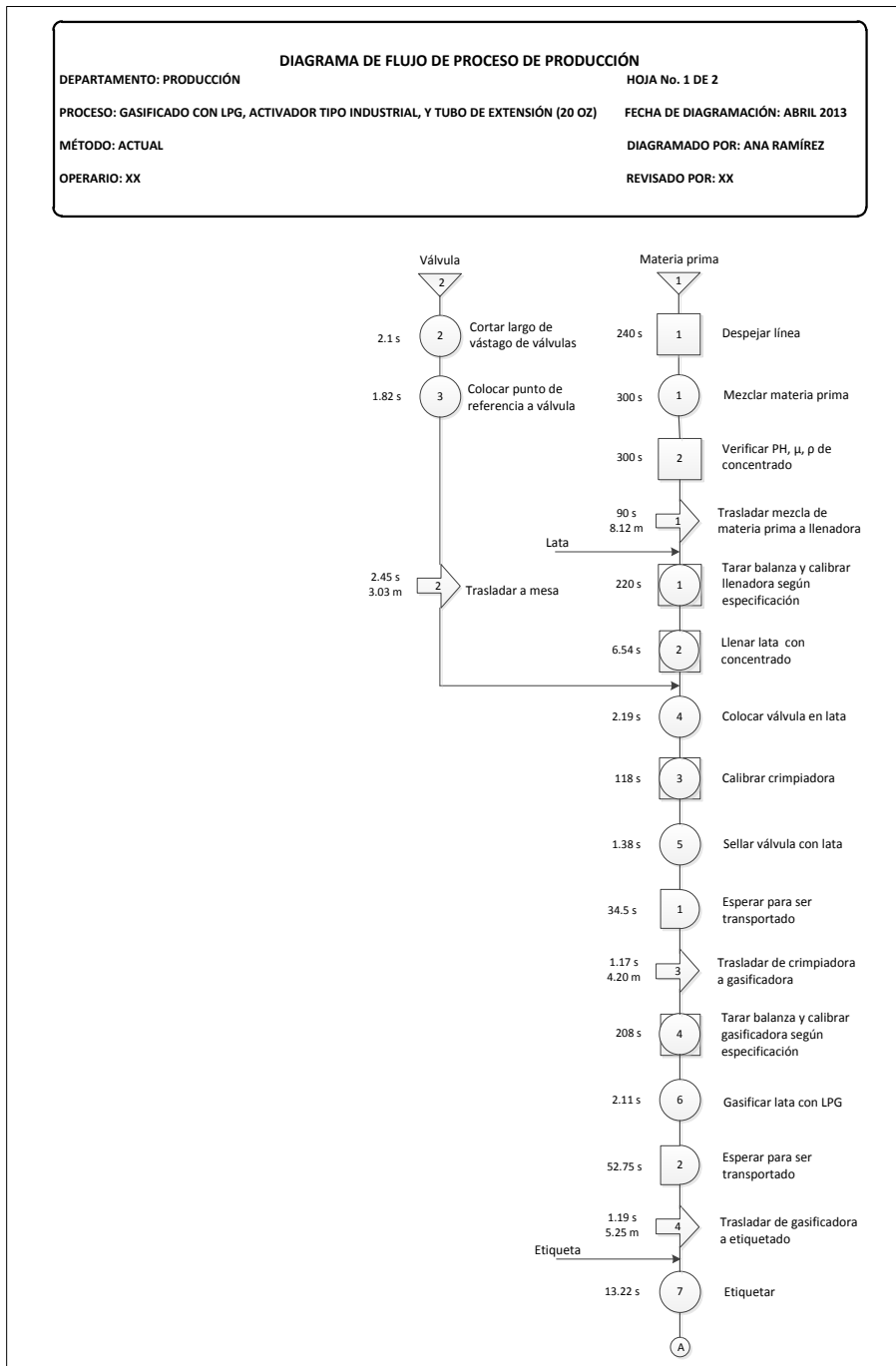


Continuación de la figura 12.

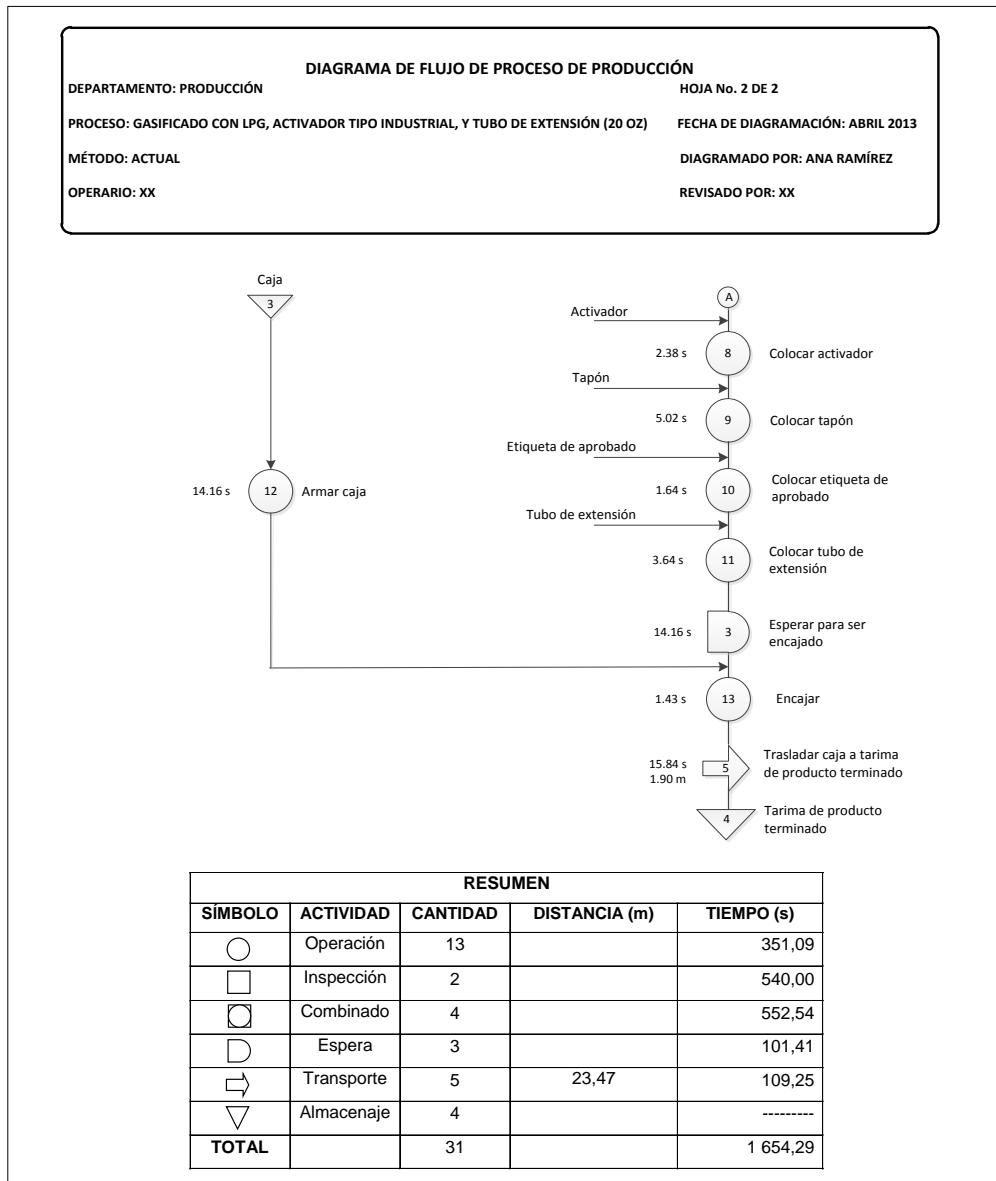


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)

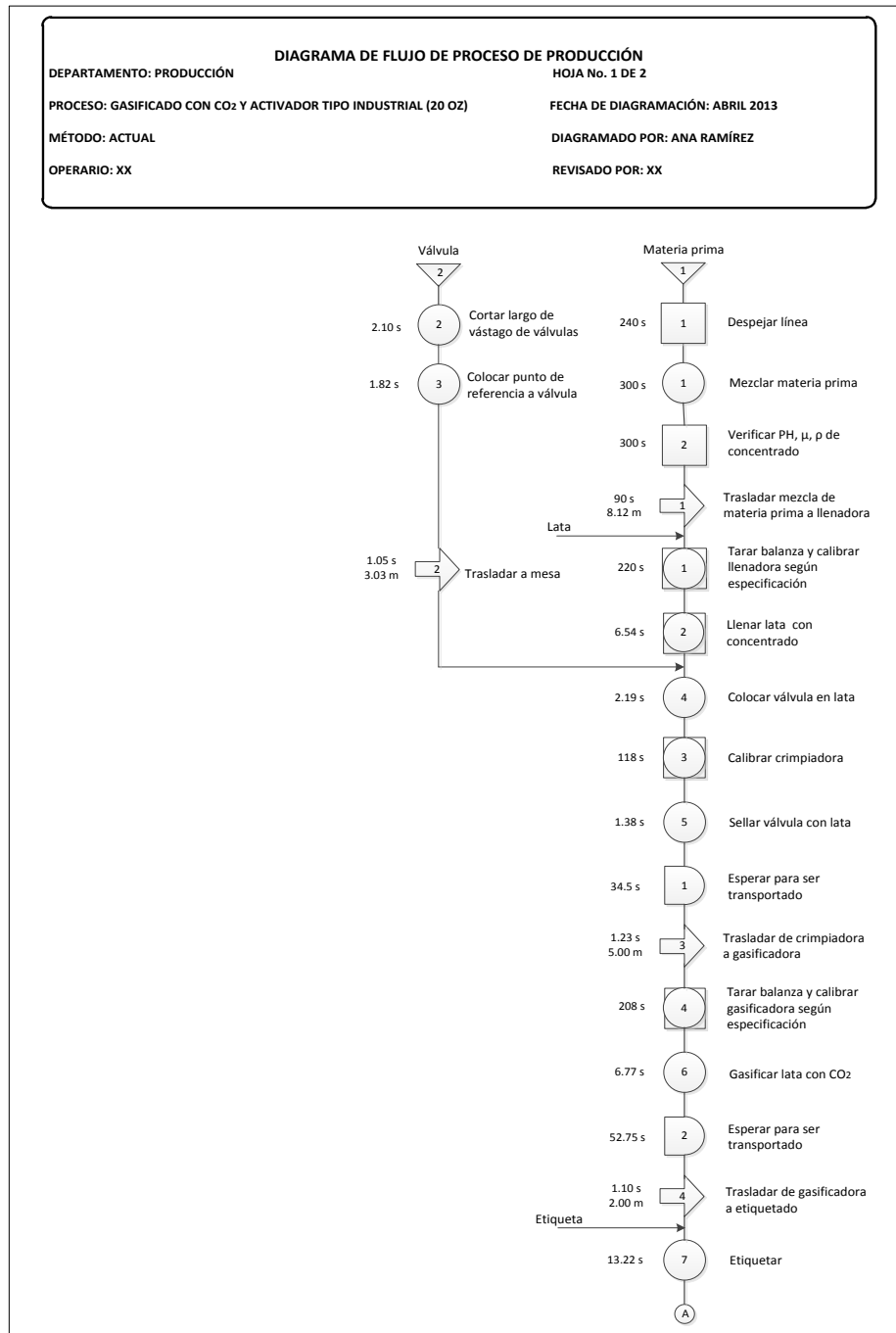


Continuación de la figura 13.

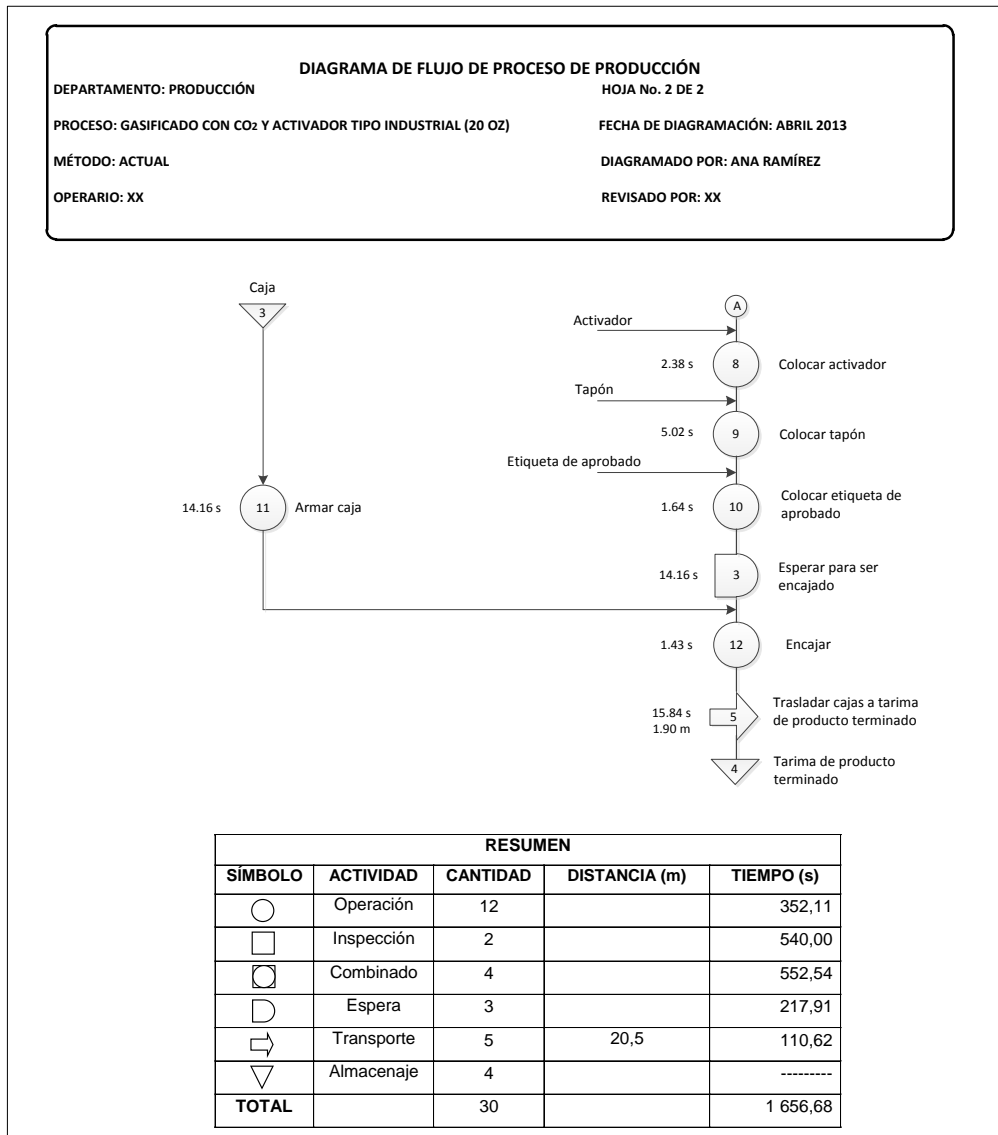


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)

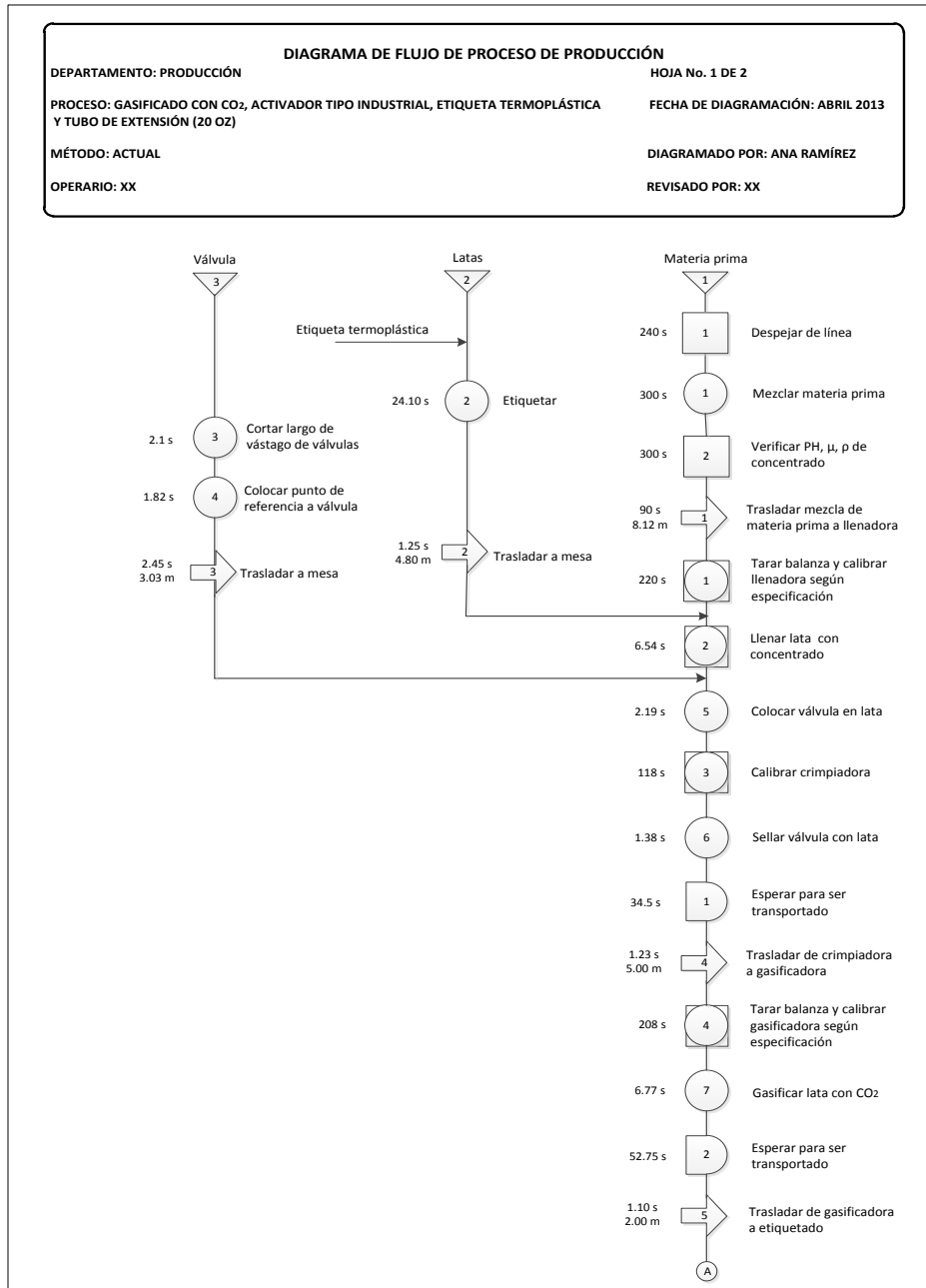


Continuación de la figura 14.

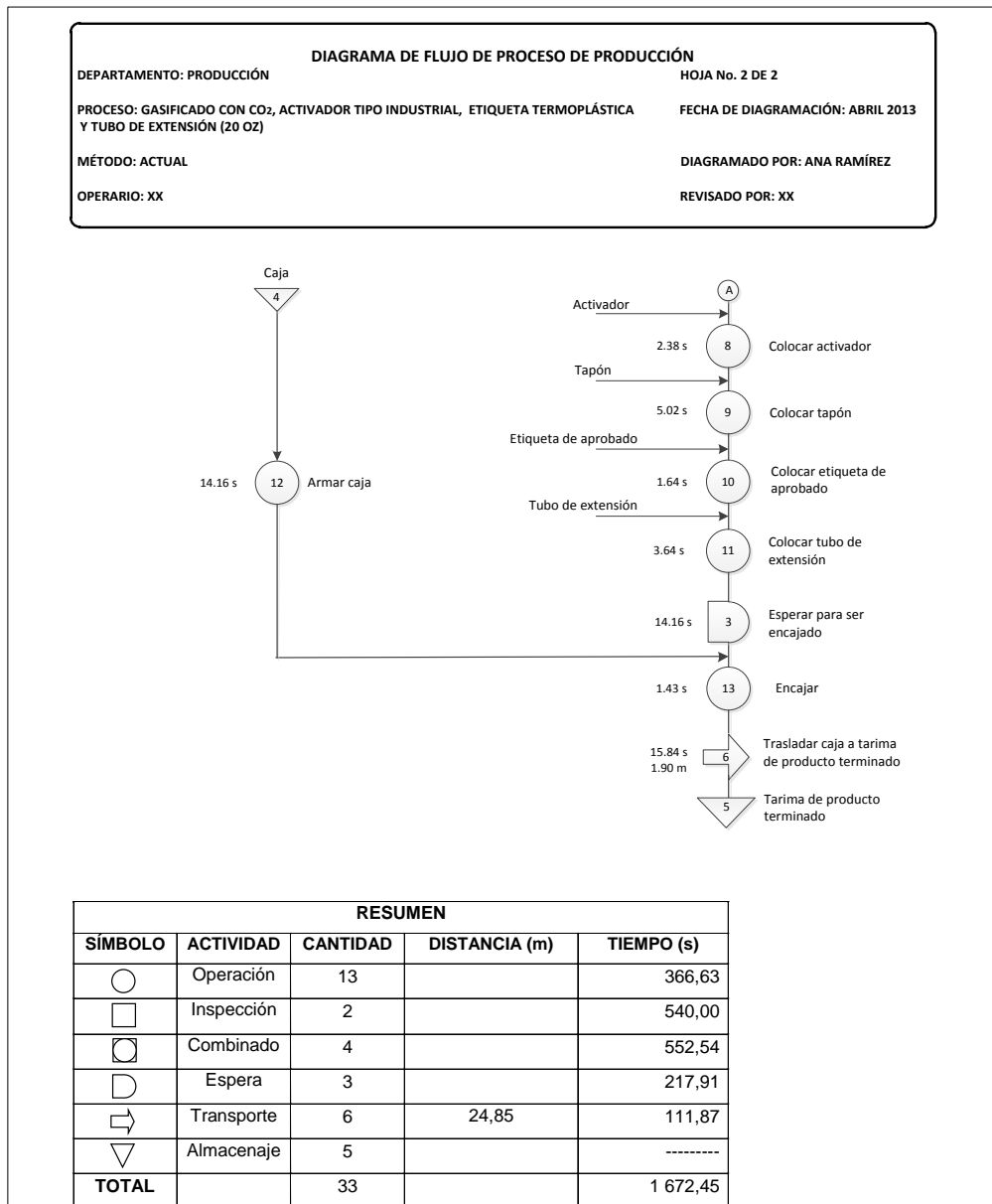


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 15. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)

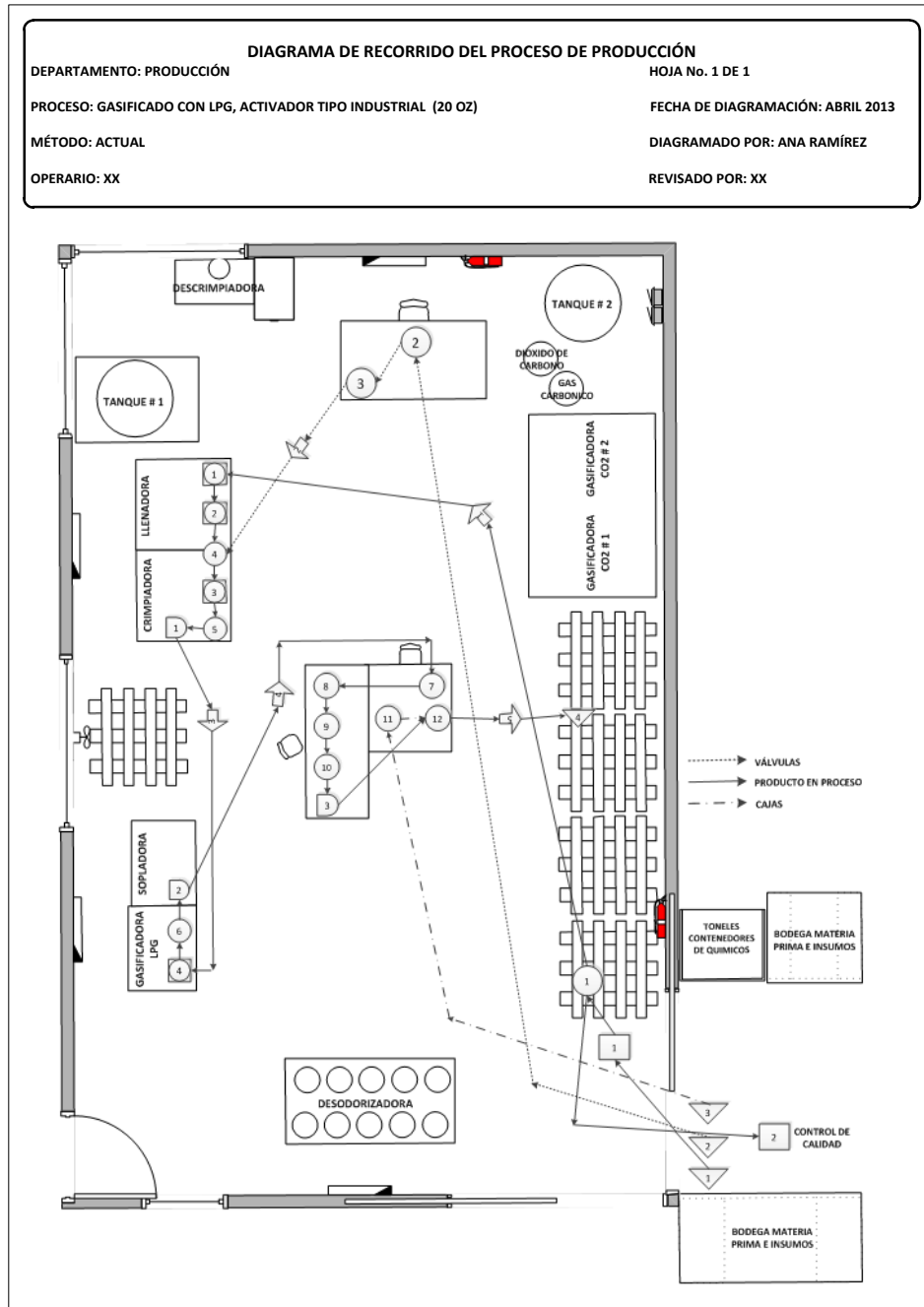


Continuación de la figura 15.



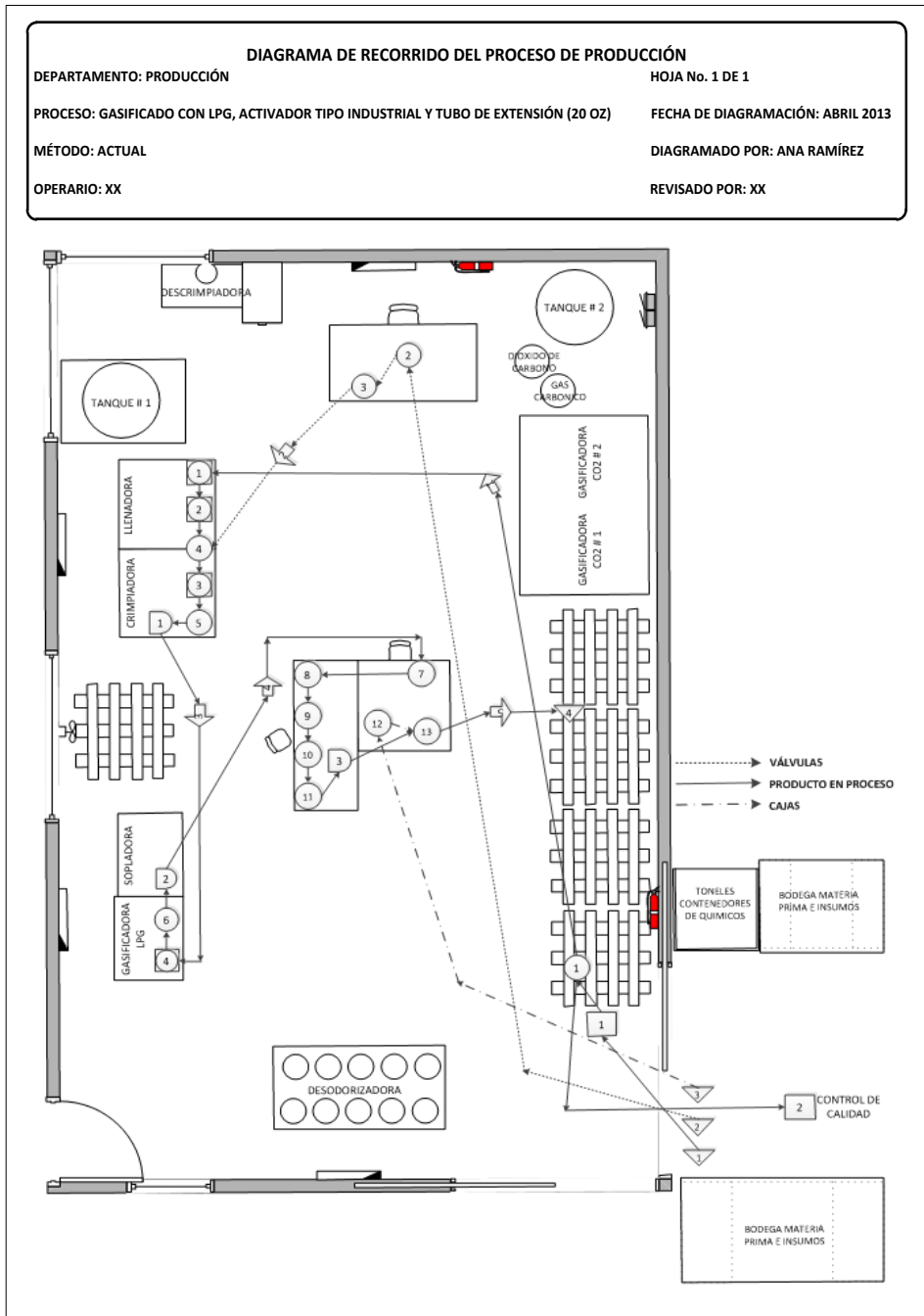
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 16. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)



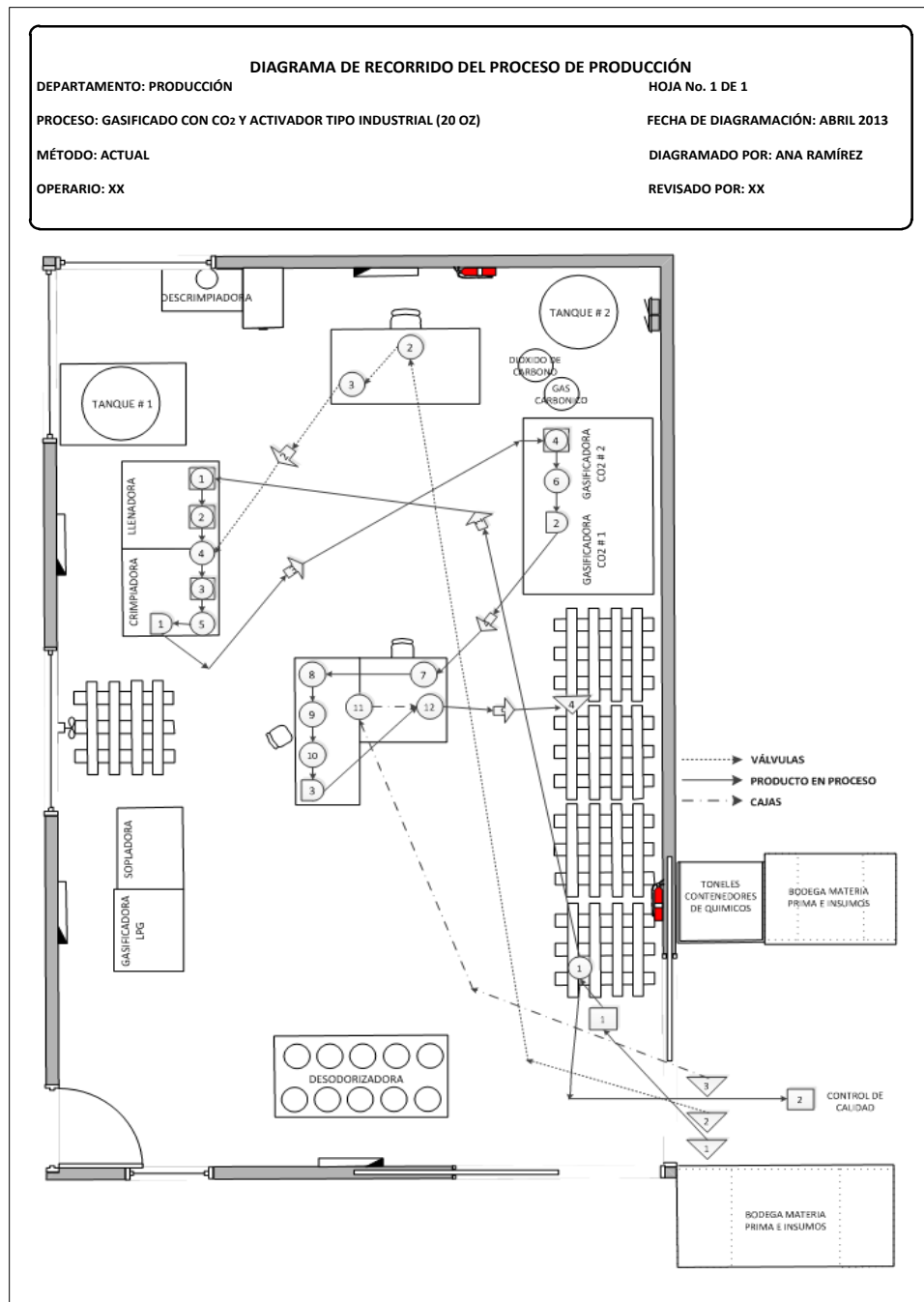
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 17. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)



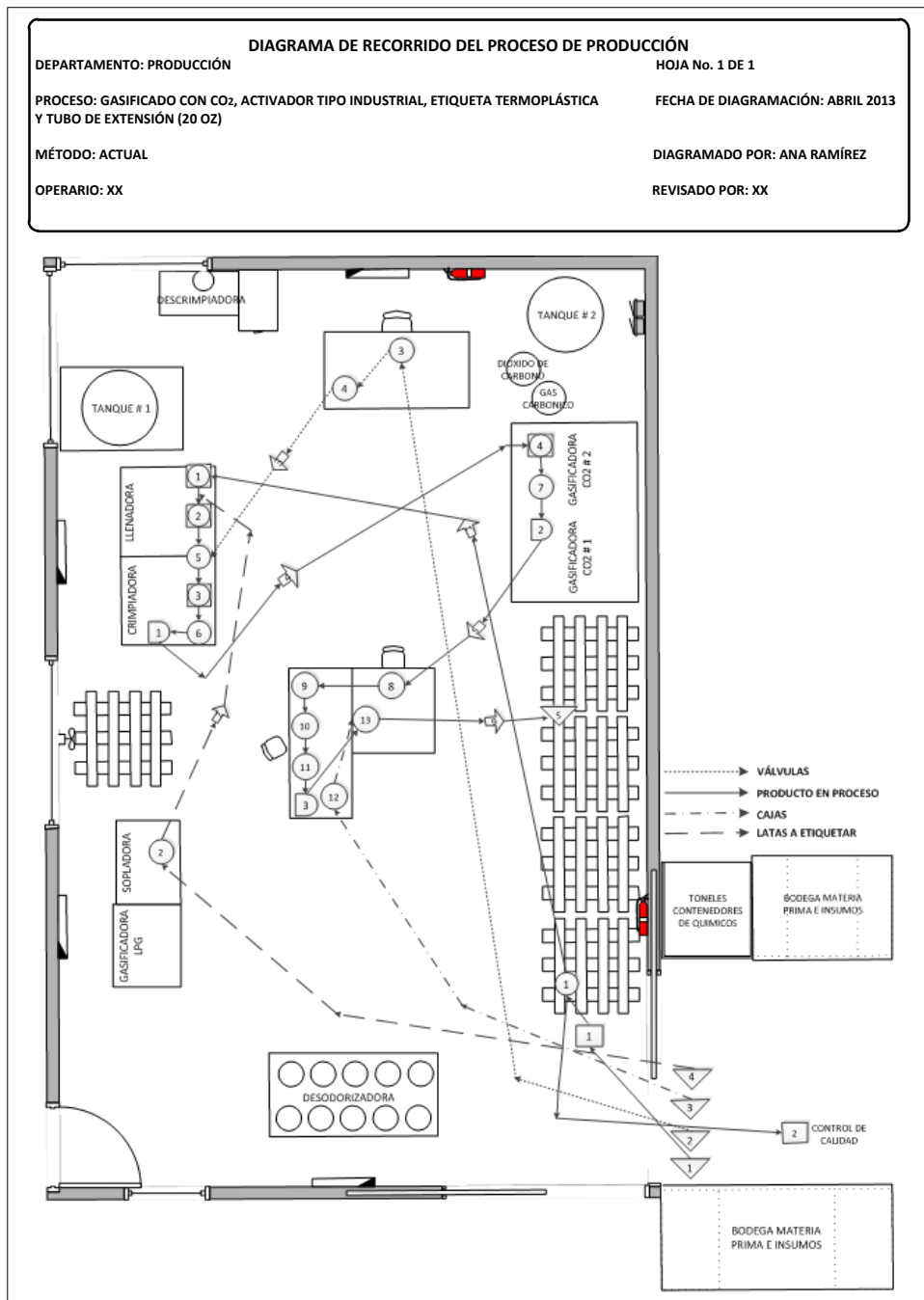
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 18. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)



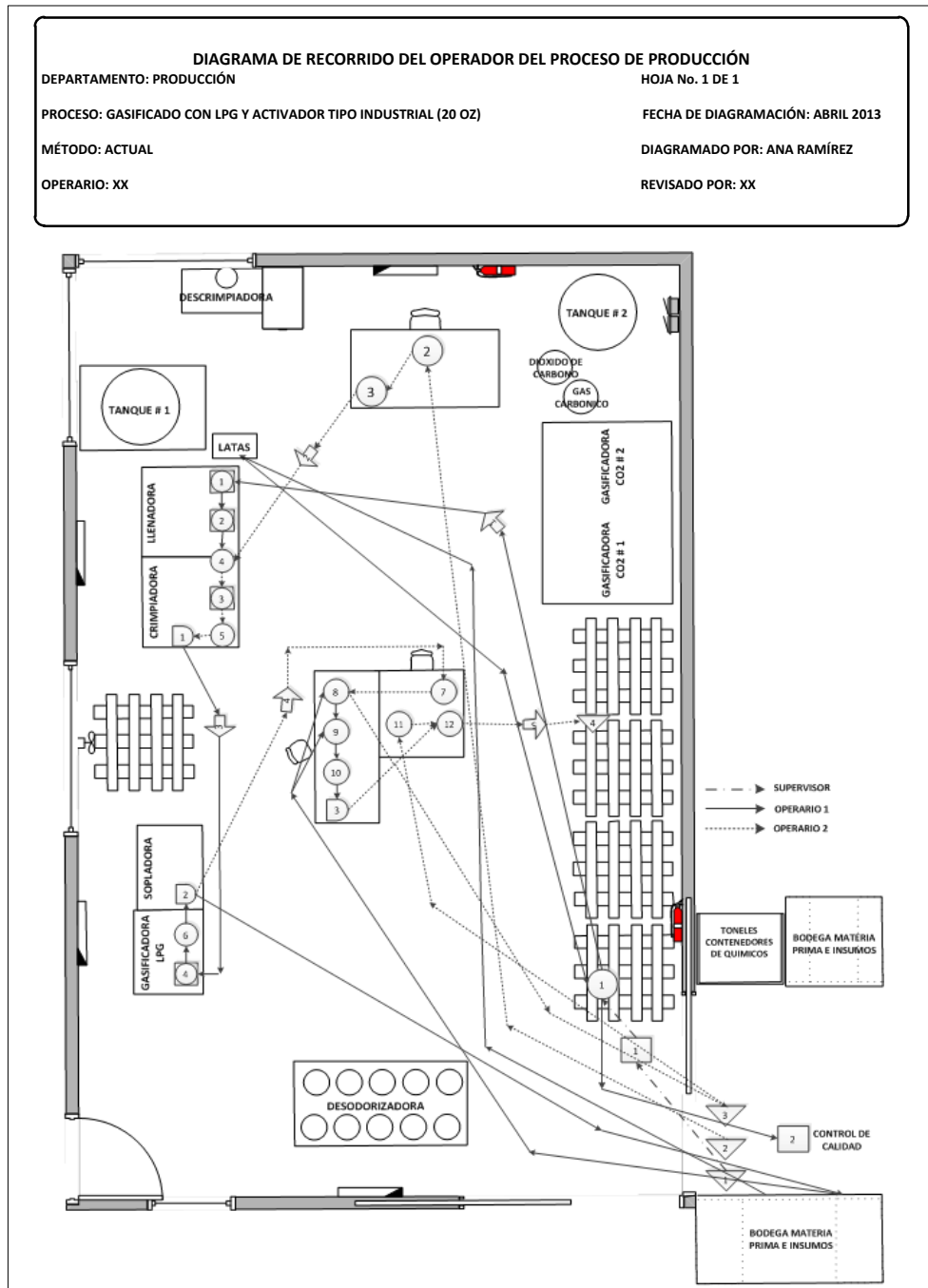
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 19. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)



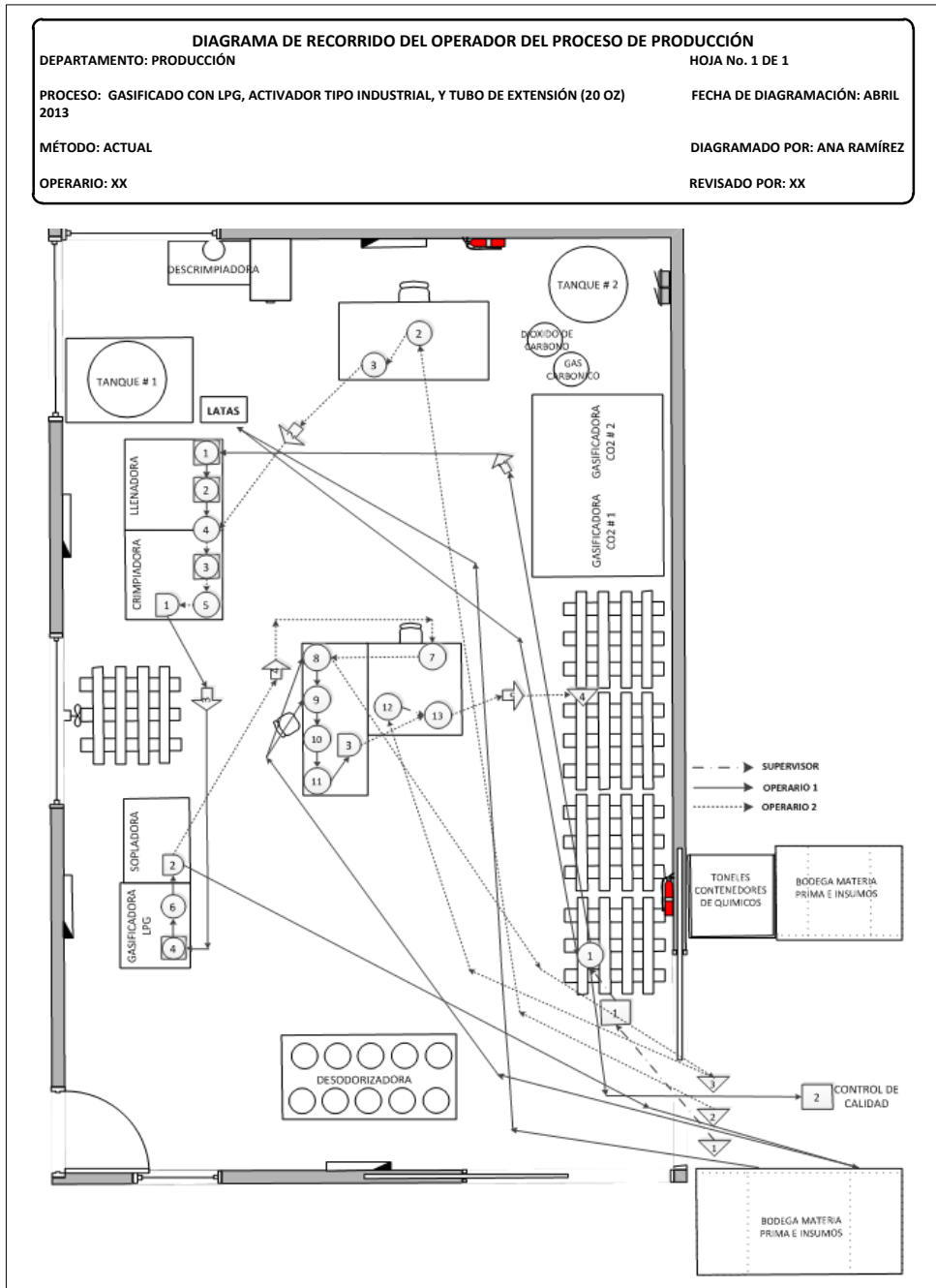
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 20. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)



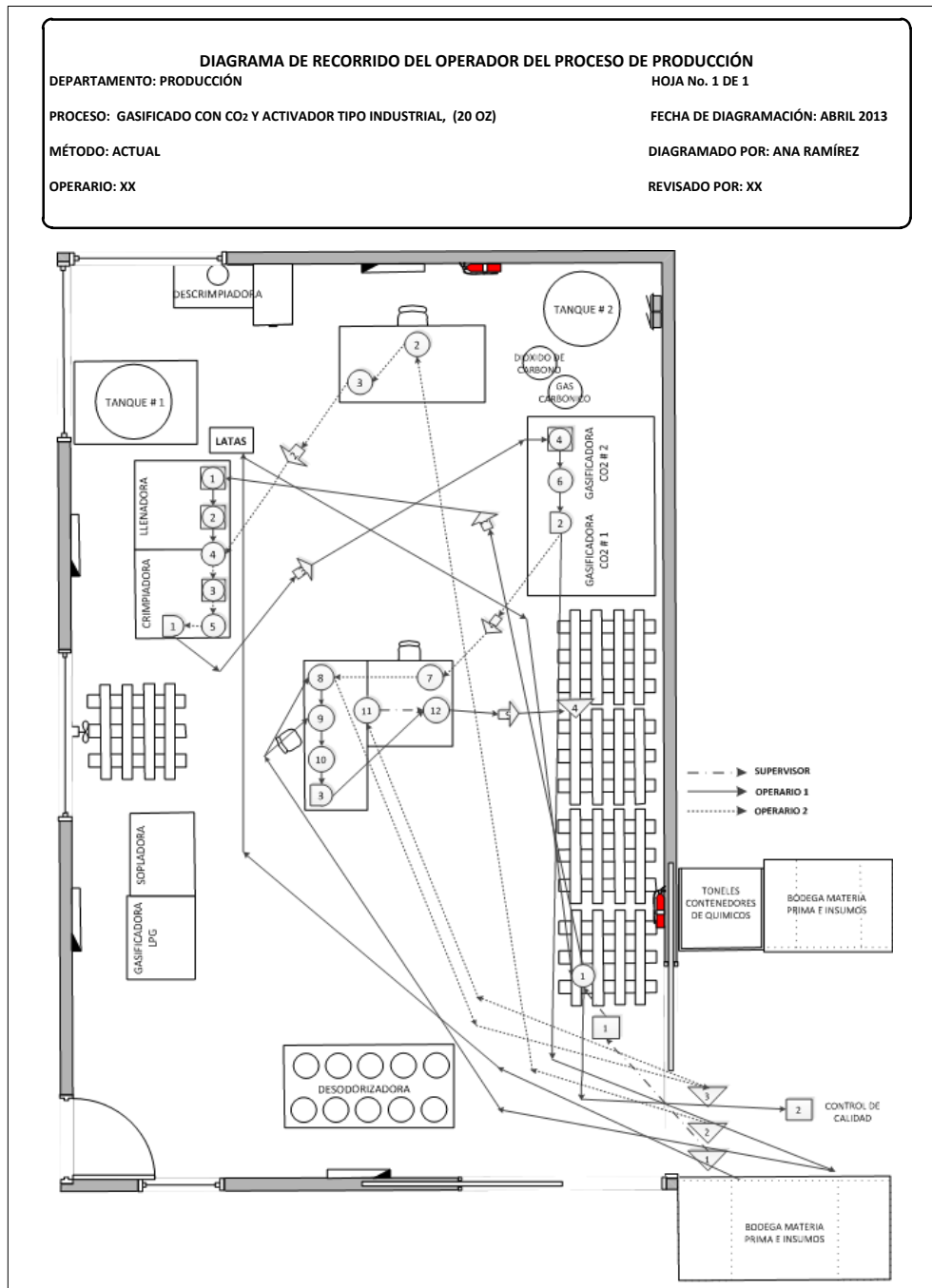
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio

Figura 21. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)



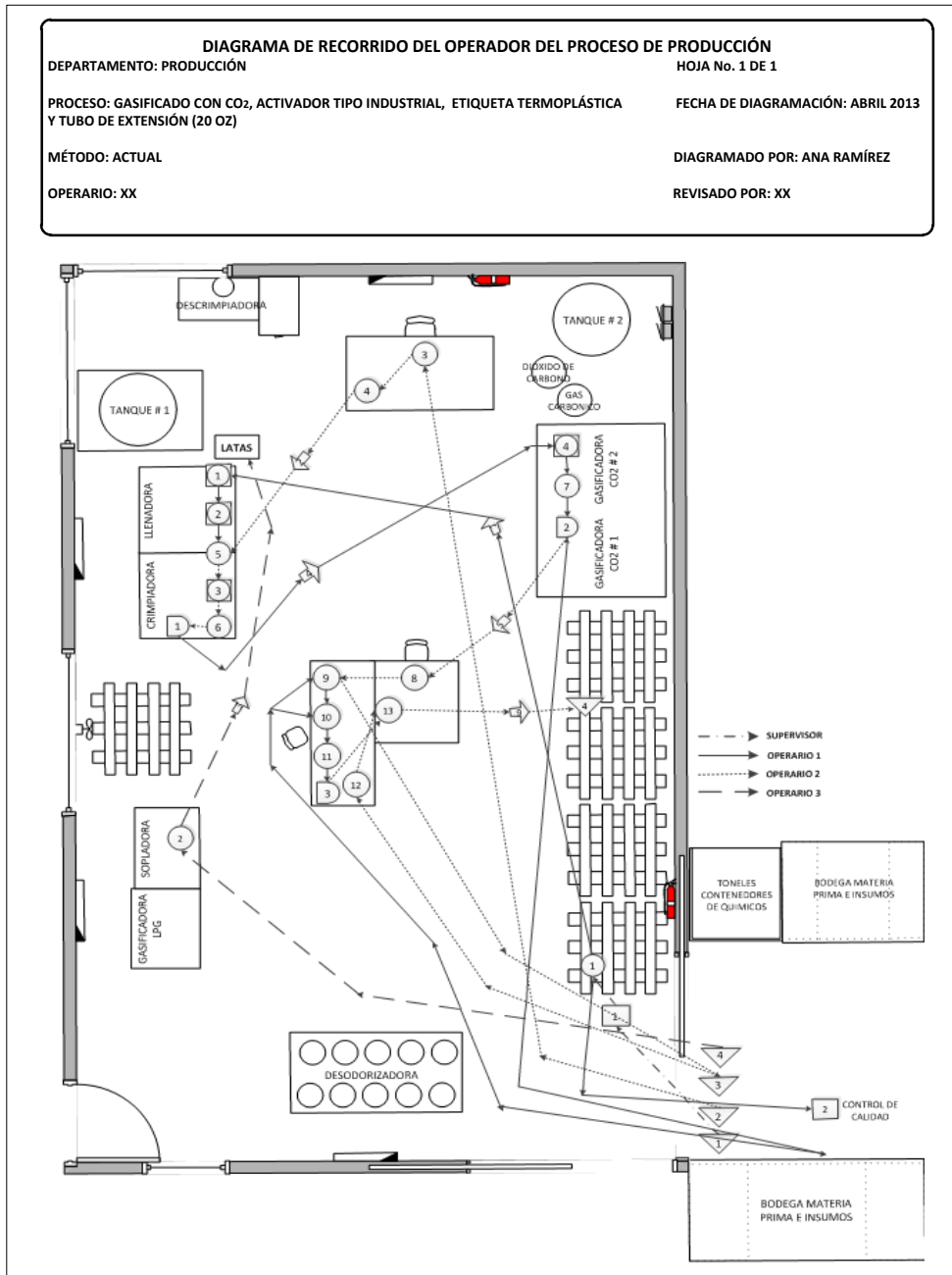
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 22. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 23. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

En los diagramas de flujo del proceso y recorrido del proceso se puede observar que existen demoras en las cuales el producto en proceso se queda un tiempo en espera a ser trasladados hacia la siguiente estación de trabajo. Los traslados recorren distancias que pueden ser disminuidas y se puede eliminar el cruce de producto en proceso, por ejemplo, cuando el producto se traslada hacia la estación de gasificado y de esta hacia la estación de etiquetado.

Para los diagramas de recorrido del operador se pudo observar que existen muchos traslados, esto se debe a que los insumos que se utilizan para la producción no se ingresan al inicio de la producción.

3.1.3. Operaciones y actividades innecesarias

En todo proceso de producción siempre existen mejores métodos para realizar ciertas operaciones, entre los mejores métodos se pueden encontrar aquellos que aseguran la calidad del producto final.

Como se pudo observar en los diagramas anteriores, los de flujo del proceso productivo y los de recorrido del proceso muestran claramente actividades que suman tiempos y distancias al proceso que son innecesarias.

El corte del largo del vástago de la válvula como se indicó en la descripción del proceso, puede ser eliminado al solicitarle al proveedor que las válvulas sean entregadas bajo especificaciones dadas por parte de la empresa.

Entre estas también están los recorridos de los operadores hacia la bodega de materia prima, para hacer la recolección de los diferentes insumos

que son necesarios para el proceso productivo. Así también, el producto en proceso recorre distancias que pueden ser disminuidas.

Se pueden observar las demoras que tiene el producto en proceso en espera para ser trasladados por un operador hacia la siguiente estación de trabajo. Las cuales también pueden ser eliminadas; lo anterior se verá reflejado en los diagramas que serán propuestos.

3.1.4. Método mejorado en la manipulación del producto en proceso

La manipulación del producto durante el proceso productivo es muy importante ya que es parte principal de la calidad que tendrá el producto final.

La mezcla de materia prima, se debe hacer en una tarima contenedora de derrames, lo cual ante un posible derrame evita que este caiga sobre el suelo. En la nueva tarima para mezclar la materia prima se tendrá solamente lo que se mezclará, evitando que ante un derrame este pueda ocasionar alguna reacción con las otras materias primas. Por lo que se debe contar con dos tarimas contenedoras de derrame, una para posicionar las diferentes materias primas y otra para realizar la mezcla de la materia prima que será utilizada para la producción de aerosoles.

El traslado de la materia prima hacia la estación de llenado, se realizará con la ayuda de un transportador manual de materiales, en el cual se colocará el tonel que contiene la mezcla y con la ayuda de un cincho será asegurado al transportador, para ser transportado, esto asegura que el transporte será más rápido y seguro.

Implementar el uso de transportadoras de rodillos para el traslado de las latas de una estación de trabajo a otra, garantiza que estas no caerán al suelo provocando algún tipo de accidente o pérdida del producto que está siendo procesado.

3.2. Línea de producción

Para la maquinaria que se utiliza en la línea de producción se propone una reacomodación de la misma, por medio de un acercamiento entre estas para reducir las distancias que debe recorrer el producto en proceso.

Así también, como se pudo dar a conocer en la descripción del proceso se colocarán herramientas que ayudarán a facilitar el proceso productivo, como carretilla para el ingreso de los diferentes insumos a utilizar en la línea de producción, transportador manual para la mezcla de materia prima y transportadoras de rodillos.

3.2.1. Estaciones de trabajo

Algunas estaciones de trabajo deben ser cambiadas de lugar para mejorar el flujo del producto en proceso y evitar cruces del producto, esto será dependiendo del producto que se esté produciendo. Para el proceso con gasificado LPG las modificaciones se pueden observar en la figura 32 de la página 90; y para el proceso con gasificado CO₂, en la figura 34 de la página 92.

Cada estación de trabajo debe contar desde el inicio del proceso productivo con los insumos necesarios para que se pueda realizar las operaciones sin necesidad de estarse dirigiendo a buscar cada recurso cuando

sea necesario utilizarlo a la bodega de materia prima. Esto permitirá una reducción del tiempo en el cual el operador se dedica a la recolección de los insumos, ya que se contará con estos en la cantidad necesaria desde el inicio de la producción, para evitar pérdidas de tiempo en estar recolectando los insumos separadamente.

3.2.1.1. Modificaciones en las estaciones de trabajo

Con base en los diagramas se puede observar, que cambios de lugar de algunas estaciones de trabajo, como de herramientas y las posiciones en las que se encuentran en cada estación de trabajo, es necesario realizar.

Lo que se busca con las modificaciones es que el operador tenga en la estación de trabajo todas las herramientas e insumos necesarios para poder realizar su trabajo de forma correcta, evitando pérdidas de tiempo o retrasos en búsqueda de éstos.

3.2.1.2. Eliminación de costos ocultos

De acuerdo al estudio de tiempos realizado, se tiene una propuesta para la reducción del tiempo en el proceso, que se basa en la reducción de las distancias que recorre tanto el producto en su proceso de producción como el operador en la recolección de los insumos utilizados para el mismo proceso. La modificación que se propone para la reducción de las distancias es la reubicación de las estaciones de trabajo, esto se mostrará en los diagramas de recorrido propuestos.

Debe procurarse la eliminación de las demoras que se tienen por la espera del producto en proceso y el traslado hacia las siguientes estaciones de trabajo, ya que esto se convierte en tiempo perdido.

Se propone también, que se solicite al proveedor de las válvulas que estas ya sean entregadas con las diferentes medidas de largo de vástago de válvulas que se utilizan para cada producto.

Si no se puede obtener las válvulas de parte del proveedor con las medidas, se propone que en el tiempo libre que los operadores no tienen actividades de producción, estos pueden realizar el corte del largo del vástago de las válvulas e irlas separando en cajas dependiendo el tamaño, cada caja identificada; se tiene un historial de ventas en cual puede ser utilizado para pronosticar la cantidad de cada producto que se va a producir, y con base en esto proceder a realizar el corte de los vástagos de las válvulas

3.2.2. Diagramas propuestos

El enfoque principal es la reducción de las distancias recorridas, por lo que los diagramas que se proponen se basan en tener un mejor flujo del producto en el proceso productivo y que no exista cruce entre el flujo de éste. Se propone la reubicación de estaciones de trabajo para la reducción de las distancias y la colocación de transportadoras para el traslado del producto en proceso.

Para el ingreso de los insumos que se utilizaran para la producción, se hará juntamente con la ayuda de una carretilla, colocando en cada estación de trabajo cada insumo que le corresponda.

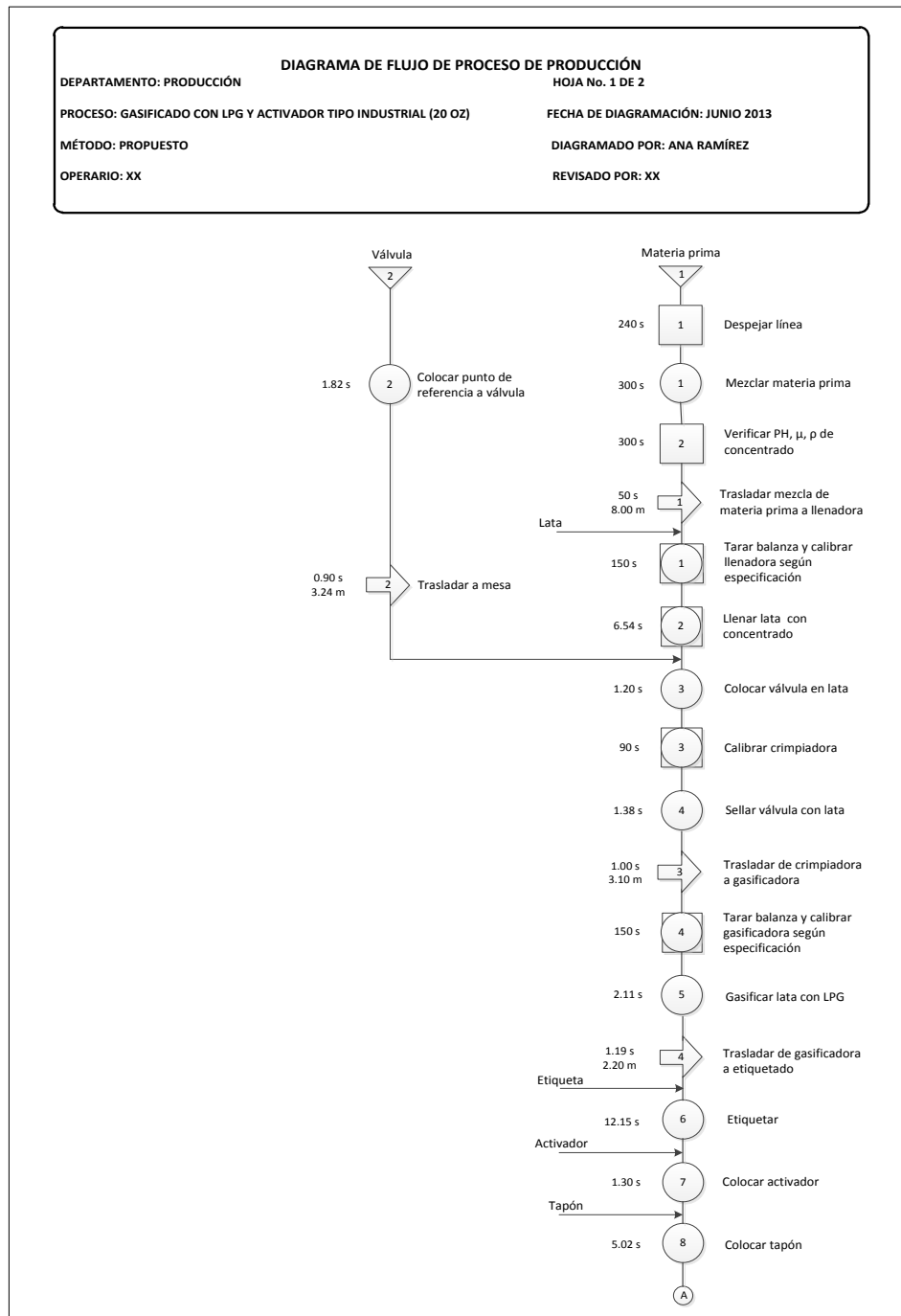
El proceso que cuenta con la operación de colocación de tubo de extensión, se propone que esta operación proceda a la operación de etiquetado.

3.2.2.1. Flujo

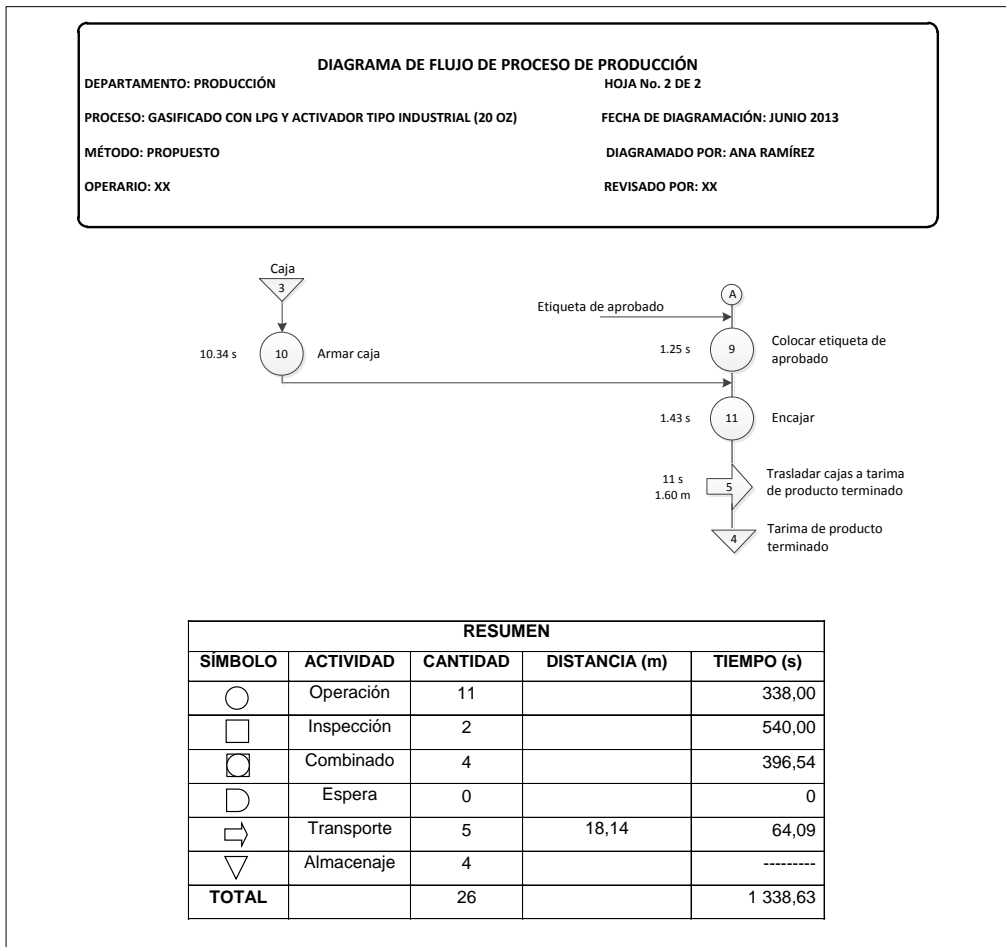
En los diagramas de flujo del proceso productivo se eliminaron las demoras que tenía el producto en proceso, además se reordenaron las operaciones colocándolas de forma tal que se siga un flujo acorde a las herramientas y equipos que se utilizan.

Lo anterior se puede ver en la figura 24 página 77, figura 25 página 79, figura 26 página 81 y figura 27 página 83.

Figura 24. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)

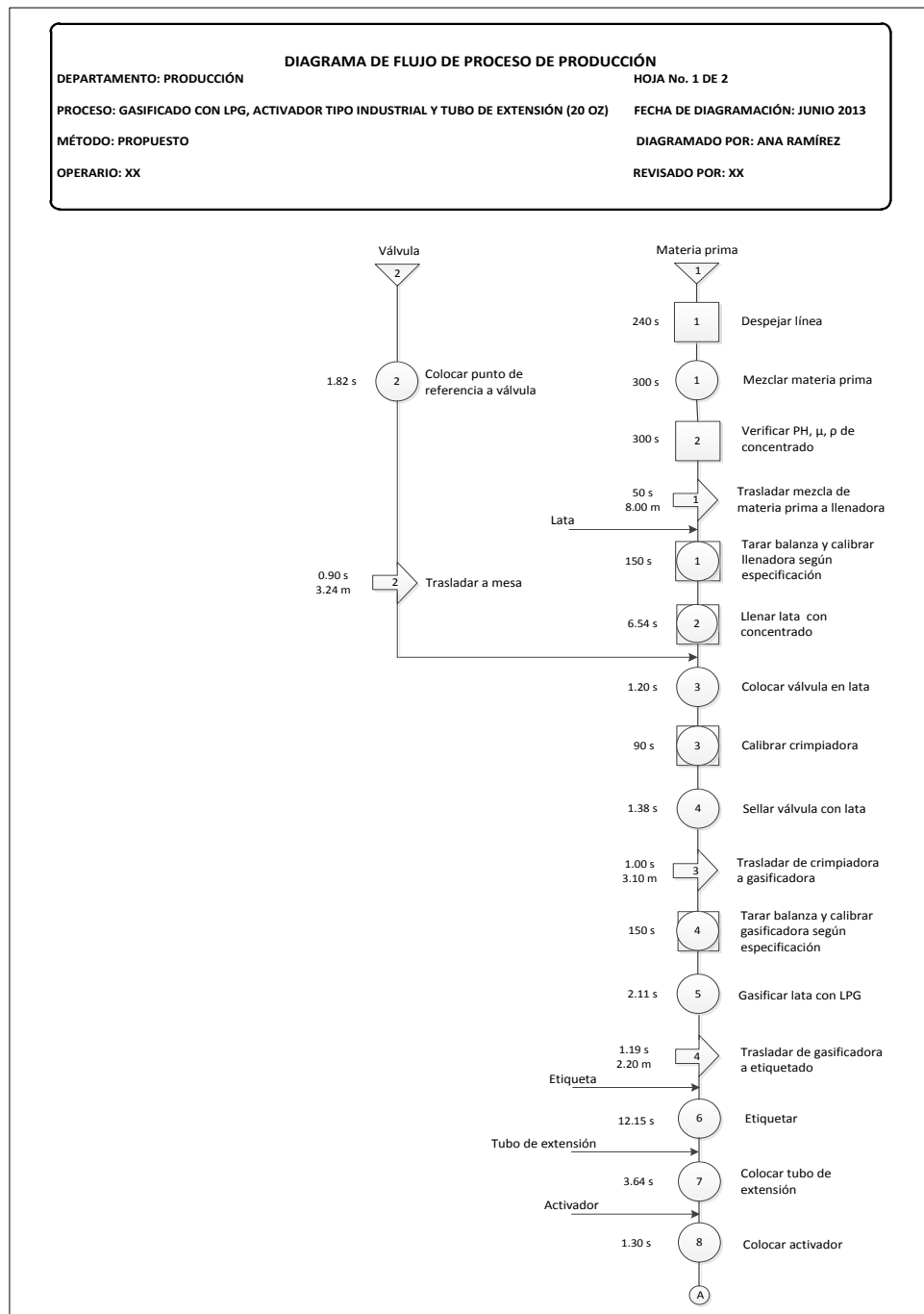


Continuación de la figura 24.

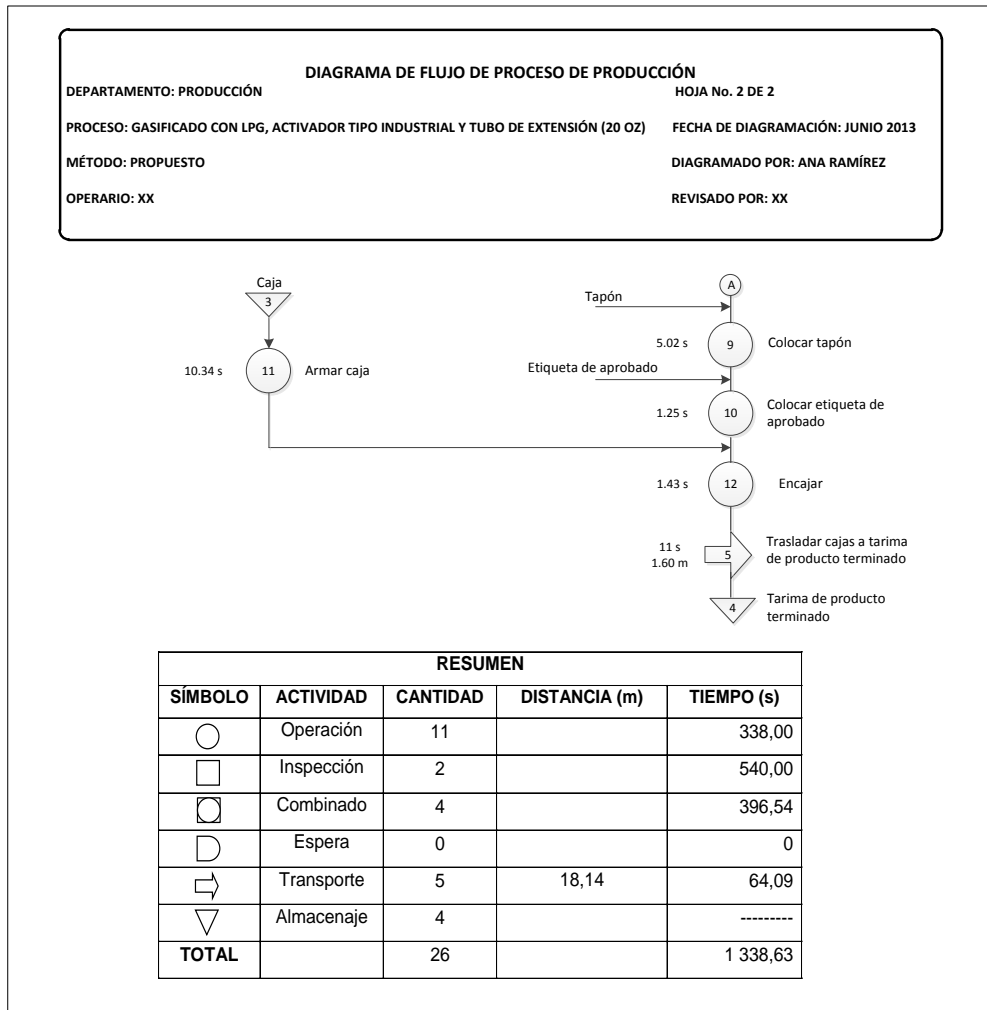


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 25. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)

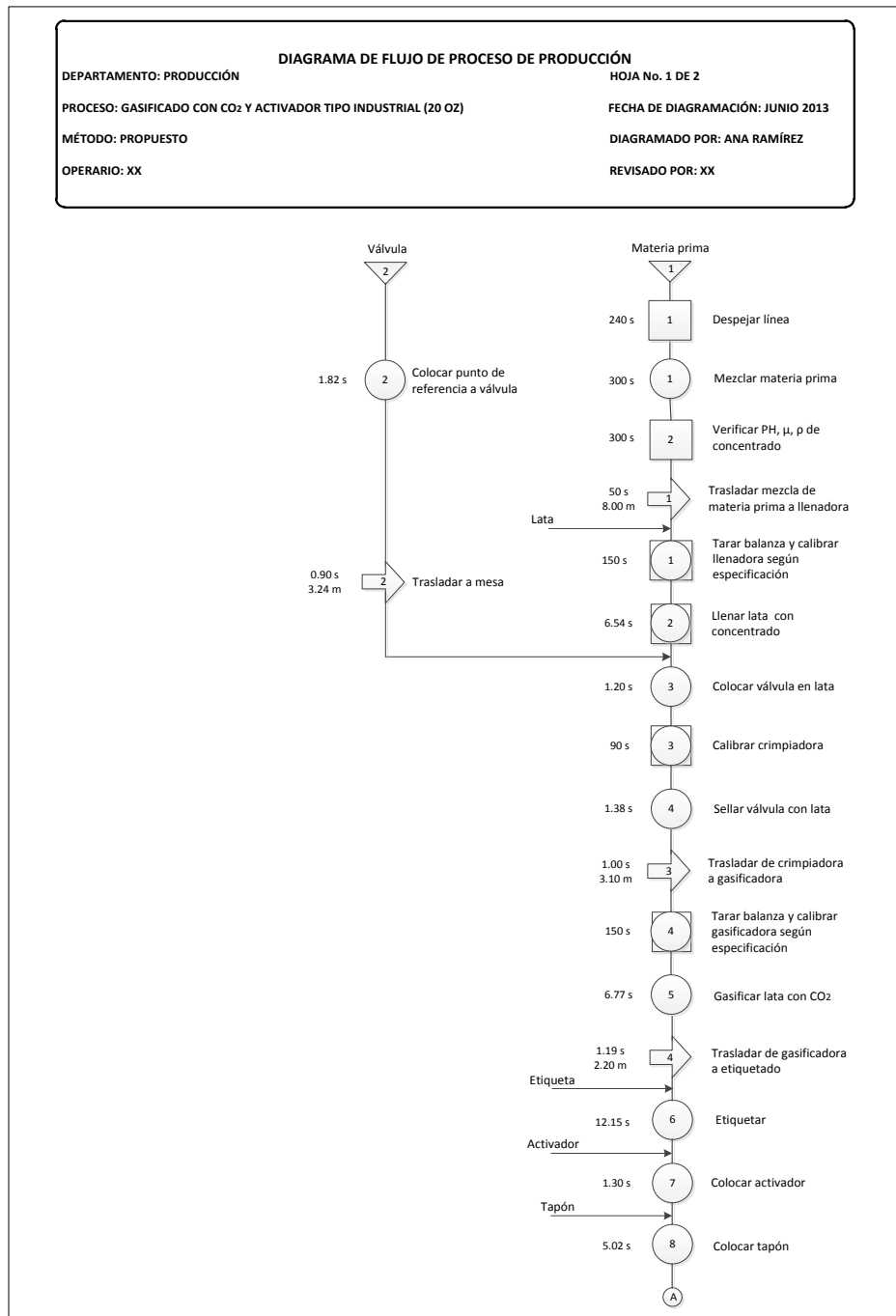


Continuación de la figura 25.

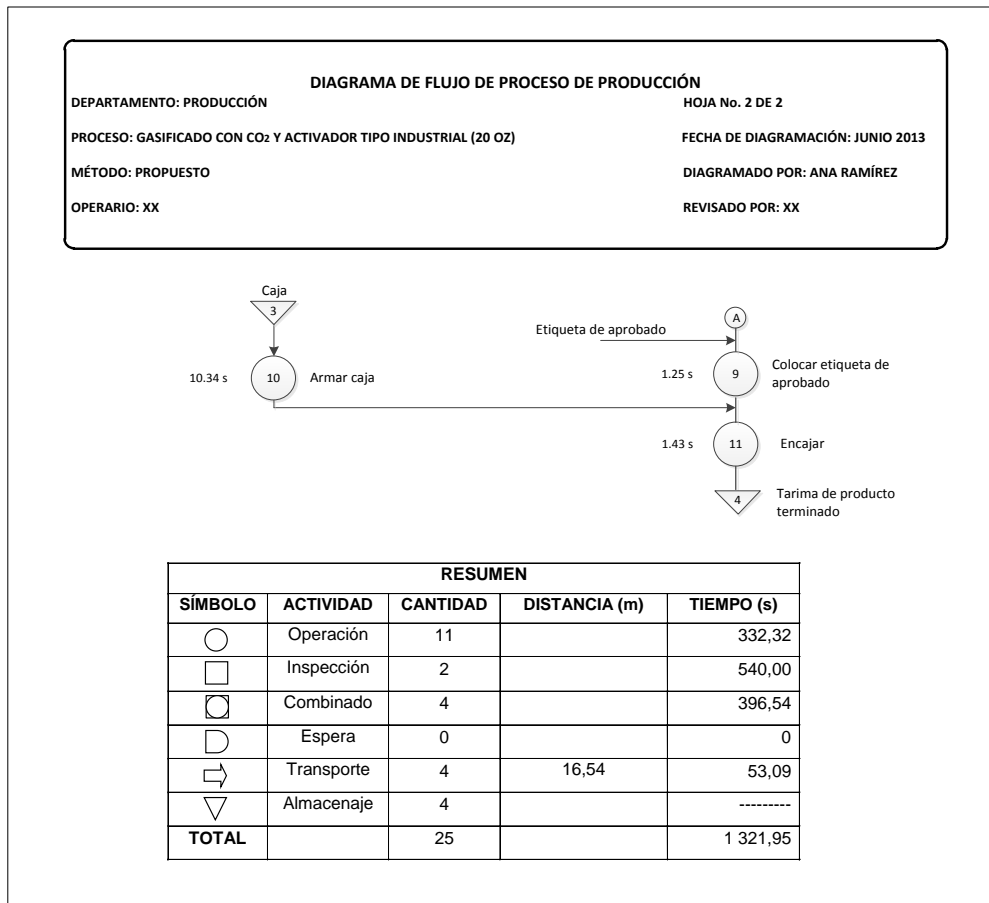


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 26. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)

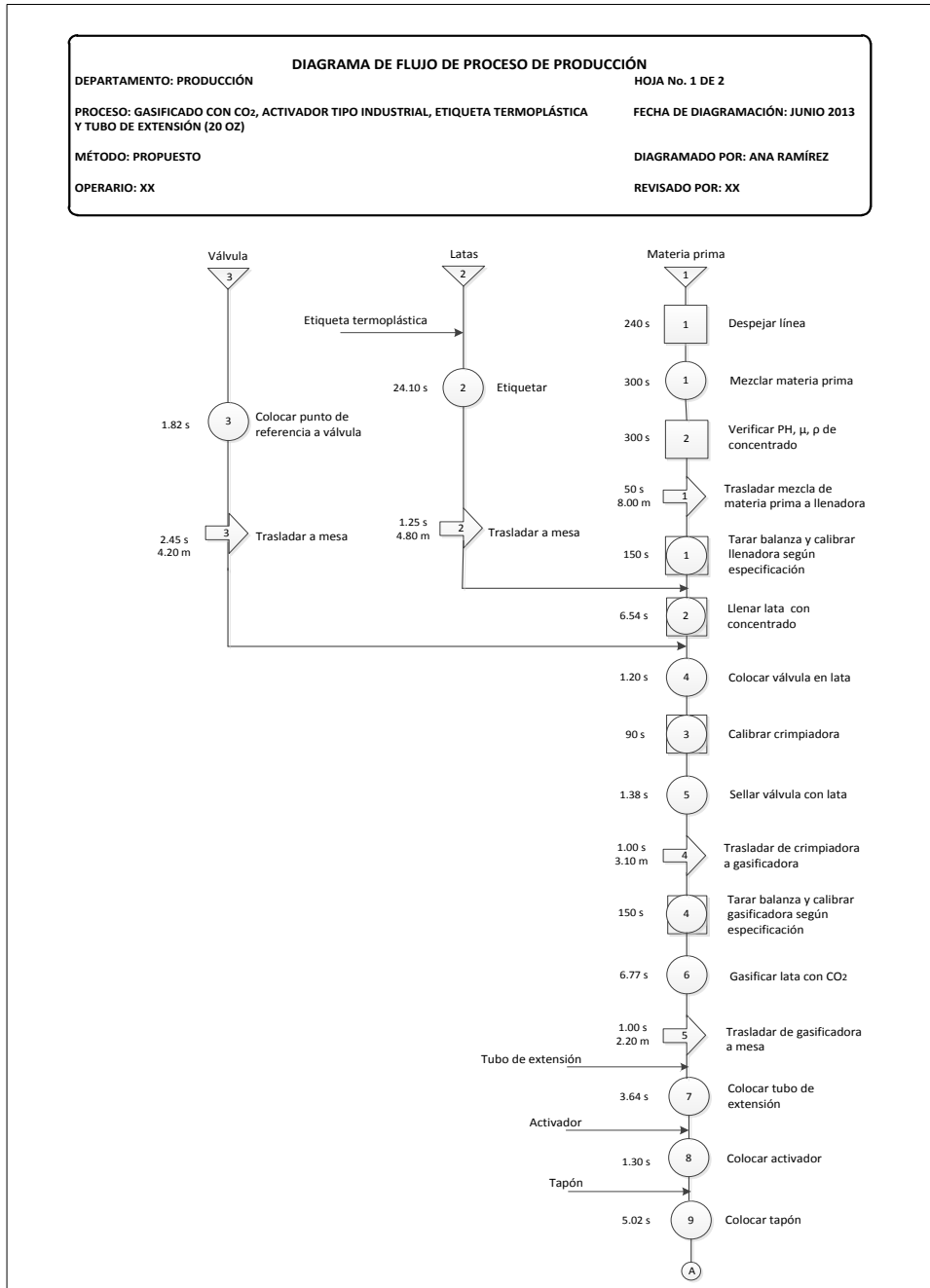


Continuación de la figura 26.

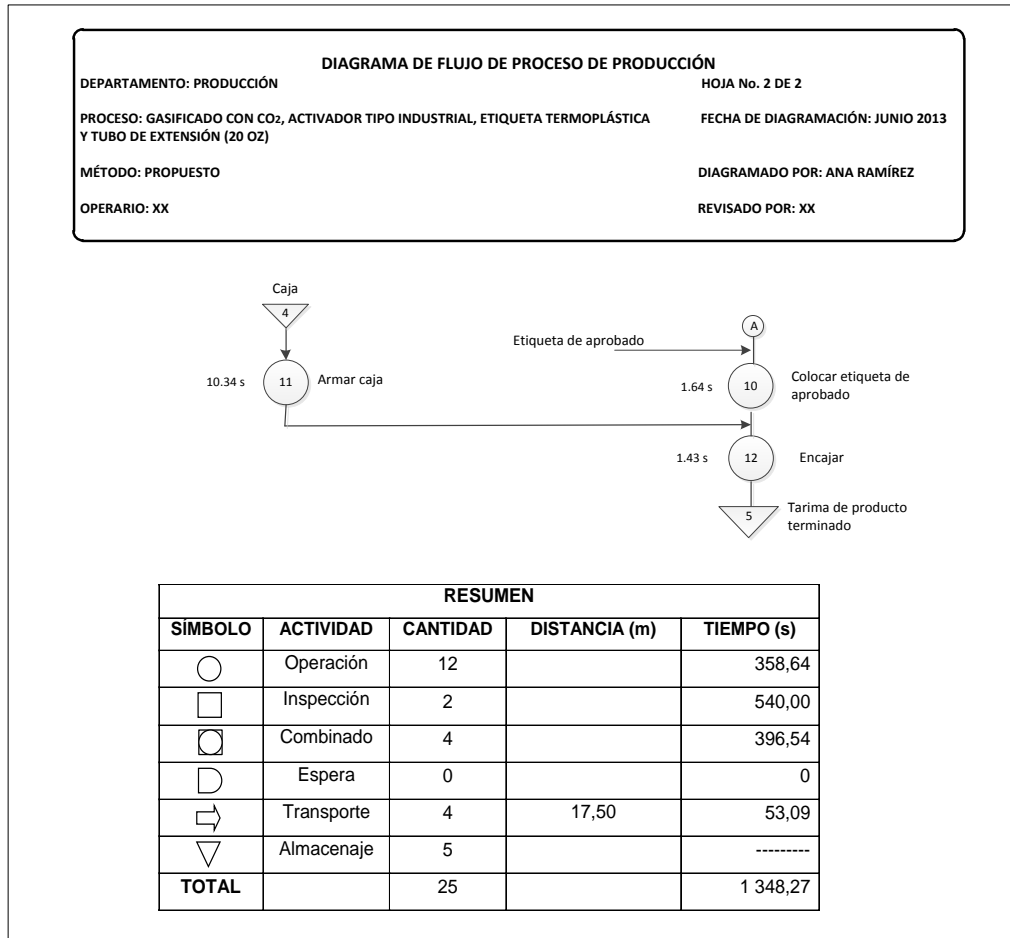


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 27. Diagrama de flujo del proceso de producción, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)



Continuación de la figura 27.

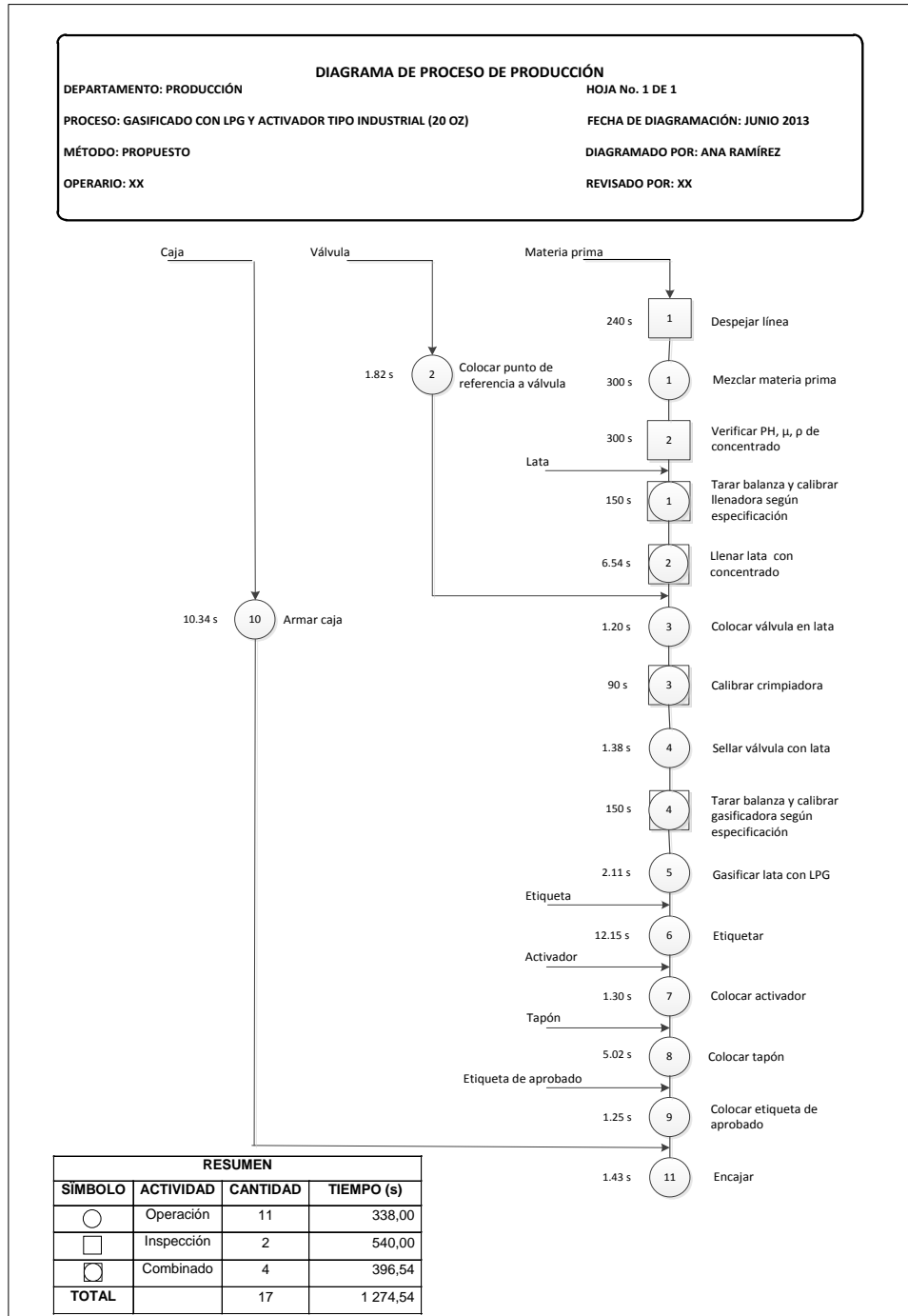


Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

3.2.2.2. Proceso

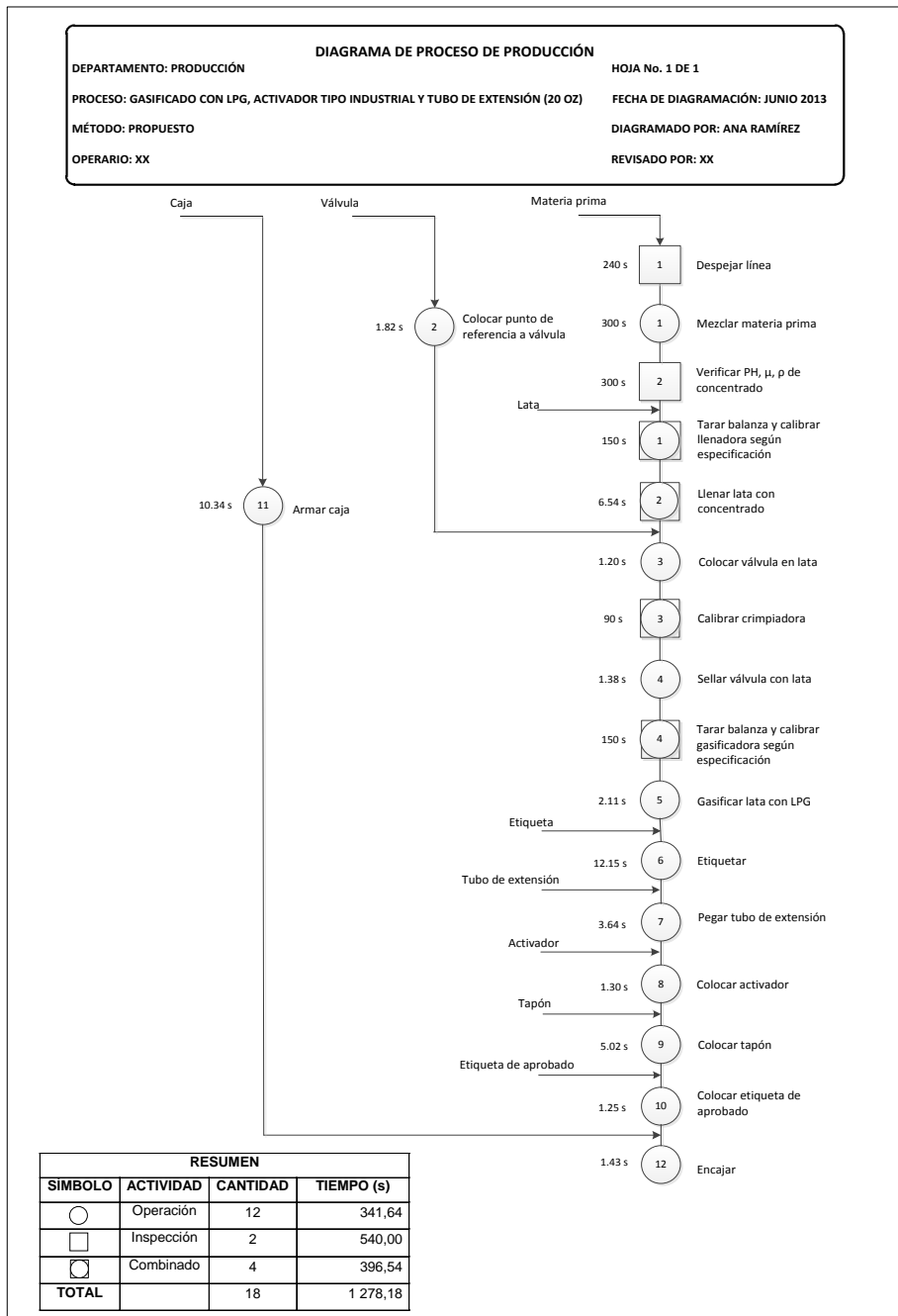
Se realizó una reordenación de las operaciones para que estas tengan una secuencia cronológica.

Figura 28. Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)



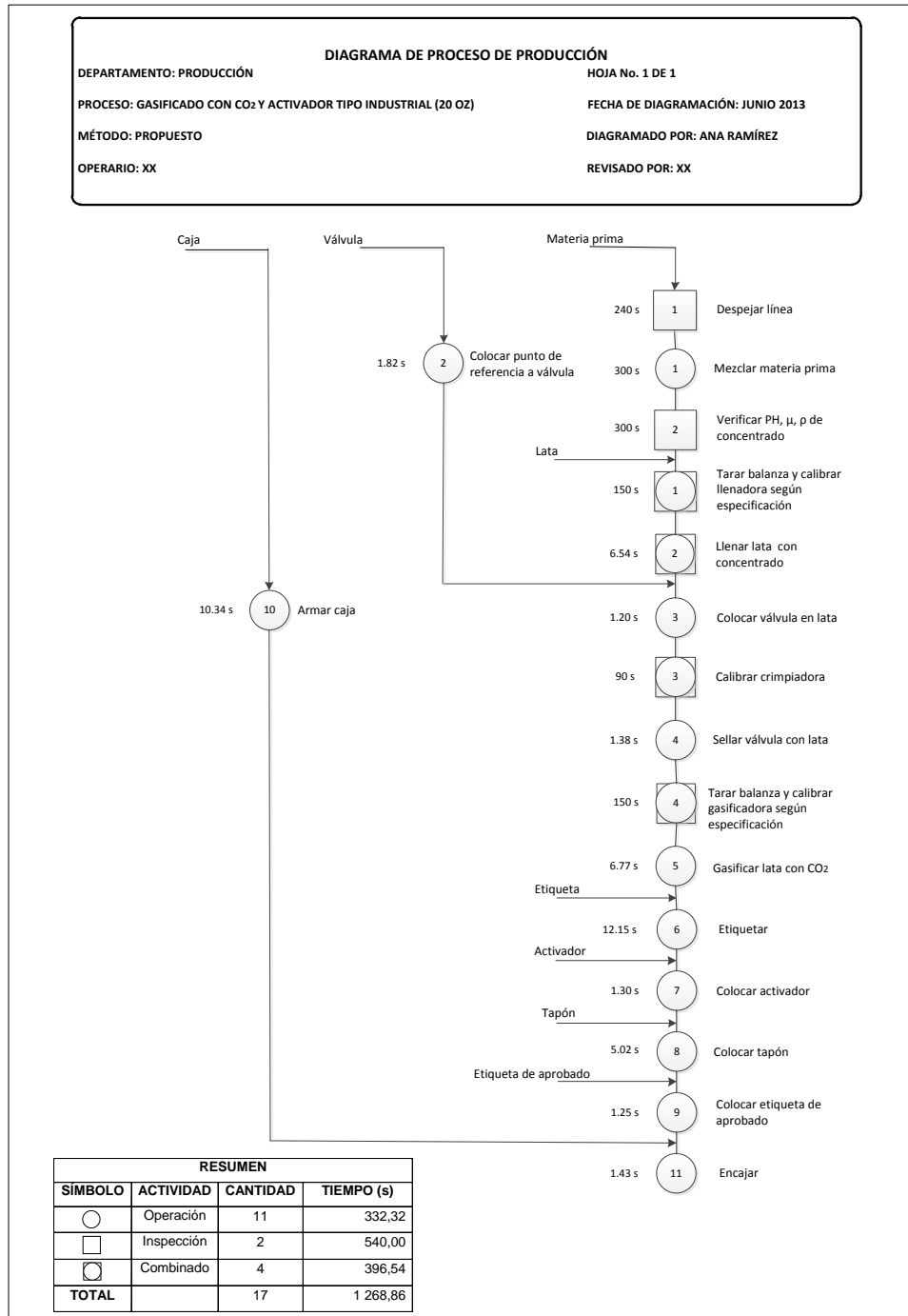
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 29. Diagrama de proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)



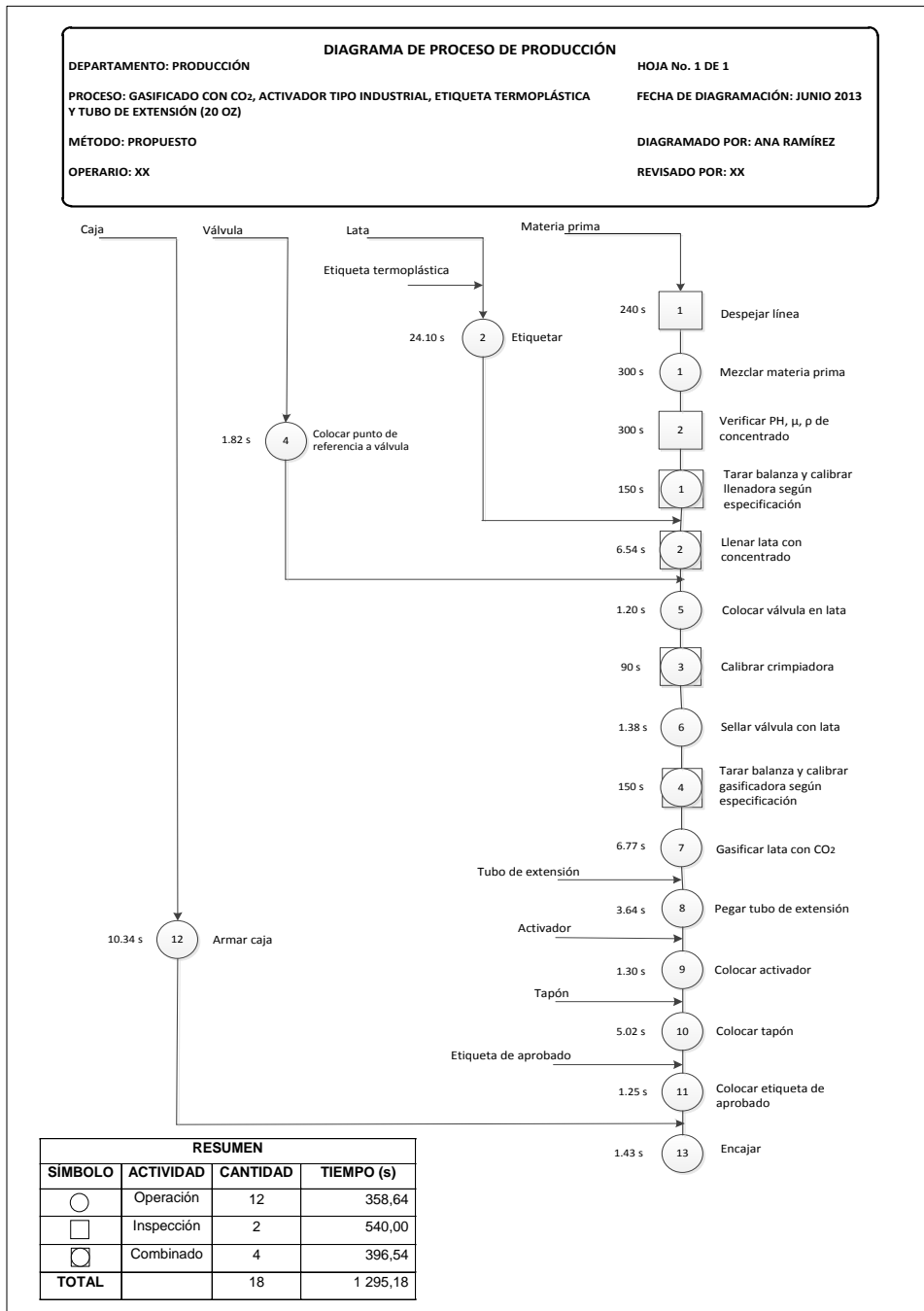
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 30. Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 31. Diagrama de proceso de producción, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

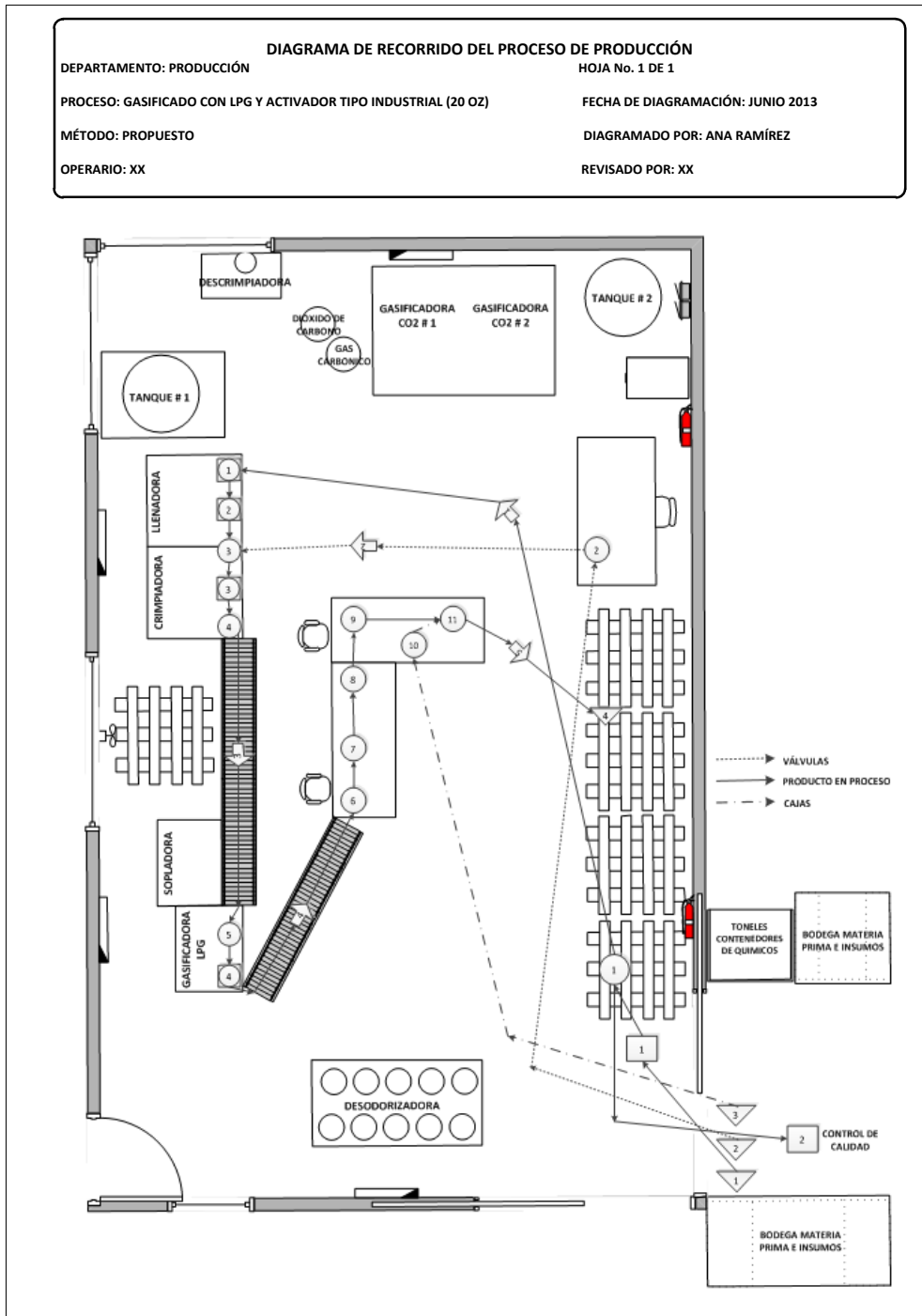
3.2.2.3. Recorrido

Como se mencionó anteriormente, se propone la reubicación de estaciones de trabajo; las mesas en las cuales se trabaja el etiquetado, colocación del activador, tapón, tubo de extensión, etiqueta de aprobación y encajado del producto, así como las transportadoras, no se encuentran en una posición fija por lo que la colocación dentro de la línea de producción se acomoda según el producto, maquinaria y equipo a utilizar, lo cual se verá en la figura 32 página 91, figura 33 página 92, figura 34 página 93 y figura 35 página 94.

3.2.2.3.1. Recorrido del producto en proceso

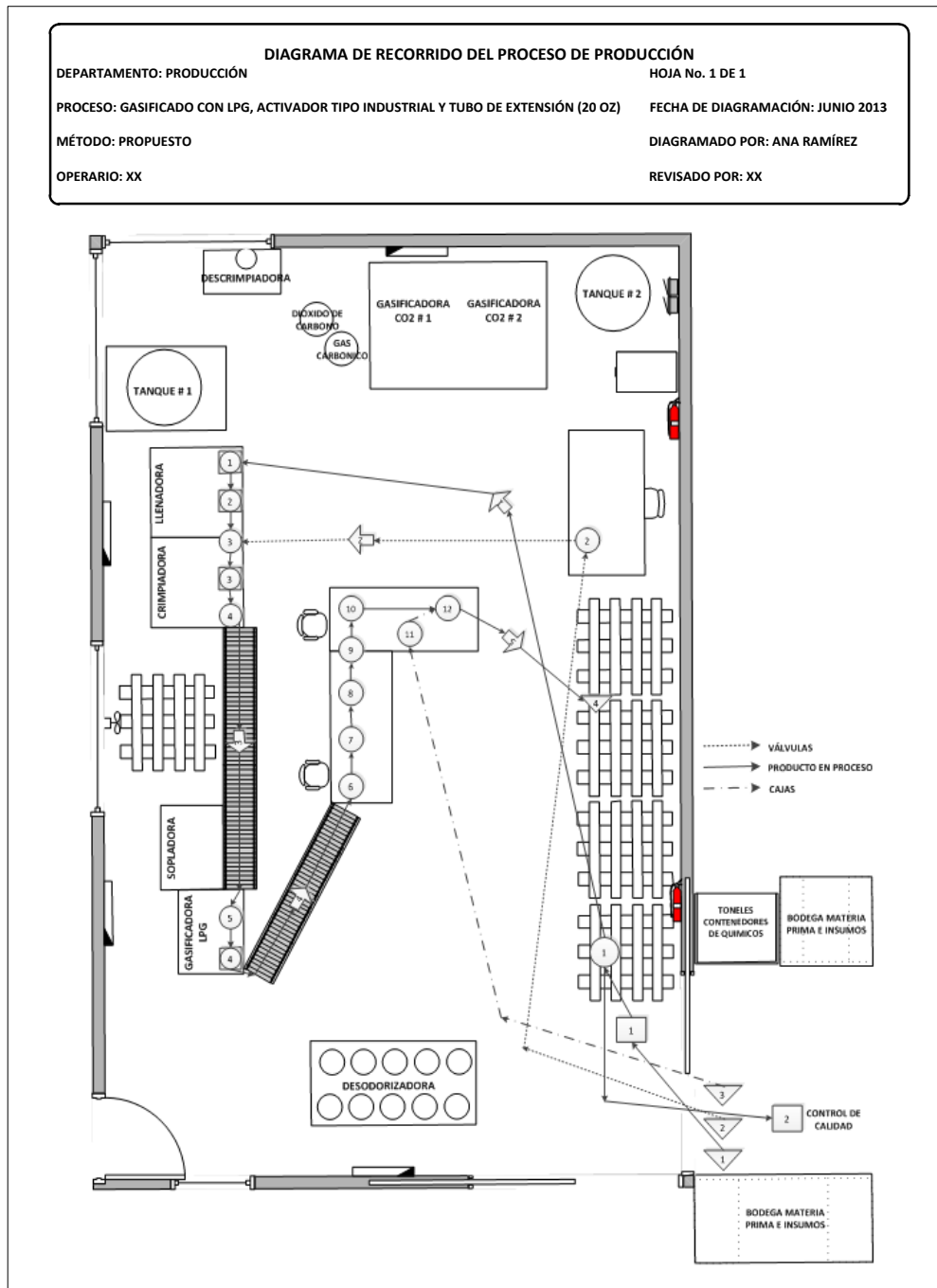
El producto durante proceso de producción debe de pasar por las diferentes estaciones de trabajo, y lo debe de hacer de una forma ordenada manteniendo un flujo continuo y tratando de eliminar cualquier tipo de cruce del producto en proceso.

Figura 32. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)



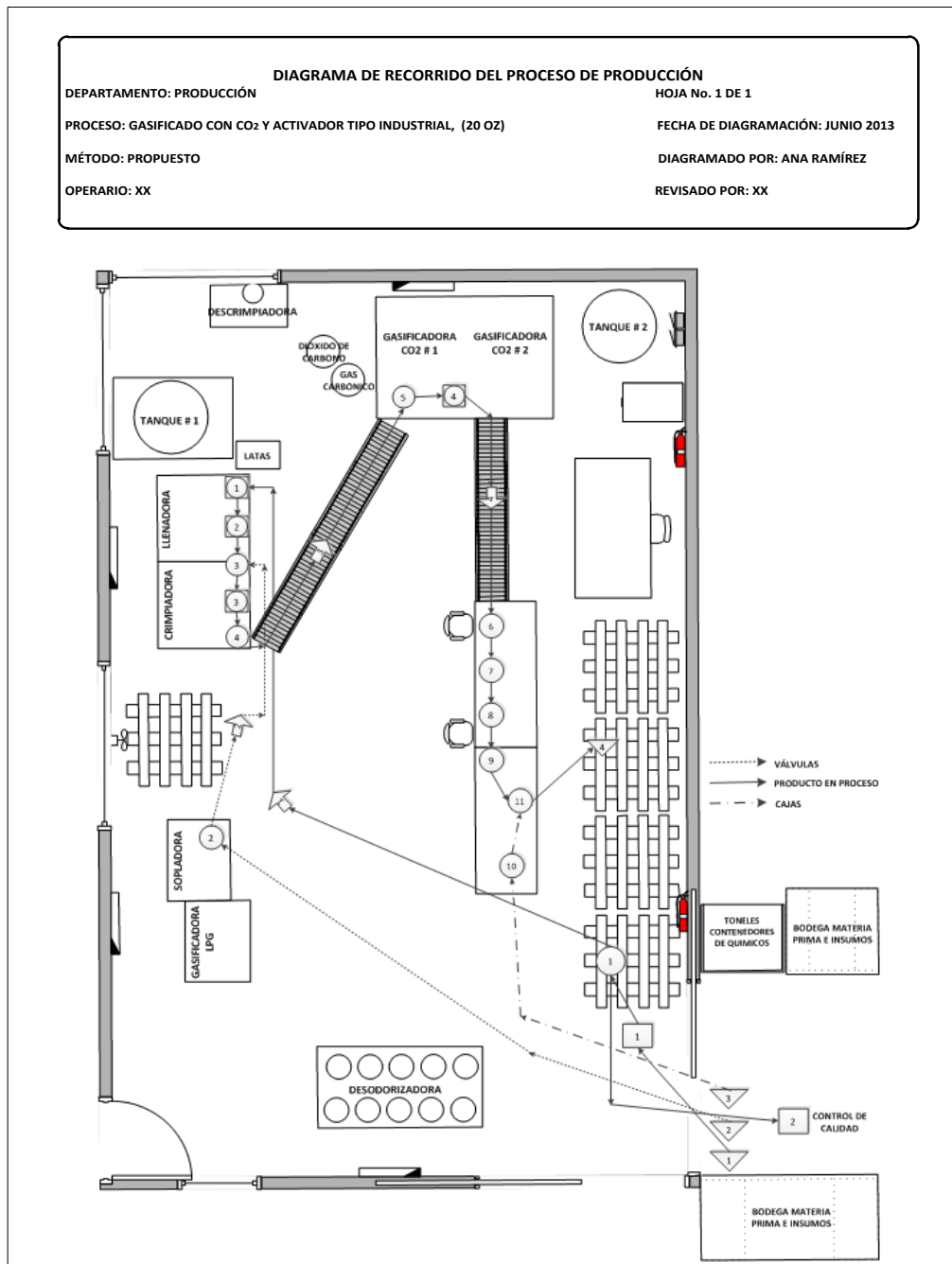
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 33. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)



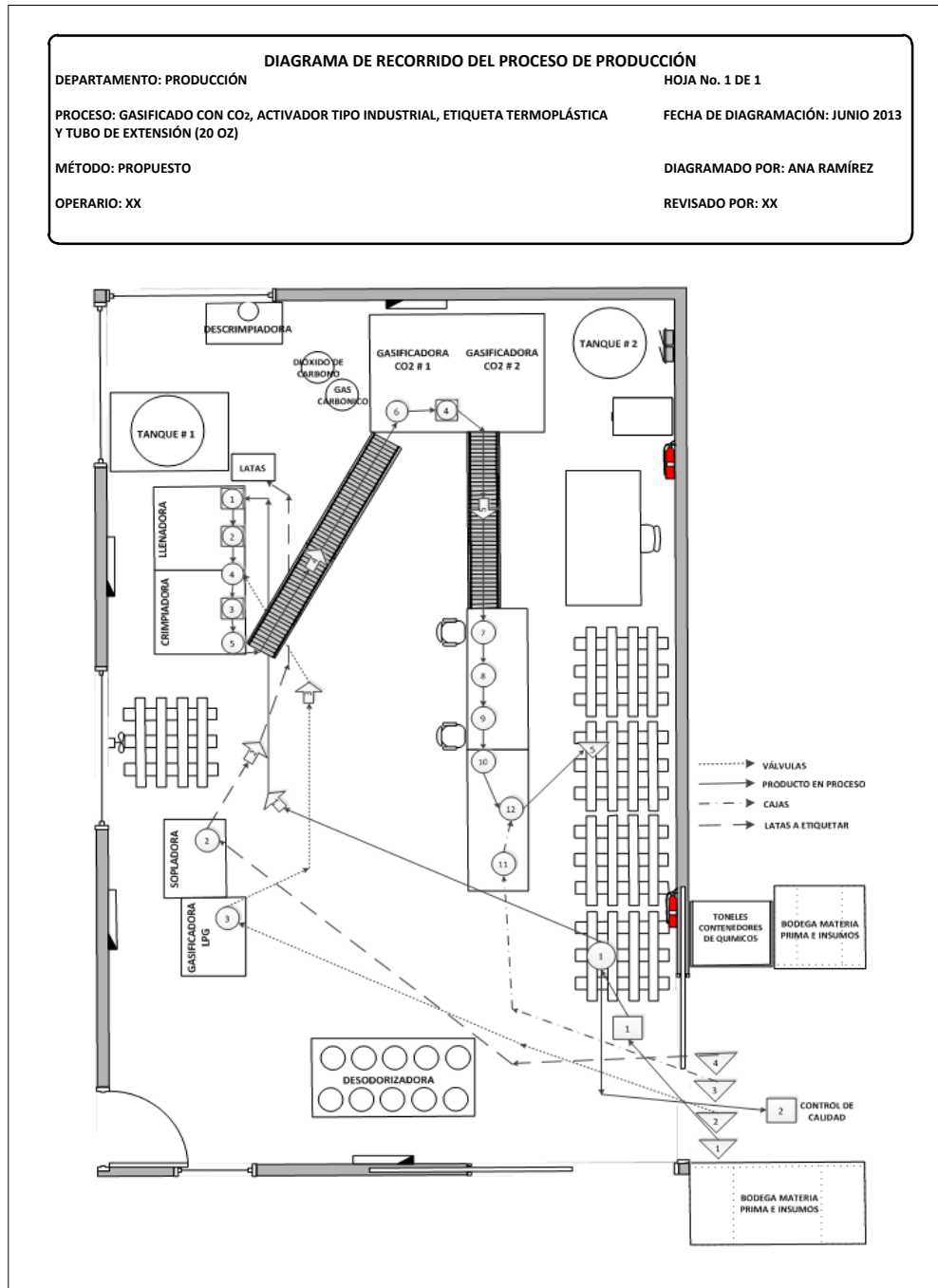
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 34. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 35. Diagrama de recorrido del proceso de producción, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

3.2.2.3.2. Recorrido del operador

La propuesta de mejora del recorrido del operador se enfoca principalmente, en la reducción de los traslados que este realiza para la recolección de los insumos que se utilizan para poder llevar a cabo el proceso productivo, estas reducciones se ven ilustradas en los siguientes diagramas de recorrido del operador.

En la figura 36 página 96, figura 37 página 97, figura 38 página 98 y figura 39 página 99, en las cuales se puede observar la reducción, así como el orden con el que se realiza el traslado de los operadores por el área de trabajo.

Figura 36. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)

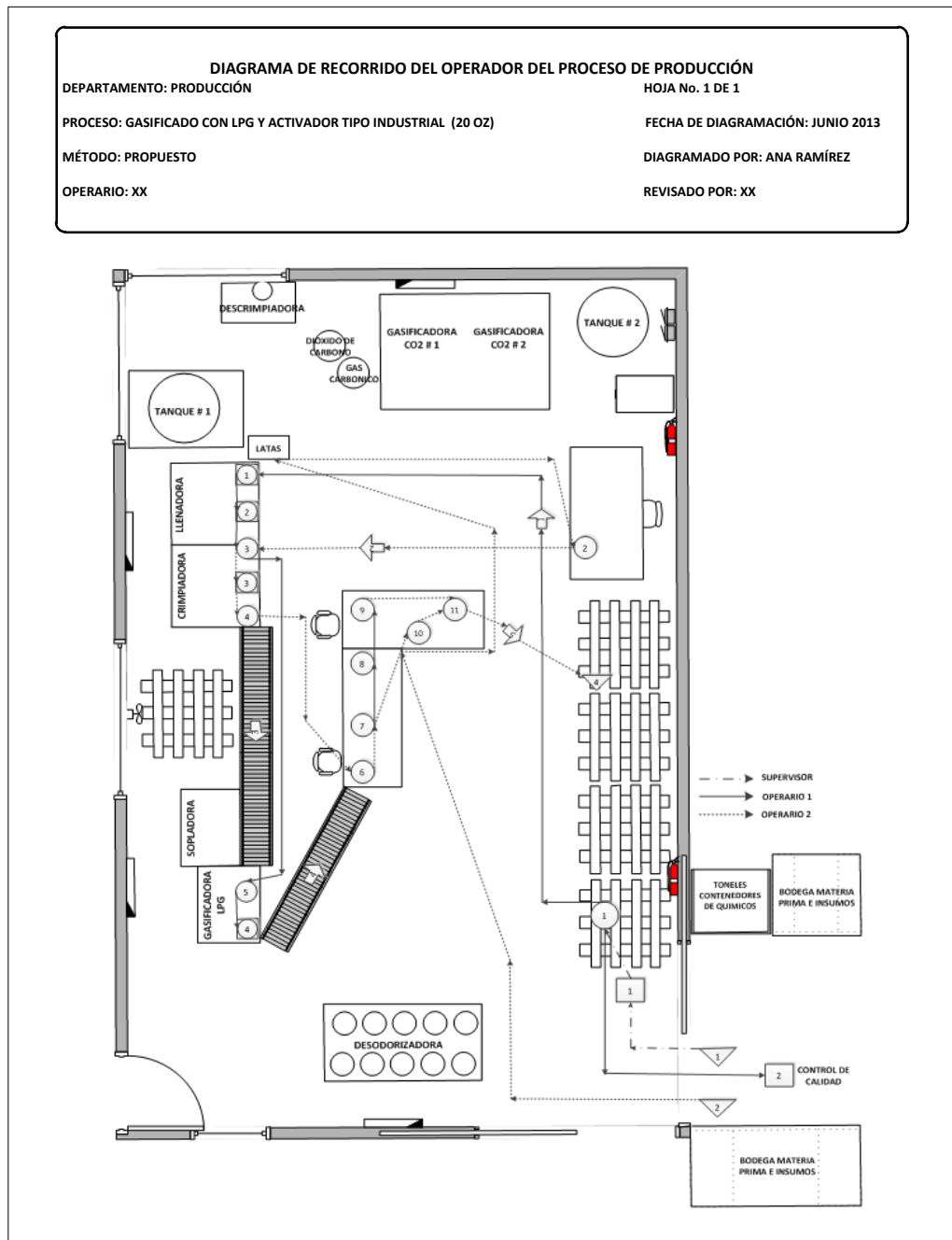
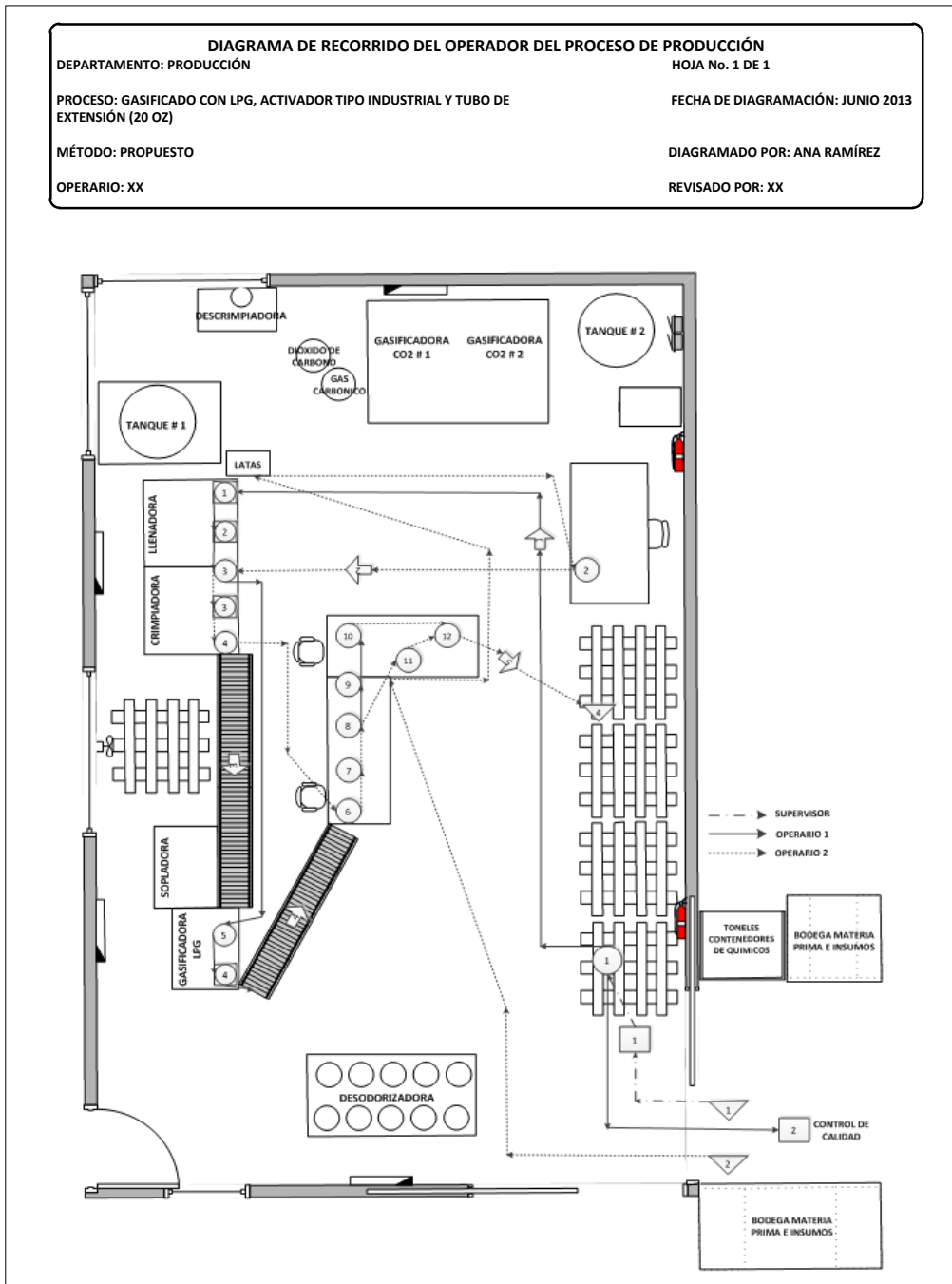
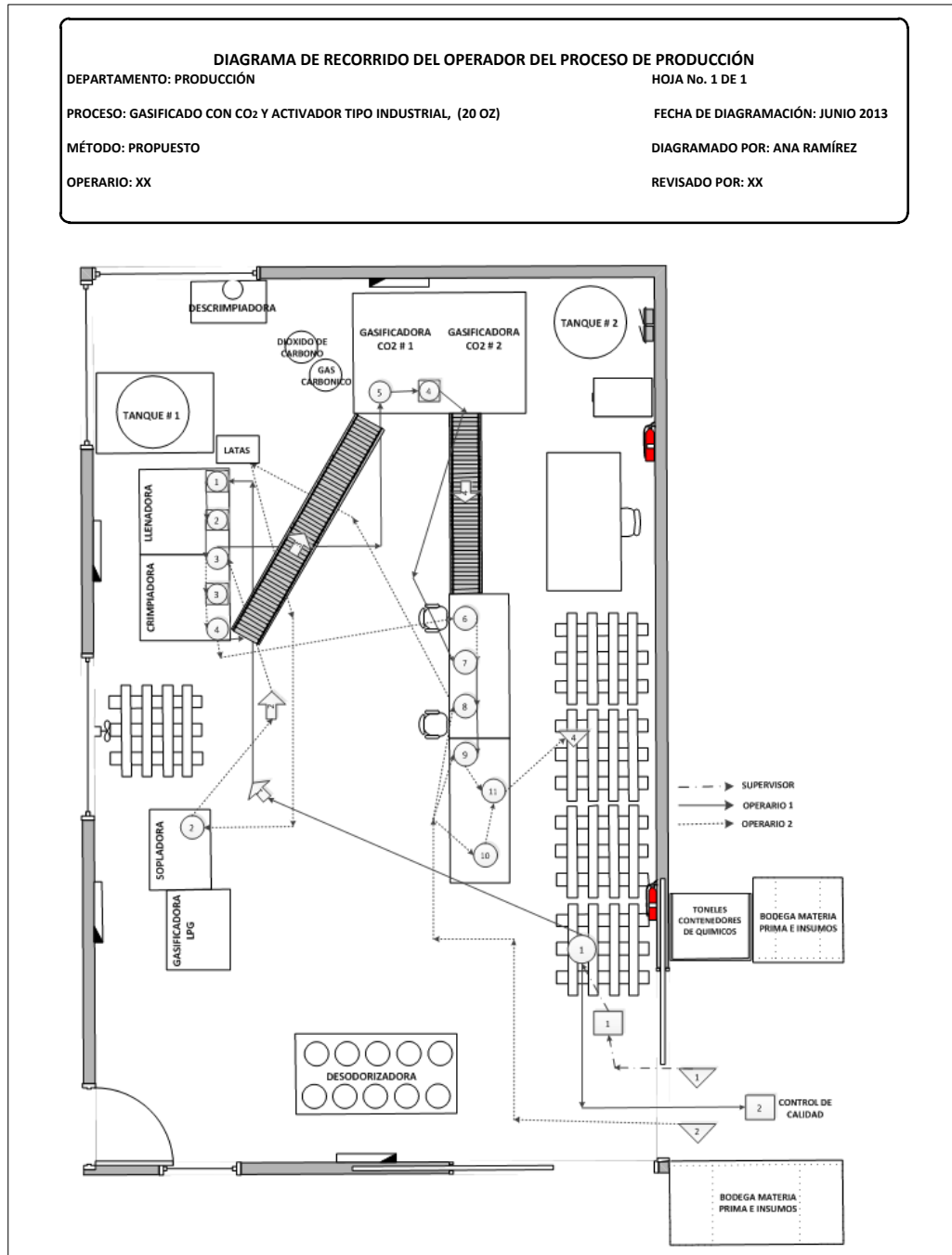


Figura 37. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)



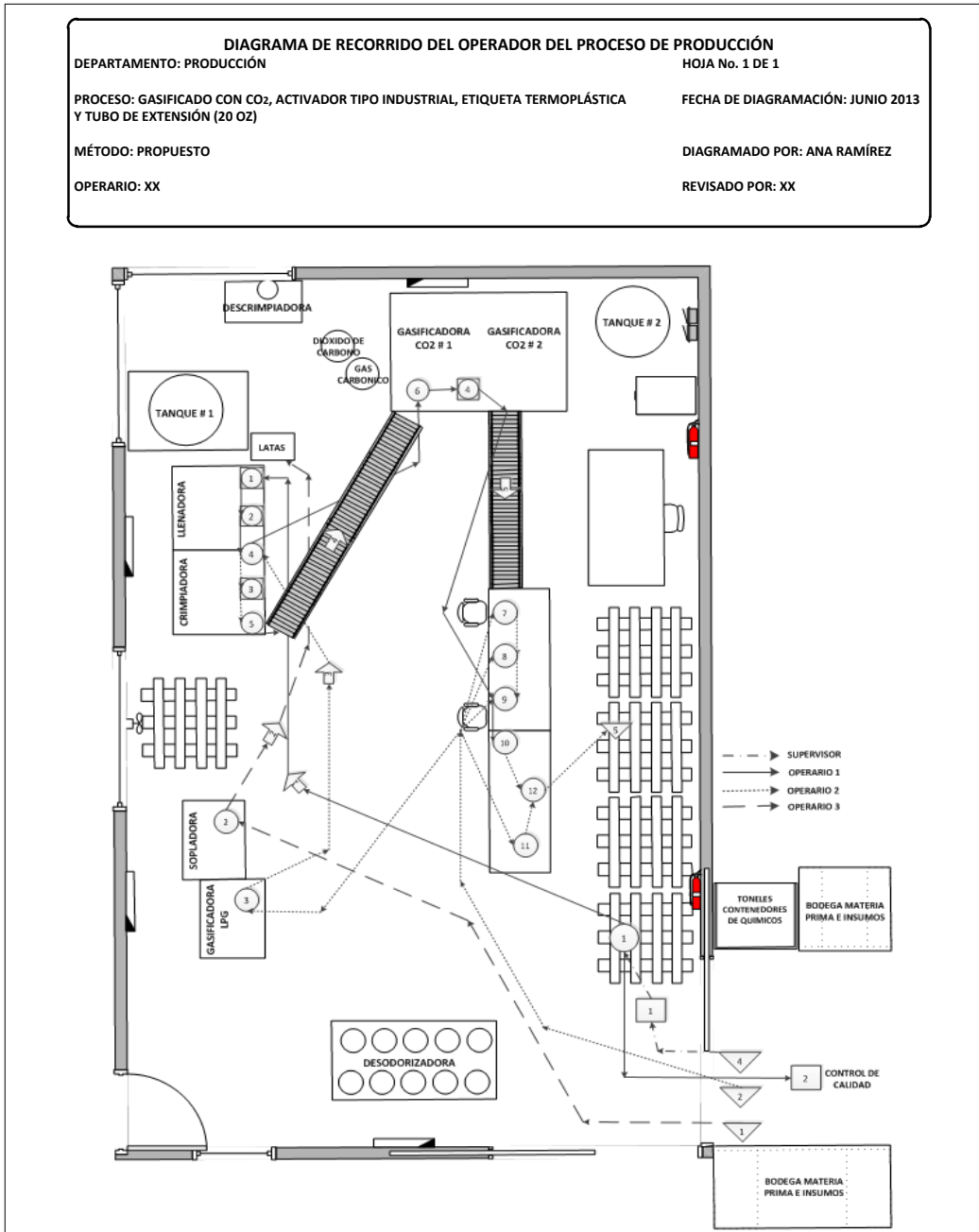
Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 38. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 39. Diagrama de recorrido del operador del proceso de producción, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

3.2.3. Análisis de tiempo

Este análisis se realiza utilizando como base las mediciones y diagramas actuales comparándolas con las mejoras y los diagramas propuestos.

Se tomó en cuenta para la comparación, que los tiempos se dividirán en tres partes como se realizó en la medición de tiempo actual.

3.2.3.1. Tiempo mejorado (con base en diagramas)

En los diagramas se realizaron las modificaciones que se propusieron, por lo que se tomaron estos tiempos para realizar el cálculo del tiempo que se redujo.

Tabla XIII. Comparación de tiempo de arranque de producción actual y propuesto

Tiempo de arranque de producción			
No. Actividad	Descripción	Actual Tiempo (s)	Propuesto Tiempo (s)
1	Despejar línea	240	240
2	Mezclar ingredientes para concentrado	300	300
3	Tarar balanza y calibrar llenadora	220	150
4	Calibrar crimpiadora	118	90
5	Tarar balanza y calibrar gasificadora	208	150
Tiempo total en segundos		1 086	930

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, se tuvo una reducción de 156 segundos que equivale a 2,6 minutos.

Tabla XIV. **Comparación de tiempo de preparación de producción actual y propuesto**

Tiempos de preparación (por unidad)			
No. Actividad	Descripción	Actual Tiempo (s)	Propuesto Tiempo (s)
1	Trasladar latas a línea de producción	1,47	1,37
2	Trasladar etiquetas a línea de producción	1,70	1,17
3	Trasladar válvulas a línea de producción	1,55	1,13
4	Colocar punto de referencia a válvula	1,82	1,82
5	Cortar largo de vástago de válvulas	2,10	0,00
6	Trasladar activadores a línea de producción	1,47	0,95
7	Trasladar tapones a línea de producción	1,13	0,82
Tiempo total		11,24	7,26

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, se tuvo una reducción de 3,98 segundos por unidad a producir, lo que se eliminó fue el tiempo de traslado que realizaban los operadores de las estaciones de trabajo hacia la bodega de materia prima por cada tipo de insumo que recolectaban.

El tiempo de producción por unidad, se presenta a continuación en las tablas: XV, XVI, XVII y XVIII.

Tabla XV. **Gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz), tiempo de producción propuesto**

No. Actividad	Descripción	Actual (s)	Propuesto (s)
1	Llenar lata con concentrado	6,54	6,54
2	Colocar válvula en lata	2,19	1,20
3	Sellar válvula con lata	1,38	1,38
4	Trasladar de crimpiadora a gasificadora	1,17	1,00
5	Gasificar de lata	2,11	2,11
6	Trasladar de gasificadora al área de etiquetado	1,19	1,19
7	Etiquetar lata	13,22	12,15
8	Colocar activador tipo industrial	2,38	1,30
9	Colocar tapón	5,02	5,02
10	Colocar etiqueta de aprobación	1,64	1,25
11	Arreglar cajas para latas	1,18	0,86
12	Encajar	1,43	1,43
13	Trasladar y entarimar	1,32	0,92
Tiempo total de operación en segundos		40,57	36,35

Fuente: elaboración propia.

Para el tiempo de encajado y entarimado se tomó el tiempo total de cada operación y se dividió dentro de doce unidades que son las que contiene cada caja, para que el tiempo quede por unidad producida.

Por lo que se tiene una reducción de 4,22 segundos por unidad a producir.

Tabla XVI. **Gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción propuesto**

No. Actividad	Descripción	Actual (s)	Propuesto (s)
1	Llenar lata con concentrado	6,54	6,54
2	Colocar válvula en lata	2,19	1,20
3	Sellar válvula con lata	1,38	1,38
4	Trasladar de crimpiadora a gasificadora	1,17	1,00
5	Gasificar lata	2,11	2,11
6	Trasladar de gasificadora al área de etiquetado	1,19	1,19
7	Etiquetar lata	13,22	12,15
8	Colocar tubo de extensión	3,64	3,64
9	Colocar activador tipo industrial	2,38	1,30
10	Colocar tapón	5,02	5,02
11	Colocar etiqueta de aprobación	1,64	1,25
12	Arreglar cajas para latas	1,18	0,86
13	Encajar	1,43	1,43
14	Trasladar y entarimar	1,32	0,92
Tiempo total de operación en segundos		44,21	40,31

Fuente: elaboración propia.

Para el tiempo de encajado y entarimado se tomó el tiempo total de cada operación y se dividió dentro de doce unidades que son las que contiene cada caja, para que el tiempo quede por unidad producida.

Por lo que se tiene una reducción de 3,90 segundos por unidad a producir.

Tabla XVII. **Gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz), tiempo de producción propuesto**

No. Actividad	Descripción	Actual (s)	Propuesto (s)
1	Llenar lata con concentrado	6,54	6,54
2	Colocar válvula en lata	2,19	1,20
3	Sellar válvula con lata	1,38	1,38
4	Trasladar de crimpiadora a gasificadora	1,23	1,00
5	Gasificar lata	6,77	6,77
6	Trasladar de gasificadora al área de etiquetado	1,10	1,00
7	Etiquetar lata	13,22	12,15
8	Colocar activador tipo industrial	2,38	1,30
9	Colocar tapón	5,02	5,02
10	Colocar etiqueta de aprobación	1,64	1,25
11	Arreglar cajas para latas	1,18	0,86
12	Encajar	1,43	1,43
13	Trasladar y entarimar	1,32	0,92
Tiempo total de operación en segundos		45,22	41,14

Fuente: elaboración propia.

Para el tiempo de encajado y entarimado se tomó el tiempo total de cada operación y se dividió dentro de doce unidades que son las que contiene cada caja, para que el tiempo quede por unidad producida.

Por lo que se tiene una reducción de 4,08 segundos por unidad a producir.

Tabla XVIII. **Gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz), tiempo de producción propuesto**

No. Actividad	Descripción	Actual (s)	Propuesto (s)
1	Etiquetado de lata	24,10	24,10
2	Llenar lata con concentrado	6,54	6,54
3	Colocar válvula en lata	2,19	1,20
4	Sellar válvula con lata	1,38	1,38
5	Trasladar de crimpiadora a gasificadora	1,23	1,00
6	Gasificar lata	6,77	6,77
7	Trasladar de gasificadora al área de etiquetado	1,10	1,00
8	Colocar activador tipo industrial	2,38	1,30
9	Colocar tapón	5,02	5,02
10	Colocar etiqueta de aprobación	1,64	1,25
11	Colocar tubo de extensión	3,64	3,64
12	Arreglar cajas para latas	1,18	0,86
13	Encajar	1,43	1,43
14	Trasladar y entarimar	1,32	0,92
Total tiempo de operación en segundos		59,74	56,41

Fuente: elaboración propia.

Para el tiempo de encajado y entarimado se tomó el tiempo total de cada operación y se dividió dentro de doce unidades que son las que contiene cada caja, para que el tiempo quede por unidad producida.

Por lo que se tiene una reducción de 3,33 segundos por unidad a producir.

3.2.3.2. Tiempo estándar

Para obtener el tiempo estándar se debe calcular el tiempo normal tomando como base el tiempo cronometrado por lo que se tiene la calificación de actuación del operador que es de +0,03

Tabla XIX. **Calificación de la actuación del operador**

Factor	Nivel	Valor
Habilidad	Promedio (D)	0,00
Esfuerzo	Bueno (C)	+0,02
Condiciones	Promedio (D)	0,00
Consistencia	Buena (C)	+0,01
	Total	+0,03

Fuente: elaboración propia.

El tiempo estándar se obtiene al multiplicar el tiempo normal por el valor de los suplementos que es de 0,18

Tabla XX. **Suplementos**

Suplementos	Porcentaje	
Por retrasos personales	5	
Por retrasos por fatiga	4	
Por trabajar de pie	2	
Por retrasos inevitables	7	
	Total	18

Fuente: elaboración propia.

Los tiempos estándar de operación para cada producto quedan de la siguiente manera:

- Gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal= 36,35 * 1,03

Tiempo normal = 37,44 segundos

Tiempo estándar = tiempo normal * (1 + suplementos)

Tiempo estándar = 37,44 (1,18)

Tiempo estándar = 44,18 segundos / lata

- Gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal= 40,31 * 1,03

Tiempo normal = 41,52 segundos

Tiempo estándar = tiempo normal * (1 + suplementos)

Tiempo estándar =41,52 (1,18)

Tiempo estándar = 48,99 segundos / lata

- Gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20 oz)

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal= 41,14 * 1,03

Tiempo normal = 42,37 segundos

Tiempo estándar = tiempo normal * (1 + suplementos)

Tiempo estándar = 42,37 (1,18)

Tiempo estándar = 49,99 segundos / lata

- Gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)

Tiempo normal = tiempo total promedio * factor de actuación

Tiempo normal = 56,41 * 1,03

Tiempo normal = 58,10 segundos

Tiempo estándar = Tiempo normal * (1 + suplementos)

Tiempo estándar = 58,10 (1,18)

Tiempo estándar = 68,56 segundos / lata

La comparación de tiempos estándar de operación se muestran a en la tabla XXI.

Tabla XXI. **Comparación de tiempos estándar de producción**

Producto	Tiempo actual (s)	Tiempo propuesto (s)	Diferencia (s)
Gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz)	49,31	44,18	5,13
Gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20 oz)	53,73	48,99	4,74
Gasificado con CO ₂ y activador tipo industrial (20 oz)	54,96	49,99	4,97
Gasificado con CO ₂ , activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20 oz)	72,60	68,56	4,04

Fuente: elaboración propia.

La diferencia de tiempos estándar de producción es por unidad a producir, puede que sea mínima, pero cuando se producen grandes cantidades el tiempo ya es significativo.

Además, en los diagramas de flujo actuales se puede observar que existen demoras para el traslado de productos de una estación de trabajo a otra estación de trabajo para continuar con el proceso, que es un tiempo de 101,41 segundos que equivale a 1,69 minutos por cada 25 latas de aerosol que se van a trasladar para el producto gasificado con LPG, mientras que para el producto que es gasificado con CO₂ el tiempo es de 217,91 segundos que son equivalentes a 3,63 minutos por cada 25 latas de aerosol que se producen. El tiempo aumenta para el producto que se gasifica con CO₂ debido a que el tiempo de gasificado es mayor que al gasificado con LPG.

El tiempo de demora por unidad gasificada con LPG sería de:

$$\frac{101,41 \text{ segundos}}{25 \text{ aerosoles}} = 4,06 \text{ segundos/aerosol}$$

El tiempo de demora por unidad gasificada con CO₂ sería de

$$\frac{217,91 \text{ segundos}}{25 \text{ aerosoles}} = 8,72 \text{ segundos/aerosol}$$

Para ejemplificar: se supone que se tiene una producción diaria de 100 unidades de este producto, gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz), los tiempos con los datos actuales y propuestos quedarían como se muestra en la tabla XXII.

Tabla XXII. **Ejemplificación de ahorro de tiempo de producción de aerosoles**

Tiempo/Tiempo	Actual	Propuesto	Total actual (100)	Total propuesto (100)	Diferencia
Arranque	1 086	930,0	1 086,0	930,00	156,00
Preparación	11,24	7,260	1 124,0	726,00	398,00
Producción	49,31	44,18	4 931,0	4 418,00	513,00
Demoras	4,06	0,000	406,0	00,00	406,00
Sumas			7 547,0	6 074	1 473
Total tiempo de diferencia en segundos					1 473

Fuente: elaboración propia.

La diferencia de tiempo es de 1 473 segundos que son equivalentes a 24,55 minutos.

Con el tiempo actual se producen 100 aerosoles en 7 547 segundos que equivale a 125,78 minutos que corresponde a 2,09 horas, con el tiempo propuesto se pueden producir 100 aerosoles en 6 074 segundos que equivale a 101,23 minutos que corresponde a 1,69 horas, lo que representa una diferencia de 24,55 minutos que equivale a 0,4 horas, en esa diferencia de tiempo se podrían producir 24 aerosoles más, que los que se producen actualmente.

3.3. Métodos mejorados de trabajo

Como se describió anteriormente, la utilización de herramientas y equipo facilita y mejora el trabajo al permitir un mejor manejo de la materia prima, así como de los insumos que se utilizan.

La colocación, desde un inicio, de los insumos dentro de recipientes contenedores que los protege de ser dañados o contaminados, garantiza la calidad del producto, así también, el transporte de estos conjuntamente a un inicio disminuye los traslados de los operadores. Lo que beneficia al operador ya que al llegar esté a su lugar de trabajo tendrá a su disposición los insumos correspondientes para cada operación listos para ser usados.

Al utilizar transportadora para el traslado del producto en proceso permite eliminar el traslado por medio de la carga directa de los operadores, evita que el producto este parado en una estación en espera a ser trasladado y permite que el operador al llegar a su estación de trabajo el producto ya se encuentre en la estación y el operador evite ir a traer este producto a otra estación por lo que puede iniciar su trabajo inmediatamente sin pérdida de tiempo.

La preparación de las cajas para que el producto sea encajado y posteriormente trasladado a la tarima de producto terminado, se deberá realizar a un principio, para que cuando el producto llegue a la estación de encajado las cajas estén listas y el producto no tenga que esperar para ser encajado. Así también, las cajas al terminar de ser armadas se deben colocar con cuidado en un lugar cercano a la estación de encajado y no ser tiradas al suelo.

3.3.1. Aspectos ergonómicos

Lo que se busca con la ergonomía es hallar una mejor adaptación entre el las condiciones de trabajo y operador, lo cual favorece el bienestar, protege la salud del operador y mejora las condiciones de trabajo.

Como primera observación al momento de manipular la maquinaria se debe de tener cuidado con las partes movibles de la misma.

- Estanterías donde se localizan los insumos: se recomienda que los insumos se reacomoden en las estanterías de forma que cuando vayan a ser utilizados, se tenga un movimiento de estos hacia la parte baja de las estanterías para que estén a una distancia y altura aceptable que no pueda causar algún riesgo.
- Traslado de insumos a estaciones de trabajo: la recolección de los todos los insumos a utilizar antes de iniciar la producción permite evitar traslados que son innecesarios, y la recolección realizada con la ayuda de una carretilla permite transportar de forma segura y cómoda los insumos, evitando que ocurran caídas de insumos durante el traslado.

Figura 40. **Traslado de insumos a línea de producción**



Fuente: www.ccsso.ca/images/MMH103.gif. Consulta: 4 de mayo de 2013.

- Vista: al estar expuestos con gases puede generarse irritación en los ojos sino se cuenta con la protección adecuada para prevenir daños, así también, si se tiene contacto con químicos y luego se frotan los ojos con las manos contaminadas se están dañando los ojos al contaminarlos también.

El operador que se encarga de la mezcla de materia prima debe de utilizar por obligación lentes protectores, ya que al estar realizando la mezcla, al agitarla esta puede saltar y accidentalmente entrar en contacto con los ojos y causar daños severos.

En la estación de gasificado, se está expuesto al gas el cual a simple vista no pareciera un riesgo, pero sí lo es: puede causar una irritación, inflamación en los ojos, ceguera parcial o total y si no se toman medidas al respecto.

- Silla: debe ser adecuada a la altura del operador y el asiento debe de tener un recubrimiento no absorbente, ya que se está expuesto a ambientes de polvo y manipulación de productos químicos.

Los brazos sin apoyo o falta de sitio para apoyar las muñecas, causan fatiga y dolores, por lo que las sillas deben contar con un apoyo adecuado a la altura de los brazos del operador.

- Levantamiento de cargas: antes de realizar un levantamiento de cargas se debe de observar la carga, prestando atención en su forma, tamaño y contenido de esta, posible peso. Si el peso de la carga excesivo se debe solicitar ayuda a otras personas para realizar el levantamiento, si se puede hacer con la ayuda mecánica o unidades móviles.

Antes de realizar el levantamiento de cargas se debe de tener prevista la ruta de transporte, retirando de la ruta cualquier tipo de obstáculo que entorpezca el paso.

Para levantar y transportar una carga se debe de mantener en todo momento la espalda recta, no realizar giros, ni adoptar posturas forzadas, se debe de sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y la carga debe estar pegada al cuerpo. No dar tirones o mover la carga de forma rápida o brusca.

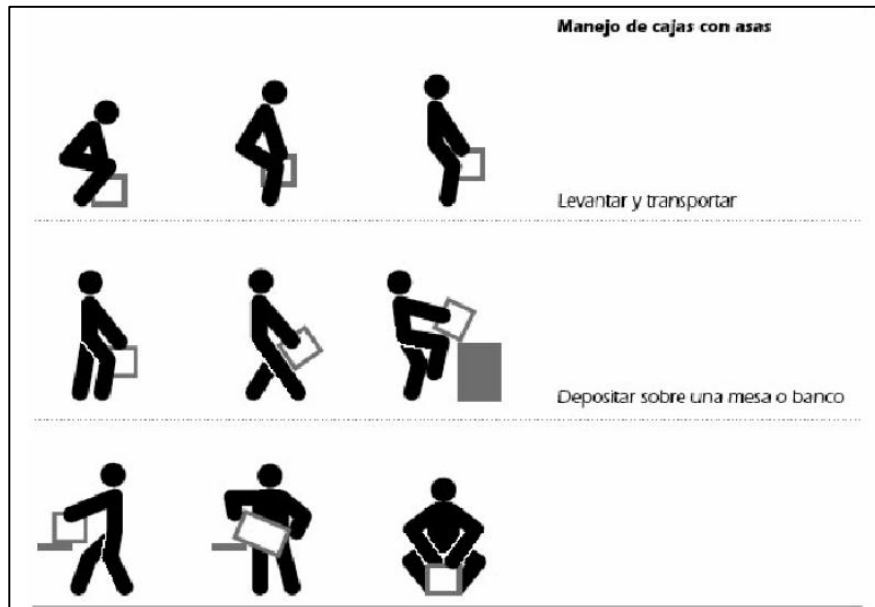
Figura 41. **Levantamiento de cargas**



Fuente: Manual de ergonomía. www.enfervalencia.org/ei/antiores/articulos/rev59/artic04.htm.

Consulta: 18 de julio de 2013.

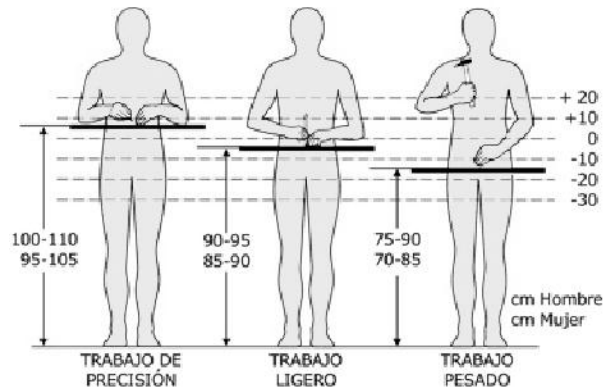
Figura 42. Manejo correcto de cargas para proteger la espalda



Fuente: Manual de ergonomía. www.cooperativasdegalicia.com/imagenes/programas/200502181224370.MANUAL_DE_ERGONOM%C3%83%82%20CDA.pdf. Consulta: 18 de julio de 2013.

- Plano de trabajo: la altura del plano de trabajo se debe adecuar a la altura promedio del operador y al tipo de trabajo que se esté realizando, tomar en cuenta que las mesas deben tener una altura dependiendo del promedio de altura de los operadores que realicen actividades en ellas. Si el trabajo que se está realizando es de precisión la altura de la mesa debe ser mayor, a diferencia si el trabajo que se realiza es pesado la altura de la mesa debe ser menor. En la figura 43 se muestra el promedio de altura de las mesas de trabajo dependiendo del tipo de trabajo que se esté realizando.

Figura 43. **Altura del plano de trabajo**



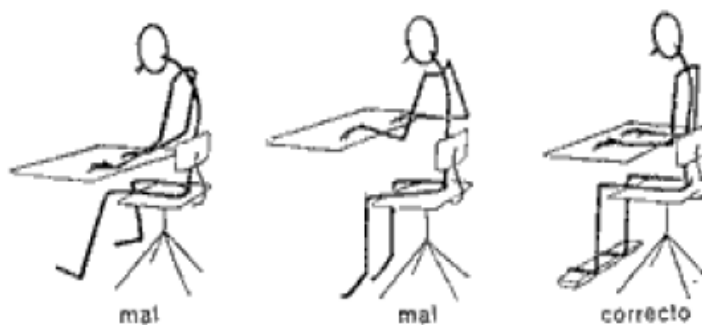
Fuente: Manual de ergonomía. www.cooperativasdegalicia.com/imagenes/programas/200502181224370.MANUAL_DE_ERGONOM%CDA.pdf. Consulta: 18 de julio de 2013.

- En las tareas de precisión, la altura de trabajo debe estar a 5-10 centímetros por encima de la altura de los codos del trabajador.
- En las tareas ligeras, la altura de trabajo debe estar a 10-15 centímetros por debajo de la altura de los codos del trabajador.
- En las tareas pesadas, la altura de trabajo debe estar a 15-30 centímetros por debajo de la altura de codos del trabajador.

El plano de trabajo, para las actividades que es necesario que el operador las realice sentado, debe de situarse tomando en cuenta el tipo de trabajo que se realiza, se debe considerar que esta se encuentre relacionada con la altura del asiento, el grosor de la superficie y el grosor del muslo del operador, por lo que se recomienda que el tipo de silla que se debe de utilizar es de asiento con altura ajustable.

La altura mesa de trabajo más adecuada es aquella que permite mantener la espalda, cuello y cabeza recta sin curvaturas, y que permita al mismo tiempo que los codos y rodillas se encuentren a un ángulo de 90°.

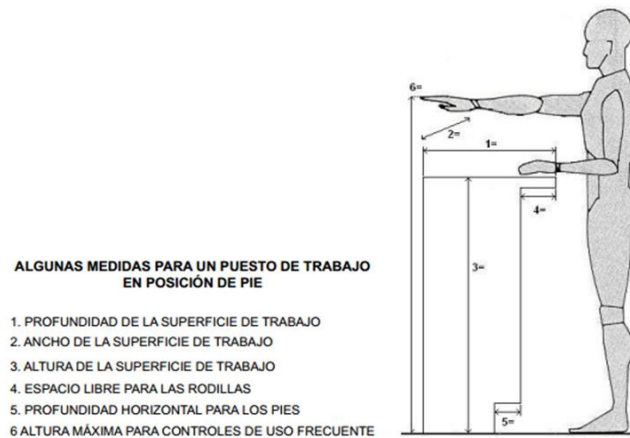
Figura 44. **Mesa de trabajo**



Fuente: Manual de ergonomía. www.cooperativasdegalicia.com/imagenes/programas/200502181224370.MANUAL_DE_ERGONOM%C3%80CDA.pdf. Consulta: 18 de julio de 2013.

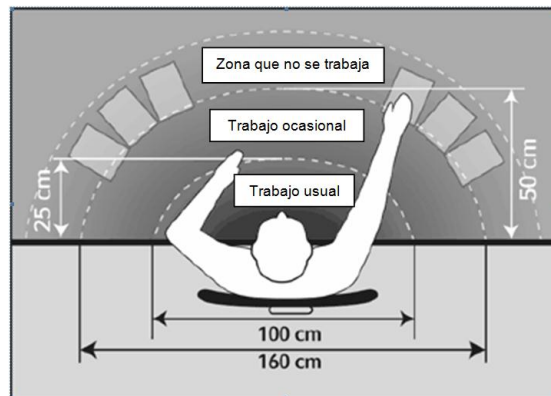
Otro aspecto muy importante a tomar cuando se habla del plano de trabajo, no es solo la altura de la mesa o de la superficie de trabajo, sino que también se debe de considerar la profundidad y el alcance que tienen los brazos del operador sobre el plano de trabajo; el cual no debe ser muy profundo para que él no realice esfuerzos o estirones que puedan dañarle la espalda.

Figura 45. **Plano de trabajo**



Fuente: Ergonomiadepie. www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/8312_ergonomia_de_pie.pdf. Consulta: 20 de julio de 2013.

Figura 46. **Medidas del plano de trabajo**



Fuente: www.ergocupacional.com/4910/88001.html. Consulta: 22 de julio de 2013.

Colocar todos los insumos, y herramientas que se utilizan en las estaciones de trabajo a una distancia no superior a 50 centímetros del

trabajador; el trabajador no debe tener que estirarse para realizar sus tareas.

Así, el trabajo deberá ser realizado a una distancia de 8 a 12 pulgadas (20 a 30 centímetros) frente al cuerpo, se debe de utilizar reposapiés para un mejor confort del operador, el cual se recomienda que tenga una profundidad de 33 centímetros y una anchura de 45 centímetros.

- Trabajo de pie: el trabajar de pie produce que las piernas y los pies se hinchen, por lo que no se debe de tener periodos largos de tiempo en esa postura, deben tener banquillo para que puedan descansar de una sola postura de trabajo.

Figura 47. Trabajo de pie



Fuente: www.estrucplan.com.ar/Producciones/Entrega.asp?identrega=261. Consulta: 22 de julio de 2013.

Al realizar actividades ya sea sentado o parado se debe de contar con reposapiés, que permite tener un apoyo para que se pueda alternar la pierna que sostiene el peso del cuerpo y descansar de una postura de trabajo agotadora y que puede ocasionar problemas en la columna.

El uso de alfombras antifatiga es otro aspecto muy importante a considerar debido a que estas proporcionan al pie una superficie blanda y no dura como lo es el suelo. El uso de este tipo de alfombras disminuye las molestias en espalda y rodillas.

Figura 48. **Alfombra antifatiga**



Fuente: www.directindustry.es/prod/geggus-e-m-s/alfombras-antifatiga-15076-454448.html.

Consulta: 22 de julio de 2013.

3.3.2. Aspectos de seguridad e higiene

- Mesa de trabajo: la mesa en la cual se lleva la operación de etiquetado es de material plástico, el cual, al tener una carga pesada, puede quebrarse y caer el producto al suelo. El producto que se encuentra sobre la mesa lista para ser etiquetado ya se encuentra gasificado, por lo que al sufrir un golpe está puede estallar, expulsando el contenido de la

lata hacia el exterior y sufrir daños tanto el demás producto como el operador.

El cambio de las mesas plásticas por mesas de madera las cuales son más resistentes a la carga, permitirán tener la confianza de que no se tendrán accidentes, que ya han sucedido con anterioridad. Así como la protección y seguridad del producto.

- Equipo de protección individual: este equipo es uno de los más básicos cuando se trata de la seguridad para el operador en el lugar de trabajo, y son necesarios cuando los riesgos no se han podido eliminar por completo o controlarlos por otro medio. Este equipo comprende todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimenta de diversos diseños que se utilizan para que un operador se pueda proteger contra posibles daños.

Lo que se busca con este tipo de equipo es la protección y seguridad, pero también proporcionar confort, este equipo debe de tener el peso mínimo, para que no sea una carga más al operador, que le impida o le incomode realizar sus diferentes actividades.

El equipo debe de asignarse de forma personal. Este equipo debe ser de tamaño exacto de cada operador, debe quedar bajo la responsabilidad del operador que lo recibe, es de uso obligatorio en el lugar de trabajo o lugar dentro de la empresa donde se indique, deben de mantenerse en buenas condiciones.

Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados, según las diferentes actividades que se realizan y las partes del cuerpo a cubrir se presentan a continuación:

- Casco: provee protección contra impactos que puedan ocasionar objetos que caen sobre la cabeza, en este caso la utilización del casco es obligatoria en el área de la bodega de materia prima.
- Anteojos: toda aquella operación que represente un peligro para los ojos, demanda la utilización de anteojos para protegerlos; al estar expuestos ante sustancias químicas, se deben utilizar anteojos fabricados de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de las sustancias químicas.

Durante la mezcla de la materia prima, su traslado hacia la llenadora y durante el llenado de las latas el operador se encuentra expuesto a salpicaduras de la mezcla de materia prima que es producto químico. De igual manera para el sellado de válvulas y gasificado de las latas, se presenta una exposición a químicos y gases que pueden irritar y dañar la vista.

Los anteojos deben estar en buenas condiciones, no deben presentar rayones, manchas o grietas que afecten la visión del operador.

- Mascarilla: se está expuesto a gas al momento de gasificar el producto, y la otra exposición se da al momento de colocar el activador y accionarlo para ver que tenga un buen funcionamiento. Las mascarillas ayudan a proteger al operador a determinados contaminantes presentes en el aire que ellos están inhalando.

La mascarilla adecuada es la de cartucho químico, que es para vapores orgánicos y gases.

- Guantes: los guantes deben ser de acuerdo a los riesgos que se encuentren expuestos, en este caso a productos químicos, y a la manipulación y movimientos que realicen los operadores con las manos. El riesgo se encuentra presente en la operación de mezclado de la materia prima, como en su traslado hacia la llenadora, y en la llenadora misma. Así también, en la crimpiadora como en la gasificadora.

Se propone la utilización de guantes largos de hule o de neopreno, debido al producto que se manipula.

Estos deben de mantenerse en buenas condiciones, y al momento de que se rompan o rasguen, estos no deben de seguirse utilizando.

- Calzado: utilizar el calzado adecuado, es importante debido a que este protege los pies ante caídas de objetos pesados, derrames de líquidos, caídas ante derrames en el piso y humedad. Las botas de caucho con suela antideslizante, para trabajos ante presencia de lugares húmedos o líquidos corrosivos y químicos.
- Bata: esta protege ante derrames o salpicaduras que se puedan presentar al momento de la mezcla de la materia prima, o al trasladarla hacia la llenadora.
- Piso y pasillos: mantener limpio el piso, libre de derrames, ya que esto puede ocasionar un accidente. Los pasillos y lugares por los que

transitan tanto los operadores como el producto en proceso deben de estar libre de obstáculos que impidan el paso libre y seguro de estos.

- Hojas de seguridad: debido a que se trabaja con productos químicos, tanto en estado líquido como sólido, se debe contar con las hojas de seguridad de los químicos que se están utilizando según el producto que se esté produciendo, para tener la información al alcance de la forma de actuar en caso se presente alguna emergencia.

Las hojas de seguridad tanto para los productos que están en bodega como los que se estén utilizando deben de estar a la vista y en buen estado, deben ser legibles y claras.

- Ruta de evacuación y acciones a tomar ante una emergencia: en la línea de producción de aerosoles se pueden presentar emergencias de tipo:
 - Terremoto
 - Incendio
 - Derrame de químicos
 - Almacenamiento y estiba
 - Eléctrico

Lo principal que se debe realizar ante una emergencia es activar la estación manual de alarma, al momento de tratar de tomar control sobre un siniestro nunca se debe trabajar solo, siempre pedir colaboración a más personas que estén capacitadas para actuar en caso de emergencia.

Ante cualquier tipo de emergencia se deben de tener identificadas y señalizadas las rutas de evacuación y el conocimiento de los sitios seguros de reunión durante el evento, así como mantener la cantidad y calidad de insumos necesarios para poder atender cualquier emergencia.

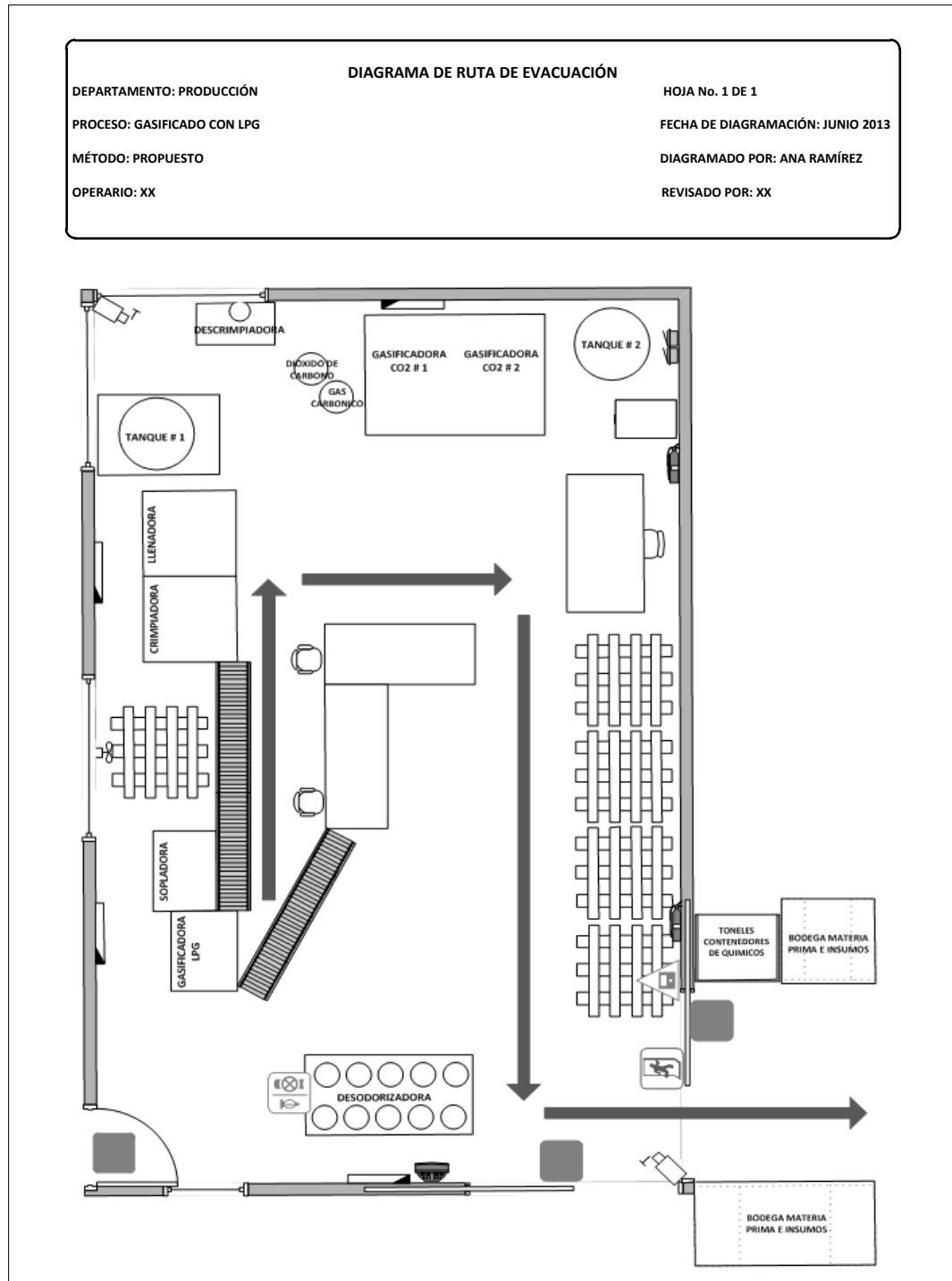
Durante la emergencia se debe de conservar la calma y seguir de forma ordenada las instrucciones de los encargados de la evacuación.

Luego se deben esperar instrucciones de los encargados para que ellos determinen el momento indicado para el retorno a las actividades, o, si fuera el caso, el retiro de las instalaciones.

Terminada la emergencia se debe realizar un recuento de los daños y pérdidas causadas por la emergencia y redactar un informe de las causas que ocasionaron la emergencia.

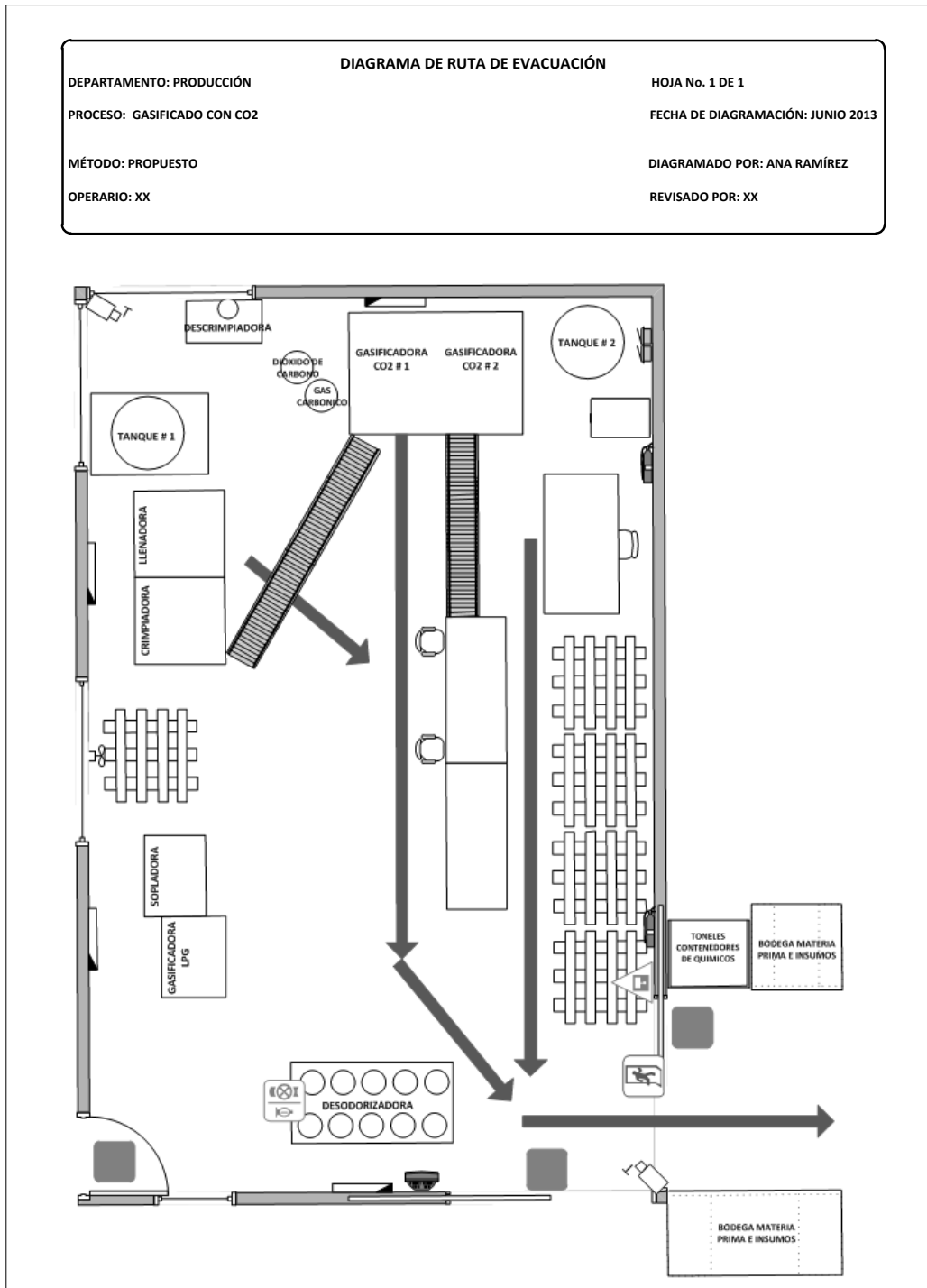
Los mapas de ruta de evacuación se muestran a continuación en la figura 49 y figura 50.

Figura 49. Diagrama de ruta de evacuación para gasificado con LPG



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

Figura 50. Diagrama de ruta de evacuación para gasificado con CO₂



Fuente: elaboración propia, con programa de Visio.

3.4. Capacitación

La capacitación es un aspecto muy importante dentro de la empresa, ya que con esta herramienta de trabajo se le da a conocer al operador, como a cualquier otro miembro que labore dentro de la empresa, la importancia que tiene la implementación de mejoras en los procesos productivos, como lo son, en este caso, nuevos métodos y herramientas y el uso de equipo de protección individual.

La capacitación permite que las personas adquieran conocimientos, habilidades, destrezas, mejoren actitudes, y presten un mejor servicio ante las responsabilidades que se les asigna en el trabajo.

Para que una capacitación sea satisfactoria y se obtengan buenos resultados debe iniciarse con una buena planificación que va desde hacer conciencia en los operadores y a los demás miembros de la empresa, que con la capacitación, no solo la empresa obtiene beneficios, sino también ellos obtienen beneficios al adquirir conocimientos, para tener una mayor competitividad en el mercado laboral.

Todos los miembros de la empresa se deben involucrar; es importante el apoyo de la gerencia, pues esta debe ver la capacitación como una inversión que más adelante se verá incrementada con la mejor calidad del producto, aumento en las utilidades, menores pérdidas por accidentes o pérdidas de producto y desarrollo tanto de su personal como de la misma empresa.

Para realizar la capacitación debe de existir un encargado que las desarrolle, al planificar la capacitación se debe de tomar en cuenta las necesidades o deficiencias que se tienen, a cada cuanto tiempo se realizarán

las capacitaciones, puede ser a cada mes, seis meses o una vez al año, dependiendo de las necesidades del personal, en este caso antes de implementar el método propuesto, se debe de capacitar al personal.

Dentro del plan de capacitación debe existir inducción, capacitación, entrenamiento del personal, evaluaciones y seguimiento del desarrollo del personal.

3.5. Planificación de la producción

La planificación de la producción debe realizarse anticipadamente a las operaciones de producción para determinar cuáles son los objetivos de producción que se quieren alcanzar, y de la forma en que se va a llevar a cabo la producción para que se obtengan los mejores resultados. Dentro de la planificación se debe tener claro que los recursos disponibles deben ser asignados y utilizados de la forma más adecuada, considerando la cantidad con la que se dispone y las necesidades de la empresa.

Lo que se busca con la planificación es aumentar al máximo el uso de los recursos, teniendo presente que dentro de la planificación se deben de considerar a todos aquellos recursos como lo es disponibilidad de tiempo, cantidad a producir, mano de obra, materia prima, insumos, maquinaria, equipo y herramientas, espacio para almacenar. Esto con el fin de determinar el número de unidades que se producirán en un período concertado entre la empresa y el cliente.

También se debe de tomar en cuenta a los departamentos involucrados como:

- Departamento de Ventas: encargado de la negociación y convencimiento del cliente para que la venta sea real, y en base a la cantidad de las ventas reales se procede a planificar la producción.
- Departamento de Producción: lleva el control de los niveles de inventarios de materiales de materia prima, la disponibilidad de las maquinas, equipos y herramientas. Establece la tasa de producción y el tiempo para producir, ahora que se cuenta con los tiempos estándar de operación para cada producto y los métodos utilizados para realizar la producción. Con esta información puede planificar las actividades para la producción y poder cumplir con los tiempos de entrega dados al cliente y lograr la satisfacción de éste con el uso adecuado de los recursos.
- Departamento de Compras: se encarga de la compra de los materiales que son necesarios para la producción, programando la compra de los materiales con base en lo que planificó el Departamento de Producción.
- Departamento de Recursos humanos: se encarga de que se cuente con el personal operativo adecuado, brindándole la capacitación y desarrollo adecuado, para que se pueda producir lo planificado y cumplir con los pedidos del cliente.
- Departamento Financiero: realiza el desembolso económico para que se pueda realizar la compra de los materiales, producción y pago de mano de obra.

La planificación que se hace para la producción inicia luego de un pedido por parte de los clientes. Los pedidos varían en tipo de producto y cantidad de unidades, por lo que se debe ser flexible para adaptarse a cualquier situación

de pedido que se presente, algo que deben tener presentes todos los departamentos involucrados.

3.6. Programación de la producción

La programación se hace teniendo ya realizada la planificación de la producción, debido a que es necesario conocer con exactitud los tiempos, la cantidad de unidades a producir por cada pedido de los clientes, y los períodos de entrega para cada pedido, para determinar las prioridades de entrega.

En la programación de la producción permite asignar tareas específicas las cuales están limitadas por tiempos de producción y fechas de entrega.

Para este caso se realizará la programación hacia adelante, que consiste en iniciar a partir de recibir el pedido por parte del cliente. La mejor programación de la producción dependerá de la cantidad de pedidos y unidades por pedido, además determinar la secuencia de producción de cada pedido, lo cual se puede realizar por medio de las reglas de prioridad que buscan minimizar el tiempo de terminación, número de trabajos y retrasos de los trabajos, y maximizar la utilización de los recursos e instalaciones.

Las reglas de prioridad son:

PEPS: primero en entrar, primero en salir. Lo que quiere decir, que el primer pedido que se recibe será el primero que se producirá.

TPC: tiempo de procesamiento más corto. Indica que, no importando el orden de ingreso del pedido, se producirá aquel que tenga el tiempo de producción más corto para terminarlo primero.

FEP: fecha de entrega más próxima. Se le da prioridad al pedido que se debe de entregar más próximo, no importando el orden de ingreso del pedido ni el tiempo de procesamiento.

TPL: tiempo de procesamiento más largo. Los trabajos con tiempo de procesamiento más largo y de mayor cantidad son los que se producirán primero.

Para que la empresa realice una apropiada programación debe de tenerse un compromiso de todos los departamentos, para que no existan inconvenientes, por ejemplo algún, faltante de materia prima que pueda retrasar la producción de los pedidos, por lo que todos deben de estar informados de los niveles de producción y fechas de entrega que se manejan para cada pedido.

Pasos a seguir para programar la producción

- Cálculo de tiempos según la producción requerida
- Elaboración de un Diagrama de Gantt
- Elaboración de las órdenes de producción

3.7. Análisis financiero del método mejorado

La empresa debe de incurrir en erogaciones de dinero para ejecutar el método mejorado de trabajo, en el cual se deben de adquirir algunas herramientas y equipos, que permitirán llevar a cabo dicho método.

Son inversiones, ya que con lo que se adquiera se verá beneficiada tanto la empresa como los operadores, al disminuir los tiempos de producción, mejorar los métodos de trabajo, garantizando la calidad del producto final,

evitando que este sufra daños durante el traslado del producto en proceso de una estación de trabajo a otra.

3.7.1. Costo económico de la inversión

Las inversiones en que se incurre para realizar la implementación del método mejorado del proceso son las que se muestran en la tabla XXIII.

Tabla XXIII. Para la implementación

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
2	Caja jumbo	Q. 186,00
1	Caja 16 Litros	Q. 36,00
2	Caja click	Q. 54,00
2	Mesa de pino	Q. 700,00
1	Dispensador de cinta adhesiva	Q. 50,00
1	Carretilla	Q. 50,00
1	Transportador de rodillo 3.10x0.90x0.46	Q.6 870,00
1	Transportador de rodillo 2.20x0.90x0.46	Q.4 875,00
	Total	Q.12 921,00

Fuente: elaboración propia.

Se tiene un promedio de producción diaria de 200 unidades, laborando una jornada de trabajo diurno especial de lunes a jueves de 07:00 am a 17:00 pm y los días viernes de 07:00 am a 16:00 pm, por lo que el ahorro en términos de tiempo y monetario queda como se describe en la tabla XXIV.

El producto que se utilizará para este caso es gasificado con LPG y activador tipo industrial (20 oz), los tiempos con los datos actuales y propuestos quedarían como se muestra en la tabla XXIV, para evidenciar la diferencia:

Tabla XXIV. **Cálculo de ahorro de tiempo de producción de 200 aerosoles**

Tiempo/Tiempo	Actual	Propuesto	Total actual (200)	Total propuesto (200)	Diferencia
Arranque	1 086,0	930,0	1 086,0	930,00	156,00
Preparación	11,240	7,260	2 248,0	1 452,00	796,00
Producción	49,310	44,18	9 862,0	8 836,00	1 026,00
Demoras	4,0600	0,000	812,0	00,00	812,00
Total tiempo de diferencia en segundos					2 790

Fuente: elaboración propia.

La diferencia de tiempo es de 2 790 segundos que son equivalentes a 46,5 minutos, que convertidos a hora equivale a 0,775 horas.

El sueldo mensual para un operador es de Q.3 000,00, para calcular cuánto gana por día laborado se debe dividir el sueldo dentro de 30 días que tiene un mes comercial, da Q.100, 00 al día.

$$\frac{Q. 3 000,00}{30 \text{ días}} = Q. 100,00 \text{ por día}$$

Como se puede observar, el ahorro de tiempo está dado en horas, por lo que es necesario convertir el sueldo a cantidad monetaria por hora, lo cual se realiza dividiendo los Q.100,00 por día dentro de 8 horas, debido a que se trabaja con jornada diurna.

$$\frac{Q. 100,00}{8 \text{ horas}} = Q. 12,5 \text{ por hora}$$

Por lo anterior, el ahorro que se tiene en quetzales por la disminución de tiempo que se obtuvo es de:

$$0,775 \text{ horas} * \frac{\text{Q. } 12,5}{\text{hora}} = \text{Q. } 9,68$$

Lo cual representa el ahorro por un operador, y como se sabe que en la línea operan dos operadores el ahorro por los dos operadores es de:

$$\text{Q. } 9,86 * 2 = \text{Q. } 19,37$$

Este ahorro es por día laborado, se sabe que en un mes comercial laborando de lunes a viernes se trabajan veinte días, por lo que el ahorro en términos monetarios mensual es de:

$$\text{Q. } 19,37 * 20 = \text{Q. } 387,50$$

Por lo que al tener un ahorro de 0,775 horas diarias por cada 200 aerosoles producidos, se tiene un ahorro mensual de Q. 387,50; además de que en el tiempo que se ahorra se puede producir 24 aerosoles más diarios, que los que se producen actualmente.

3.7.2. Valor Presente Neto (VPN)

Inversión inicial: Q.12 921,00

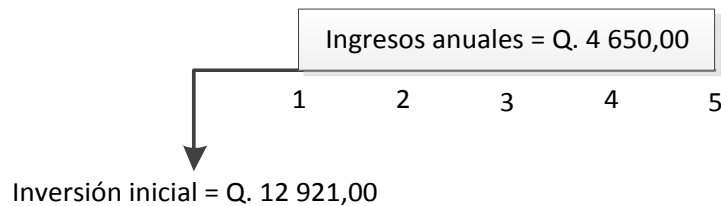
Ingresos mensuales: Q. 387,50

Ingreso anual por ahorro: Q. 4 650,00

Vida útil: 5 años

No se generan gastos

La tasa de oportunidad es de 6,91 por ciento, la cual está compuesta de la tasa de interés pasiva que es la que se utiliza normalmente para determinar cuál es la tasa mínima que podría ganar por su dinero el inversionista, y la tasa de inflación la cual la proporciona el Banco de Guatemala que representa el aumento porcentual de los precios en un cierto período.



Primero se procede a calcular el Valor Presente Neto para una tasa de oportunidad del 6 por ciento.

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= \text{Q. } 4\,650,00 (P/A, 6\%, 5) - \text{Q. } 12\,921,00 \\ \text{VPN} &= \text{Q. } 4\,650,00 (4,3295) - \text{Q. } 12\,921,00 \\ \text{VPN} &= \text{Q. } 7\,211,18 \end{aligned}$$

Ahora se calcula el Valor Presente Neto para una tasa de oportunidad del 7 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= \text{Q. } 4\,650,00 (P/A, 7\%, 5) - \text{Q. } 12\,921,00 \\ \text{VPN} &= \text{Q. } 4\,650,00 (4,1002) - \text{Q. } 12\,921,00 \\ \text{VPN} &= \text{Q. } 6\,144,93 \end{aligned}$$

Se debe realizar una interpolación para encontrar el Valor Presente Neto para la tasa de oportunidad de 6,91 por ciento. Lo cual se muestra en la tabla

Tabla XXV. **Interpolación para encontrar el Valor Presente Neto para la tasa de oportunidad de 6,91 por ciento**

Tasa de oportunidad	Valor Presente Neto
6 %	Q. 7 211,18
6,91 %	X
7 %	Q. 6 144,93

$$\frac{7 - 6}{6,91 - 6} = \frac{6\ 144,93 - 7\ 211,18}{x - 7\ 211,18}$$

$$(x - 7\ 211,18) \frac{7 - 6}{6,91 - 6} = 6\ 144,93 - 7\ 211,18$$

$$(x - 7\ 211,18)(1,0989) = -1\ 066,25$$

$$x - 7\ 211,18 = \frac{-1\ 066,25}{1,0989}$$

$$x = -969,1886 + 7\ 211,18$$

$$x = 6\ 241,99$$

Por lo que para una tasa de oportunidad del 6,91 % el Valor Presente Neto es de Q. 6 241,99. Por lo que el método propuesto es económicamente factible, ya que se justifica con la ganancia que se genera.

3.7.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno se da cuando el Valor Presente Neto es igual a cero. La evaluación del método propuesto se hace con base a la Tasa Interna de Retorno tomando como referencia la tasa de oportunidad. Si la Tasa Interna

de Retorno es mayor a la tasa de oportunidad, el método se debe aceptar, ya que estima un rendimiento mayor al mínimo que se requería. Caso contrario, si la tasa interna de retorno es menor a la tasa de oportunidad, el método se debe de rechazar pues estima un rendimiento menor al mínimo que se requería.

Para determinar la Tasa Interna de Retorno se debe de encontrar dos valores de VPN con tasas de interese diferentes, un valor de VPN positivo y otro negativo

El valor de VPN positivo se obtuvo anteriormente el cual tiene con una tasa de 6,91 % que dio un VPN de Q. 6 241,99.

Ahora es necesario encontrar un valor de VPN negativo por lo que la tasa de interés se aumenta quedando de la siguiente forma:

Con una tasa del 24 % se tiene que el VPN es de:

$$\text{VPN} = \text{Q. } 4\,650,00 \text{ (P/A, 24 \% ,5)} - \text{Q. } 12\,921,00$$

$$\text{VPN} = \text{Q. } 4\,650,00 \text{ (2,7454)} - \text{Q. } 12\,921,00$$

$$\text{VPN} = - \text{Q. } 154,89$$

Con estos valores se procede a realizar una interpolación, sabiendo que la TIR se da cuando el valor de VPN es igual a cero. Quedando como se muestra a continuación:

Tabla XXVI. **Interpolación para la tasa de interés**

Tasa de interés	Valor Presente Neto
6,91 %	Q. 6 241,99
TIR	0
24 %	- Q. 154,89

$$\frac{24 - 6,91}{TIR - 6,91} = \frac{-154,89 - 6\ 241,99}{0 - 6\ 241,99}$$

$$(24 - 6,91) = (TIR - 6,91)(1,0248)$$

$$\frac{17,09}{1,0248} + 6,91 = TIR$$

$$TIR = 23,58 \%$$

La TIR es de 23,58 por ciento, es mayor a la tasa de oportunidad, en consecuencia el método propuesto es económicamente rentable, ya se obtiene un beneficio mayor al esperado.

3.7.4. Análisis costo/beneficio

Lo que se quiere saber es si el método propuesto proporciona un beneficio, por lo que se debe calcular un valor presente neto para beneficios como para los costos.

Los beneficios son los ingresos que se obtiene por el ahorro que se logra con el método propuesto y los costos son la inversión inicial en la que se incurre, y con los dos valores se calcula el cociente de estos para realizar un criterio de comparación, quedando de la siguiente forma:

Valor Presente Neto, beneficio:

$$\text{VPNB} = \text{Q. } 4\,650,00 \text{ (P/A, 6\%,5)}$$

$$\text{VPNB} = \text{Q. } 4\,650,00 \text{ (4,3295)}$$

$$\text{VPNB} = \text{Q. } 20\,132,175$$

Valor presente neto costo

$$\text{VPNB} = \text{Q. } 12\,921,00$$

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{20132,175}{12921,00} = 1,55$$

Si la relación beneficio costo es mayor o igual a 1 el método propuesto debe ser financiado.

Si la relación beneficio costo es menor que 1 el método propuesto no debe ser financiado.

El resultado que se obtuvo con la relación beneficio costo es de 1.55 por lo que el método propuesto debe ser financiado.

Además, en el estado de pérdidas y ganancias que se muestra en la figura 51, se puede observar que el estado financiero de la empresa para el periodo del 1 de enero al 31 de diciembre del 2012, muestra ganancias. Por lo que se presentan beneficios para las diferentes operaciones de la empresa derivadas de sus actividades económicas de comprar producir, transformar y vender durante un periodo determinado.

Figura 51. Estado de pérdidas y ganancias, Industria Química

INDUSTRIA QUÍMICA			
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS			
PERIODO DEL MES 1 AL MES 12			
VENTAS BRUTAS			Q 3 480 000,00
(-) DESCUENTOS SOBRE VENTAS			Q 60,000,00
VENTAS NETAS			Q 3 420 000,00
(-) COSTO DE VENTAS			Q 1 308 847,68
COMPRAS		Q 1 302 336,00	
(-) DESCUENTOS SOBRE COMPRAS		Q 6 511,68	
UTILIDAD BRUTA			Q 2 111 152,32
(-) GASTOS DE OPERACIÓN			Q 1 432 980,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS		Q 851 580,00	
SUELDOS DE ADMÓN.	Q 509 145,55		
BONIFICACIÓN SUELDOS ADMÓN.	Q 36 658,48		
INDEMNIZACIÓN SUELDOS DE ADMÓN.	Q 42 411,83		
IMPUESTOS Y CONTRIBUCIÓN ADMÓN.	Q 61 097,80		
GASTOS VARIOS DE ADMÓN.	Q 151 352,16		
DEPRECIACIÓN MOBILIARIO Y EQUIPO	Q 50 914,18		
GASTOS DE VENTAS		Q 581 400,00	
SUELDOS DE VENTAS	Q 175 408,38		
BONIFICACIÓN SUELDOS DE VENTAS	Q 15 697,80		
INDEMNIZACIÓN SUELDOS DE VENTAS	Q 13 645,46		
IMPUESTOS Y CONTRIBUCIÓN VENTAS	Q 19 651,32		
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	Q 121 073,06		
CUENTAS INCOBRABLES	Q 2 730,25		
ALQUILERES DEPARTAMENTO DE VENTAS	Q 145 350,00		
GASTOS VARIOS DE VENTAS	Q 45 285,24		
DEPRECIACIÓN VEHICULOS DE REPARTO	Q 42 558,48		
UTILIDAD OPERACIÓN			Q 678 172,32
(-) OTROS GASTOS		Q 47 880,00	Q 47 880,00
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			Q 630 292,32
IMPUESTO SOBRE LA RENTA			Q 195 390,62
UTILIDAD NETA			Q 434 901,70

Fuente: elaboración propia.

Realizando proyecciones para un futuro optimista y pesimista de un 20 por ciento sobre las ventas, el estado financiero no presentara perdidas, como se muestra en la figura 52.

Figura 52. **Estado de pérdidas y ganancias porcentaje de participación**

INDUSTRIA QUÍMICA				% PARTICIPACIÓN
ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS				
PERIODO DEL MES 1 AL MES 12 DEL AÑO 20XX				
VENTAS BRUTAS			Q 3 480 000,00	
(-) DESCUENTOS SOBRE VENTAS			Q 60 000,00	
VENTAS NETAS			Q 3 420 000,00	100%
(-) COSTO DE VENTAS			Q 1 308 847,68	38%
COMPRAS		Q 1 302 336,00		
(-) DESCUENTOS SOBRE COMPRAS		Q 6 511,68		
UTILIDAD BRUTA			Q 2 111 152,32	62%
(-) GASTOS DE OPERACIÓN			Q 1 432 980,00	42%
GASTOS ADMINISTRATIVOS		Q 851 580,00		
SUELDOS DE ADMÓN.	Q 509 145,55			
BONIFICACIÓN SUELDOS ADMÓN.	Q 36 658,48			
INDEMNIZACIÓN SUELDOS DE ADMÓN.	Q 42 411,83			
IMPUESTOS Y CONTRIBUCIÓN ADMÓN.	Q 61 097,80			
GASTOS VARIOS DE ADMÓN.	Q 151 352,16			
DEPRECIACIÓN MOBILIARIO Y EQUIPO	Q 50 914,18			
GASTOS DE VENTAS		Q 581 400,00		
SUELDOS DE VENTAS	Q 175 408,38			
BONIFICACIÓN SUELDOS DE VENTAS	Q 15 697,80			
INDEMNIZACIÓN SUELDOS DE VENTAS	Q 13 645,46			
IMPUESTOS Y CONTRIBUCIÓN VENTAS	Q 19 651,32			
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA	Q 121 073,06			
CUENTAS INCOBRABLES	Q 2 730,25			
ALQUILERES DEPARTAMENTO DE VENTAS	Q 145 350,00			
GASTOS VARIOS DE VENTAS	Q 45 285,24			
DEPRECIACIÓN VEHICULOS DE REPARTO	Q 42 558,48			
UTILIDAD OPERACIÓN			Q 678 172,32	20%
(-) OTROS GASTOS		Q 47 880,00	Q 47 880,00	1%
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS			Q 630 292,32	18%
IMPUESTO SOBRE LA RENTA			Q 195 390,62	6%
UTILIDAD NETA			Q 434 901,70	13%

Fuente: elaboración propia.

Proyecciones con un aumento y disminución de un 20 por ciento, quedando como resultado los siguientes valores que se muestran en la figura 53. Por lo que ante cualquier proyección que se presente la empresa obtendrá beneficios sobre sus operaciones derivadas de sus actividades económicas.

Figura 53. Estado de pérdidas y ganancias proyectado

INDUSTRIA QUÍMICA ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PERIODO DEL MES 1 AL MES 12 DEL AÑO 20XX		PROYECCIONES	
		OPTIMISTA	PESIMISTA
	% PARTICIPACIÓN	AUMENTA 20%	DISMINUYE 20%
VENTAS BRUTAS		Q 4 176 000,00	Q 2 784 000,00
(-) DESCUENTOS SOBRE VENTAS		Q 72 000,00	Q 48 000,00
VENTAS NETAS	100%	Q 4 104 000,00	Q 2 736 000,00
(-) COSTO DE VENTAS	38%	Q 1 559 520,00	Q 1 039 680,00
COMPRAS			
(-) DESCUENTOS SOBRE COMPRAS			
UTILIDAD BRUTA	62%	Q 2 544 480,00	Q 1 696 320,00
(-) GASTOS DE OPERACIÓN	42%	Q 1 723 680,00	Q 1 149 120,00
GASTOS ADMINISTRATIVOS			
SUELDOS DE ADMÓN.			
BONIFICACIÓN SUELDOS ADMÓN.			
INDEMNIZACIÓN SUELDOS DE ADMÓN.			
IMPUESTOS Y CONTRIBUCIÓN ADMÓN.			
GASTOS VARIOS DE ADMÓN.			
DEPRECIACIÓN MOBILIARIO Y EQUIPO			
GASTOS DE VENTAS			
SUELDOS DE VENTAS			
BONIFICACIÓN SUELDOS DE VENTAS			
INDEMNIZACIÓN SUELDOS DE VENTAS			
IMPUESTOS Y CONTRIBUCIÓN VENTAS			
PUBLICIDAD Y PROPAGANDA			
CUENTAS INCOBRABLES			
ALQUILERES DEPARTAMENTO DE VENTAS			
GASTOS VARIOS DE VENTAS			
DEPRECIACIÓN VEHICULOS DE REPARTO			
UTILIDAD OPERACIÓN	20%	Q 820 800,00	Q 547 200,00
(-) OTROS GASTOS	1%	Q 41 040,00	Q 27 360,00
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	18%	Q 738 720,00	Q 492 480,00
IMPUESTO SOBRE LA RENTA	6%	Q 246 240,00	Q 164 160,00
UTILIDAD NETA	13%	Q 533 520,00	Q 355 680,00

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. Estaciones de trabajo

Las estaciones de trabajo deberán ser reubicadas de acuerdo al diagrama de recorrido del método propuesto, para llevar a cabo la reubicación es necesario que, durante el tiempo que tome hacerlo, no se tenga planificada producción, para que se pueda disponer del espacio, operadores y de las diferentes estaciones de trabajo sin causar ningún tipo de retraso en la producción. Las instalaciones deben disponerse de tal forma que las operaciones se encuentren ordenadas y con un mínimo de manejo.

Según el diagrama de recorrido propuesto las estaciones de trabajo que no tendrán reubicación son la de llenado, crimpiado y gasificado con LPG. Mientras que la tarima que se encuentra entre la crimpiadora y sopladora deberá ser reubicada a un lado de la llenadora donde no obstruirá el paso del producto en proceso.

La estación de gasificado con CO₂ será cambiada de lugar y se colocará en el lugar que actualmente ocupa el escritorio, por lo que el escritorio pasará al lugar donde actualmente se encuentra la gasificadora de CO₂.

Para las operaciones que se realizan en las mesas, como lo son etiquetado, colocación tubo de extensión, activador, tapón, etiqueta de aprobación y encajado, variaran de posición dependiendo del tipo de gasificado del producto que se esté produciendo.

4.1.1. Modificación en las estaciones de trabajo

Las modificaciones se enfocan a tener un mejor ambiente de trabajo, cuidando los aspectos ergonómicos y de seguridad e higiene, por lo que la implementación de herramientas y equipo ayudará a los operadores a realizar un menor esfuerzo.

Dentro de las modificaciones se tienen:

- Cambio de tarimas de madera por tarimas contenedoras de derrames para la estación de mezcla de materia prima, así también, para la tarima en donde se coloca la materia prima antes de ser mezclada.
- Carreta para transporte de materia prima, permite hacer un traslado más rápido de los insumos y brinda una mayor seguridad tanto para el operador como para el producto, al no tener que realizar cargas directas del producto.
- La colocación de los insumos desde un inicio de la producción dentro de cajas con tapadera, y luego colocadas en cada estación de trabajo en su lugar respectivo donde son requeridas.
- El uso de transportadores de rodillos entre estaciones de trabajo permite un flujo continuo del producto y mejor manejo de este.

4.2. Diagramas

De acuerdo a la propuesta de mejora, los diagramas que se proponen deberán ser revisados por la gerencia de la empresa para su análisis, posterior

a esto deberán ser archivados. Estos diagramas deberán ser actualizados cuando los encargados lo consideren necesarios.

4.2.1. Proceso

Es necesario informar con anticipación a los operadores sobre los cambios que se realizarán, y que estos cambios en las operaciones se apliquen y se normalicen juntamente con los materiales, el equipo y las herramientas para que las condiciones de trabajo sean las adecuadas.

Es importante que, una vez implantado el método mejorado se le debe dar seguimiento, ya que es importante que no se permita que los operadores no realicen el método antiguo o que no les parezca en método mejorado y quieran acomodarse a la forma de trabajo que ellos quieran realizar.

Estos diagramas deben ser documentados para tener registros de los estudios archivados.

4.2.2. Recorrido

Antes de adoptar definitivamente el método mejorado de los diagramas de recorrido, se debe de hacer una prueba.

Después de realizar la prueba y obtener un resultado positivo como se esperaba se puede asegurar que el método mejorado es eficaz. Luego deberá ser aprobado por una autoridad superior dentro de la empresa.

Además, se le debe de dar capacitación a los operadores, ya que algunas de las estaciones de trabajo fueron reubicadas y puede que no se adapten

fácilmente a estas reubicaciones. Por lo que al capacitarlos se les estará induciendo a que comiencen a practicar el método mejorado y que se adapten a este.

Al igual que cualquier otro estudio este debe ser documentado para tener registros de los estudios archivados.

4.3. Estudio de tiempos

Realizar mediciones periódicas, para dar el seguimiento al cumplimiento de los tiempos ya obtenidos, será necesario para conocer, evaluar y analizar si las capacidades, habilidades y destrezas con las cuales se ejecutan las operaciones son las adecuadas. Así como para verificar que los métodos que se están utilizando sean los correctos, y que no se estén cambiando los métodos continuamente sin antes haber realizado un estudio y análisis previo. Se debe recordar que siempre existe un mejor método.

Cuando se realicen los estudios de tiempos, se debe de informar por anticipado a los operadores las razones por las que se realizarán y el fin que se persigue, y darles a conocer que estos estudios se realizarán de forma periódica.

Se deben de preparar todos los instrumentos de medición necesarios así como los documentos que se necesitarán para recolectar los datos. Siempre se debe hacer una observación previa para tener claro cada elemento en el que se dividirán las operaciones.

4.3.1. Documentación de tiempos estándar

La documentación de los estudios de tiempos realizados es importante ya que se podrá disponer de estos datos, en diferentes períodos, con lo que se podrá observar si existe un tipo de variación entre estos y así identificar y analizar cuáles son las situaciones que generan estas variaciones, lo cual permitirá prevenir posibles problemas en un futuro.

4.4. Métodos mejorados de trabajo

Los métodos mejorados de trabajo permiten tener mejores rendimientos de parte de los operadores lo cual se ve reflejado en un mejor desempeño en sus labores. Ya que tendrán un ambiente de trabajo agradable en el cual se tiene en cuenta la salud del operador y una mejora en la calidad del producto.

Cuando se hace un estudio para mejorar un método de trabajo actual se hace con la intención de que tanto la empresa como los operadores y demás trabajadores salgan beneficiados.

Dentro de los métodos mejorados de trabajo se tienen:

- El uso de cajas plásticas para el transporte de las latas sobre la carreta hacia la estación de llenado, donde la carreta junto con la caja conteniendo las latas son colocadas a un lado de la estación de llenado, donde el operador ya no deberá de agacharse continuamente para alcanzar las latas situadas dentro de una caja de cartón en el suelo, si no que al estar colocadas sobre la carreta estará a una altura adecuada donde no tendrá que realizar mayores esfuerzos para alcanzar las latas.

- El traslado del producto en proceso se realizará con la ayuda de transportadores de rodillos, para evitar que los operadores realicen el traslado con carga directa del producto en proceso.
- La reducción de las distancias que recorre el producto en proceso debe ser un aspecto a considerar siempre, ya que representa un costo oculto.
- El dispensador de cinta adhesiva es una herramienta que facilitara la forma de armar las cajas, además de permitir que se realicen cortes exactos en la cinta adhesiva.

Se deben hacer estudios para determinar si los métodos de trabajo se pueden mejorar, ya que siempre existe un mejor método, y cada estudio deberá ser documentado para tener un registro de toda la información referente al proceso de producción de aerosoles.

4.4.1. Aplicación de aspectos ergonómicos

Los aspectos ergonómicos se deben aplicar elaborando un programa que cumpla con las necesidades de la empresa, teniendo en cuenta que para el éxito de la aplicación de los aspectos ergonómicos se deben involucrar todas las áreas de la empresa, en especial el nivel gerencial.

Previo a realizar el programa y ejecutarlo se debe hacer la planeación de este, enfocándose desde un inicio en el personal al cual se les aplicará los aspectos ergonómicos.

Dentro de la planeación se debe tener presente que la capacitación que se les transmite a los operadores, se tenga claro el conocimiento y la importancia de la implementación de estos aspectos para la salud de cada uno.

El análisis y evaluación los puestos de trabajo determina los problemas que causan lesiones o provocan bajo rendimiento, por lo que dentro del programa se debe considerar la evaluación de la aplicación de los aspectos ergonómicos para verificar si se están dando los resultados esperados, si no se obtienen los resultados, se deben detectar los aspectos que siguen causando daños y corregirlo inmediatamente.

4.4.2. Aplicación de aspectos seguridad e higiene

En toda empresa se debe tener una descripción de puestos en donde se determinan los requisitos, responsabilidades y condiciones de trabajo que el puesto exige para un adecuado desempeño de parte del operador.

Las condiciones de trabajo son todas aquellas condiciones relacionadas con el ambiente y los alrededores en que se realiza el trabajo, a las cuales el operador se encuentra expuesto durante toda la jornada laboral. Por lo que se deben de identificar los riesgos de trabajo que se dividen en, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, las cuales se deben de tratar de erradicar.

Para la erradicación de los riesgos de trabajo primero se debe buscar la forma de eliminarlos, por medio de medidas técnicas y organizativas, las cuales luego de ser evaluadas pueden que no garanticen la eliminación del riesgo, por lo que la última instancia a la que se debe de recurrir es a la implementación del equipo de protección individual.

Para la implementación de los aspectos de seguridad se deben de desarrollar manuales, protocolos de emergencia, programas de capacitación, para que todo el personal tenga el conocimiento de cómo utilizar el equipo de protección individual, saber cómo reaccionar y que se debe de realizar ante una emergencia.

Se debe de normalizar el equipo de protección individual e informar en qué zonas dentro de la empresa se tiene que utilizar el equipo así como qué equipo se debe de usar en cada área, por lo que estas zonas deben ser señalizadas para el conocimiento de los operadores como del personal ajeno a la empresa que ingresa a las instalaciones.

Para la entrega del equipo de protección individual se debe llevar un control del equipo que se le brinda al personal, por medio de un listado en el cual se tendrá la información de nombre del operador, fecha en que se capacita al personal sobre el uso del equipo que se le brinda, la fecha de entrega del equipo, fecha de reposiciones, modelo de equipo entregado, cantidad que se entregó, así como la fecha de caducidad, o la empresa determinará la fecha en que se hará el cambio del equipo.

Los manuales, protocolos de emergencia, programas y material que se utiliza para la capacitación, deberán de ser documentados para tener un registro de las acciones que se han implementado.

4.5. Desarrollo de programa para la capacitación de los operadores de la línea de producción de aerosoles

La creación de un programa de capacitación es de gran importancia para que las mejoras que se proponen logren los resultados esperados. A través de

los programas de capacitación se busca garantizar que se tomarán en cuenta todos los aspectos necesarios para mejorar el desempeño de los operadores al realizar las operaciones.

Dentro de los aspectos se tiene que considerar que se debe de tener el personal adecuado para dar la capacitación al personal, identificar que capacitación es necesaria, esto dependerá de las necesidades y deficiencias que se tengan en la empresa, la cantidad de personas que recibirán la capacitación, los períodos entre capacitaciones así como la duración de las mismas.

Para crear el programa de capacitación se debe localizar las deficiencias que se tienen, por lo que se debe concientizar al personal para que aporten información sobre deficiencias que se tengan, ya que el personal es el que se encuentra directamente en contacto con el ambiente y los alrededores en los que realizan el trabajo.

4.5.1. Planificación de programa de capacitación

Para la planificación del programa de capacitación la empresa deberá considerar los recursos con los que cuenta y los que se necesitan, como: personal facilitador, el tiempo que durará la capacitación, el personal que asistirá a las capacitaciones, la producción que se debe de realizar, por lo que la empresa deberá de coordinar las fechas para realizar las capacitaciones, los horarios, la cantidad de personas que se capacitarán.

Para planificar la capacitación primero se deben de identificar las operaciones que requieren de una mejora, en este caso la capacitación será por

la implementación de un método de trabajo nuevo y la utilización del equipo de protección individual.

Es importante que se introduzcan temas que ayuden al crecimiento emocional, moral y ético del personal, los cuales también mejoran la calidad de vida y la relación entre el personal que labora dentro de la empresa.

4.5.2. Documentación de material para capacitación

Documentar el material que se utiliza para las capacitaciones es de mucha importancia porque permite tener el respaldo de que el personal cuenta con el conocimiento sobre las operaciones que está realizando, así como el equipo que utiliza para realizar las operaciones.

Dentro de la documentación con la que se debe de contar al momento de implementar un programa de capacitación se tiene:

- Listado de personal que se capacitará
- Programación de capacitaciones
- Temas de capacitación
- Material visual, escrito o auditivo
- Formato de evaluaciones
- Listado de notas de las evaluaciones
- Lista de asistencia

4.5.3. Ejecución del programa de capacitación

Luego de tener planificada y programada la capacitación de debe de ejecutar. Si la capacitación tiene como objetivo la implementación de un nuevo

método de trabajo, debe realizarse usando el método de trabajo que se quiere implementar.

La capacitación se debe ejecutar aplicando metodologías que permitan mantener el interés por parte de los operadores, utilizando material dinámico, como lo es presentaciones audio-visuales, realizar actividades relacionadas con el tema que se está dando a conocer, crear grupos pequeños para que desarrollen un tema previamente investigado.

Luego de realizar la capacitación se debe de verificar si se mejoró después de esta, para tomar acciones correctivas, y ver si es necesario programar una nueva capacitación.

La retroalimentación es importante, ya que el personal debe de tener siempre presente los métodos, herramientas y equipo que se utilizan para realizar el trabajo y la forma correcta de utilizarlos.

5. SEGUIMIENTO

Dar seguimiento a lo que se implementa permite verificar si se están obteniendo los resultados esperados. También se lleva un control de lo que se realiza y en caso de presentarse alguna acción o resultado no esperado se pueda actuar de forma inmediata para controlarlo.

5.1. Evaluación y control del rendimiento del método mejorado

Darle seguimiento al nuevo método a través de evaluaciones por medio de pruebas escritas así como observación directa, es parte importante del seguimiento del método y aspectos mejorados, esto con el fin de detectar la existencia de variaciones en los resultados que se esperan.

El control del rendimiento se puede realizar de varias formas y auxiliarse de diferentes herramientas que permitan hacer mediciones y recolección de información necesaria, entre las cuales se pueden tener las siguientes:

- Observación directa de parte del personal encargado de la supervisión
- Hojas de verificación
- Auditorías internas
- Medición de índices de producción

Con la información recolectada se pueden realizar comparaciones y tomar acciones correctivas en caso de que los resultados obtenidos no sean los esperados.

5.1.1. Revisión directa y periódica del proceso

Cuando se realiza una revisión para detectar el cumplimiento o incumplimiento de un método lo ideal es que sea de forma directa para que no exista algún tipo de información equivocada, o confusiones que puedan reflejarse en tomas de decisiones incorrectas.

La realización de las revisiones debe ser en lapsos de tiempo determinados, lo cual tiene que ser realizado por la empresa para que se tenga una continua revisión.

5.1.2. Hojas de verificación

Las hojas de verificación son una herramienta de trabajo importante que permiten realizar un control sobre aspectos de los cuales se requiere tener un seguimiento para verificar el cumplimiento o rendimiento del proceso que se evalúa.

Las hojas de verificación tienen diferentes usos, todo depende del uso y la finalidad que se les quiera dar, para este caso se utilizarán para verificar si se sigue y realiza adecuadamente el método de trabajo que se les dio a conocer y para el cual fueron capacitados.

Otra utilización es la verificación del cumplimiento de los operadores con la utilización adecuada del equipo de protección individual, la forma en que lo usan, en que estaciones de trabajo lo utilizan y si este se encuentra en buenas o malas condiciones para seguirlo utilizando.

Las auditorías que se realizan deben siempre ajustarse a un tipo de diseño de hoja de verificación, que permitirá la obtención rápida de la información y no permita obviar algún dato que sea necesario recolectar o tomar información.

Las hojas de verificación le permitirán a la empresa recolectar información de forma más rápida y segura, teniendo la certeza de que se obtendrá la información que se requiere, la cual será fácilmente entendible para el personal que tenga acceso a esta, además de permitir tener registros que puedan servir para identificar y prevenir inconvenientes futuros.

5.1.3. Auditorías internas

Cuando se implementan las auditorías internas el propósito principal es evaluar la forma en la que se está realizando un determinado proceso comparándolo con lo que está establecido en los procedimientos.

Para hacer estas auditorías internas se deben programar fechas. Las auditorías las debe realizar una persona que conozca bien el proceso de producción de aerosoles el cual podrá identificar fácilmente si existe algún tipo de incumplimiento en el método de trabajo.

Cuando se va a llevar a cabo una auditoría interna se debe contar con documentos que faciliten la obtención de datos, como las hojas de verificación, así como tener preparado un formato escrito de recolección de información durante la ejecución de la auditoría interna.

Con las auditorías internas se da a conocer si se está cumpliendo con los procedimientos establecidos en el método de trabajo dado. La información obtenida por medio de las auditorías internas permite llevar un control.

5.1.4. Acciones preventivas

Las acciones preventivas son aquellas que buscan eliminar las causas de un problema o situación no deseable. Cuando se aplica una acción preventiva el problema no se ha presentado aún, ya que esta acción se toma para prevenir que suceda. Por lo que la empresa debe de considerar una serie de acciones preventivas a tomar en caso se presente una situación no deseable.

El mantenimiento preventivo de la maquinaria que se utiliza para la producción de aerosoles, evita que se presente un problema que pueda provocar la paralización de la producción por un corto tiempo y el peor de los casos la pérdida de la maquinaria.

Los aspectos ergonómicos también son parte de las acciones preventivas, ya que se puede prevenir que un trabajador se vea afectado por un mal movimiento o una enfermedad ocupacional, que se vea reflejado en el ausentismo de parte del operador, lo que se puede ver reflejado en la falta de mano de obra y el incumplimiento de producción.

Las acciones preventivas relacionadas con el aspecto de seguridad e higiene, permiten que por medio de la identificación de riesgos se pueda evitar accidentes laborales, daños a los operadores como al producto en proceso.

5.1.5. Acciones correctivas

Las acciones correctivas son aquellas que eliminan las causas de un problema o de una situación no deseable, estas se dan cuando el problema ya existe y se encuentra presente en ese momento.

Debido a que las acciones correctivas se deben implementar de inmediato, se debe realizar una identificación y análisis de las causas que provocaron el problema o la situación no deseable, ya que puede que sea más de una causa. Al darle solución a una no conformidad se busca que esta no vuelva a producirse.

5.2. Indicadores de producción

Los indicadores de producción sirven para representar la relación existente entre dos o más datos obtenidos de la actividad industrial, permiten que se tenga un mejor control de lo que se está produciendo y hacer comparaciones de los recursos que se han previsto y los que realmente se utilizan para la producción.

Funcionan como parámetros de medición que permiten tomar decisiones sobre las acciones que se deben tomar dependiendo del tipo de variación de los indicadores.

5.2.1. Indicador de aerosoles producidos por hora

Este indicador muestra la cantidad de aerosoles que se producen por hora en relación a la cantidad de tiempo en que se produce una unidad.

Lo primero que se debe conocer es cuánto tiempo se emplea para producir un aerosol, a lo que se le conoce como tiempo de ciclo, luego se procede a hacer el cálculo del índice quedando de la siguiente forma:

$$\text{Índice de aerosoles producidos por hora} = \frac{60 \text{ minutos/hora}}{\text{Tiempo del ciclo (minutos)}}$$

El tiempo del ciclo es variable, ya que depende del producto que se esté fabricando.

Este índice permitirá determinar si se está cumpliendo con los procesos o si existe algún motivo que disminuya la producción, o en caso contrario que se esté realizando una operación que haga al proceso reducir su tiempo de producción. Lo que se busca es que este índice vaya aumentando, lo que se logra si el tiempo de ciclo disminuye.

CONCLUSIONES

1. Los actuales métodos de trabajo se desarrollan con muchos traslados innecesarios por parte del operador y del producto en proceso, por lo que la reducción de estos traslados permite que tenga un mejor flujo de ambos. Además, el orden de las actividades dependerá del gasificado que se esté realizando.
2. Luego de realizar un estudio de tiempos se establecieron los tiempos estándar actuales para la producción de una unidad de aerosol, quedando para gasificado con LPG y activador tipo industrial (20oz), 48,12 segundos/ lata, gasificado con LPG, activador tipo industrial y tubo de extensión (20oz), 52,54 segundos/ lata, gasificado con CO₂ y activador tipo industrial (20oz), 53,77 segundos/ lata, gasificado con CO₂, activador tipo industrial, etiqueta termoplástica y tubo de extensión (20oz), 71,42 segundos/ lata, y con esto poder calcular el tiempo de producción de un pedido por parte del cliente. Considerando que se tiene un tiempo de preparación de producción promedio por unidad que es de 115,97 segundos, y un tiempo promedio de arranque de producción de 1 086 segundos, el cual no depende de la cantidad a producir.
3. Con los tiempos estándar se elaboraron los diagramas que permiten a la empresa tener documentado gráficamente el proceso de producción para cada producto. Además, con las mejoras aplicadas en los diferentes procesos se puede visualizar de una mejor forma en los diagramas de recorrido, el flujo ordenado del operador y del producto en proceso.

4. Se detectaron actividades que pueden ser eliminadas y otras mejoradas. La recolección de los insumos que se utilizarán durante todo el proceso productivo se realizará conjuntamente al inicio de la producción, para no pausarla y no regresar a bodega de materia prima a realizar la recolección.

RECOMENDACIONES

1. Dar seguimiento al método de trabajo que se implementará para que no se vuelvan a utilizar los anteriores, el cual debe ser realizado en períodos establecidos por la empresa, y con evaluaciones que permitan identificar con facilidad el orden de las actividades que se realizan.
2. Realizar constantemente mediciones de tiempos para tener un control del tiempo en que se está realizando el proceso productivo, y poder identificar con facilidad si existe una variación en el tiempo, identificar las causas que originan esta variación y actuar de forma inmediata. Considerar siempre las condiciones y ambiente de trabajo en el que se realiza el proceso productivo.
3. Documentar y dar a conocer a los diagramas relacionados con el proceso productivo de aerosoles, cualquier modificación que se realice en el proceso, también deberá ser modificada en los diagramas y se deberá informar y capacitar antes de implementarlo de forma definitiva.
4. Efectuar estudios y análisis de forma periódica dentro del proceso productivo en las diferentes actividades que se desarrollan, para determinar si existe una mejor forma de realizar el método de trabajo o simplificarlo. Además, esto servirá para determinar si se está cumpliendo con las operaciones establecidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. CRUZ GÓMEZ, J. Alberto; GARNICA GAITÁN, Germán Andrés. *Principios de ergonomía*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 2001. 230 p. ISBN: 9589029337.
2. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 442 p. ISBN: 9701046579.
3. MONDELO, Pedro. et al. *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. 2a ed. México: Alfaomega, 2001. 272 p. ISBN: 9586826341.
4. NIEBEL, Benjamín; FREIVALDS Andris. *Ingeniería industrial, métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: Limusa 1992. 745 p. ISBN: 9701509935.

ANEXOS

Anexo 1. Sistema de suplementos por descanso en porcentajes de los tiempos normales

	H	M
1.- SUPLEMENTOS CONSTANTES		
SUPLEMENTOS POR NECESIDADES PERSONALES	5	7
SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA	4	4
SUMA	9	11
2.- CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA		
A. SUPLEMENTO POR TRABAJAR DE PIE		
B. SUPLEMENTO POR POSTURA ANORMAL	2	4
I. LIGERAMENTE INCOMODA		
II. INCOMODA (INCLINADO)	0	1
III. MUY INCOMODA (ECHADO, Estrado)	2	3
	7	7
C. LEVANTAMIENTO DE PESO Y USO DE FUERZA (TIRAR, EMPUJAR)		
2.5		
5.0		
7.5	0	1
10	1	2
12.5	2	3
15	3	4
17.5	4	6
20	6	9
22.5	8	12
25	10	15
30	12	18
40	14	-
50	19	-
	33	-
	58	-
D. DENSIDAD DE LA LUZ		
I. LIGERAMENTE POR DEBAJO DE LO RECOMENDADO		
II. BASTANTE POR DEBAJO		
III. ABSOLUTAMENTE INSUFICIENTE	0	0
E. CALIDAD DEL AIRE		
I. BUENA VENTILACION O AIRE LIBRE		
II. MALA VENTILACION SIN EMANACIONES TOXICAS Y NOCIVAS	2	2
III. PROXIMIDAD DE HORNOS, ESCALERAS, ETC.	5	5
F. TENSION VISUAL		
I. TRABAJOS DE CIERTA PRECISION	5-15	5-15
II. TRABAJOS DE PRECISION FATIGOSOS		
III. TRABAJOS DE GRAN PRECISION O MUY FATIGOSOS	0	0
	2	2
	5	5
G. TENSION AUDITIVA		
I. SONIDO CONTINUO	0	0
II. INTERMITENTE Y FUERTE	2	2
III. INTERMITENTE Y MUY FUERTE	5	5
IV. ESTRIDENTE Y FUERTE	5	5
H. TENSION MENTAL		
I. PROCESO BASTANTE COMPLEJO	1	1
II. PROCESO COMPLEJO O ATENCION MUY DIVIDIDA	4	4
III. MUY COMPLEJO	8	8
I. MONOTONIA MENTAL		
I. TRABAJO ALGO MONOTONO	0	0
II. TRABAJO BASTANTE MONOTONO	1	1
III. TRABAJO MUY MONOTONO	4	4
J. MONOTONIA FISICA		
I. TRABAJO ALGO ABURRIDO	0	0
II. TRABAJO ABURRIDO	2	2
III. TRABAJO MUY ABURRIDO	5	2

Fuente: GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del trabajo. p. 228.