

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DISEÑO DE LOS PROCESOS PARA EL INCREMENTO DE LA
PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PARA
PISOS Y REVESTIMIENTO DE MUROS EN LA EMPRESA
VILLAFER DEL MUNICIPIO DE IPALA, CHIQUIMULA**

EDGAR LEONEL MÉNDEZ MARTÍNEZ

CHIQUIMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

DISEÑO DE LOS PROCESOS PARA EL INCREMENTO DE LA
PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PARA
PISOS Y REVESTIMIENTO DE MUROS EN LA EMPRESA
VILLA FER DEL MUNICIPIO DE IPALA, CHIQUIMULA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

EDGAR LEONEL MÉNDEZ MARTÍNEZ

Al conferírsele el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

En el grado académico de

LICENCIADO

CHIQUMULA, GUATEMALA, OCTUBRE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
INGENIERÍA INDUSTRIAL**



RECTOR
M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Estudiantes:	A.T. Estefany Rosibel Cerna Aceituno
Representante de Estudiantes:	PEM. Elder Alberto Masters Cerritos
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Rolando Darío Chávez Valverth

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	M.Sc. Rolando Darío Chávez Valverth
Secretario:	MBA. René Estuardo Alvarado González
Vocal:	Ing. Elder Avildo Rivera López

Guatemala, 2 de marzo de 2020

Ingeniero Mecánico Electricista
Rolando Darío Chávez Valverth
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI

Estimado Ing. Chávez Valverth:

Como asesor de trabajo de graduación designado, una vez concluido el informe final del trabajo titulado: **"DISEÑO DE LOS PROCESOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PARA PISOS Y REVESTIMIENTO DE MUROS EN LA EMPRESA VILAFER DEL MUNICIPIO DE IPALA, CHIQUIMULA"** elaborado por el estudiante **Edgar Leonel Méndez Martínez**, con número de carné **201442791**, informo que he procedido a revisar el contenido de dicho trabajo

Por tanto, emito opinión, que el trabajo cumple con los objetivos trazados, solicitándole la continuidad del trámite para la designación del Revisor correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.



Ing. RAÚL ESTUARDO DEL CID DELIO
Colegiado No. 12128

Raúl Estuardo de Cid Delio
Ingeniero Industrial
Col. No. 12,128



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE –CUNORI–
CARRERAS DE INGENIERÍA



RTGII.03.20

Chiquimula, 27 de abril de 2020.

Ingeniero Mecánico Electricista
Rolando Darío Chávez Valverth
Coordinador Carreras de Ingenierías
CUNORI-USAC

Respetado Ing. Chávez Valverth:

Atentamente me dirijo a usted para hacer de su conocimiento que he revisado y efectuado las correcciones al trabajo de graduación titulado: **“DISEÑO DE LOS PROCESOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PARA PISOS Y REVESTIMIENTO DE MUROS EN LA EMPRESA VILAFER DEL MUNICIPIO DE IPALA, CHIQUIMULA.”**, presentado por el estudiante **Edgar Leonel Méndez Martínez**.

Habiendo cumplido dicho informe los requerimientos, me permito aprobarlo en calidad de Revisor de Trabajos de Graduación de la carrera de Ingeniería Industrial.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Milton Adalberto Alas Loaiza
Revisor de Trabajos de Graduación

c.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ALTG.10.20

Chiquimula, 7 de julio de 2020.

Ingeniero Mecánico Electricista
Rolando Darío Chávez Valverth
Coordinador Carreras de Ingenierías
CUNORI-USAC

Respetado Ing. Chávez Valverth:

El propósito de la presente es para informarle que he procedido a revisar la parte lingüística, del trabajo de graduación titulado: **"DISEÑO DE LOS PROCESOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PARA PISOS Y REVESTIMIENTO DE MUROS EN LA EMPRESA VILAFER DEL MUNICIPIO DE IPALA, CHIQUIMULA."**; elaborado por el estudiante **Edgar Leonel Méndez Martínez**.

El informe cumple con los requisitos exigidos, por la carrera de Ingeniería Industrial, por lo tanto, recomiendo su aprobación para seguir con los trámites correspondientes.

Agradeciendo su atención a la presente,

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Lic. Julio César Hernández Ortiz
Revisor Área Lingüística

c.c. archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE -CUNORI-
CARRERAS DE INGENIERÍA



ACCII.05-2020

Chiquimula, 13 de agosto de 2020.

Ingeniero Agrónomo
Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
CUNORI - USAC

Respetable Ing. Agr. Coy Cordón:

El coordinador de las Carreras de Ingeniería del Centro Universitario de Oriente CUNORI, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, después de conocer el dictamen del Asesor Ingeniero Industrial Raúl Estuardo Del Cid Delio y del Revisor de Trabajos de Graduación de la carrera de Ingeniería Industrial, Ingeniero Milton Adalberto Alas Loaiza y luego de la revisión y aprobación del Licenciando Julio César Hernández Ortiz, Revisor del Área de Lingüística, al trabajo de graduación del estudiante Edgar Leonel Méndez Martínez, titulado: **"DISEÑO DE LOS PROCESOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PARA PISOS Y REVESTIMIENTO DE MUROS EN LA EMPRESA VILLA FER DEL MUNICIPIO DE IPALA, CHIQUIMULA"**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo de graduación y recomendando la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Rolando Darío Chávez Valverth
Coordinador Carreras de Ingeniería
CUNORI - USAC



c.c. archivo

EL INFRASCrito DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **EDGAR LEONEL MÉNDEZ MARTÍNEZ** titulado “**DISEÑO DE LOS PROCESOS PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN EN LA FABRICACIÓN DE ADHESIVOS PARA PISOS Y REVESTIMIENTO DE MUROS EN LA EMPRESA VILLAFER DEL MUNICIPIO DE IPALA, CHIQUIMULA**”, trabajo que cuenta con el aval del Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Ingeniería Industrial. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el veintiocho de septiembre de dos mil veinte.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Córdón
DIRECTOR
CUNORI – USAC

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por brindarme una fuente inagotable del saber, que iluminó mi entendimiento para darme inteligencia y sabiduría en mi carrera.

**Amabilia Antonia
Martínez Aguirre**

Quien como madre me llenó de amor y confianza para lograr todas mis metas hasta convertirme en el profesional que siempre ha querido que sea.

**Edgar Blandimiro
Méndez Cabrera
(Q.E.P.D.)**

Gracias a que como padre me apoyó brindándome la fortaleza y sigue siendo mi ejemplo a seguir hasta ahora en el cielo.

**Jússida Andrea
Ramírez Hidalgo**

Quien me otorgó su apoyo incondicional en las últimas etapas de mi carrera y por ser una de nuestras primeras metas como esposos.

**Julieta Broncano
Sandoval**

Por el soporte moral que me proporcionó a lo largo de mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
LISTA DE SÍMBOLOS	III
GLOSARIO	V
RESUMEN	VII
INTRODUCCIÓN	IX
OBJETIVOS	XI
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Diagrama de Pareto	1
1.2. Proceso	2
1.2.1. Diferencia entre proceso y procedimiento	2
1.3. Diagrama de flujo de proceso	2
1.3.1. Símbolos y elementos de diagrama de flujo de procesos	3
1.4. Estudio de tiempos	4
1.4.1. Cálculo del número de observaciones	5
1.4.2. Tiempo estándar o tipo	7
1.4.3. Tiempo promedio seleccionado	8
1.4.4. Aplicaciones del tiempo estándar	8
1.5. Valoración del ritmo de trabajo	9
1.5.1. Método de valoración del ritmo de trabajo	9
1.6. Diagrama hombre - máquina	12
1.7. Planificación de requerimientos de material (MRP)	13
1.7.1. Programa maestro de materiales	13
1.8. Planeación agregada de producción	14
1.8.1. Estrategias de planeación de la producción	14

2.	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA VILLAFER	17
2.1.	Información general de la empresa	17
2.1.1.	Reseña histórica	17
2.2.	Estructura organizacional de la empresa	18
2.2.1.	Descripción de puestos principales	18
2.3.	Descripción de los productos	20
2.4.	Proceso de elaboración	21
3.	ANÁLISIS DE LOS PROCESOS	23
3.1.	Herramientas de diagnóstico	23
3.1.1.	Matriz FODA	23
3.1.2.	Diagrama causa - efecto	24
3.2.	Diagrama de Pareto	26
3.3.	Descripción de los procesos	28
3.4.	Número de ciclos a estudiar	29
3.5.	Medición de tiempos en los procesos de producción	31
3.5.1.	Tiempo promedio seleccionado	33
3.5.2.	Valoración del trabajo	34
3.5.3.	Tiempo normal de los procesos de producción	37
3.6.	Análisis DFP de los procedimientos	42
3.6.1.	Proceso de horneado y trituración	42
3.6.2.	Elaboración de adhesivos para pisos	44
3.6.3.	Fabricación de sisa	46
3.6.4.	Fabricación de estucos	48
3.7.	Volúmenes de producción actuales	50
3.8.	Análisis de diagramas hombre - máquina	52
3.8.1.	Diagramas hombre - máquina horneado y trituración	52
3.8.2.	Diagrama hombre – máquina mezcla de adhesivos para pisos	55

3.8.3.	Diagrama hombre – máquina mezcla de sisa	57
3.8.4.	Diagrama hombre – máquina mezcla de estuco	58
4.	PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS	61
4.1.	Flujogramas de los procedimientos mejorados	61
4.1.1.	Procesos de horneado y trituración propuesto	61
4.1.2.	Fabricación de adhesivos para pisos propuestos	63
4.1.3.	Fabricación de sisa	65
4.1.4.	Fabricación de estuco propuesto	67
4.2.	Volúmenes de producción proyectados	69
4.3.	Ingresos actuales y proyectados	72
4.4.	Diagramas hombre - máquina propuestos	73
4.4.1.	Proceso de horneado y trituración propuesto	73
4.4.2.	Elaboración de adhesivos para pisos propuesto	76
4.4.3.	Fabricación de sisa propuesto	77
4.4.4.	Fabricación de estucos propuesto	78
5.	SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	79
5.1.	Diseño de un sistema de planeación agregada de producción	79
5.2.	Diseño de un sistema de MRP	81
	CONCLUSIONES	87
	RECOMENDACIONES	89
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
	APÉNDICE	93
	ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Simbología hombre - máquina	12
2.	Estructura organizacional	20
3.	Matriz FODA	24
4.	Diagrama causa - efecto	25
5.	Diagrama de Pareto	27
6.	Diagrama de flujo de horno y trituradora actual	43
7.	Diagrama de flujo de adhesivos para pisos actual	45
8.	Diagrama de flujo de sisa actual	47
9.	Diagrama de flujo de estuco actual	49
10.	Diagrama hombre - máquina horneado actual	53
11.	Diagrama hombre - máquina triturado actual	54
12.	Diagrama hombre - máquina mezclado de adhesivos actual	56
13.	Diagrama hombre - máquina de mezclado de sisa actual	57
14.	Diagrama hombre - máquina de mezclado de estuco actual	59
15.	Proceso de horno y trituradora propuesto	62
16.	Proceso de adhesivos para pisos propuesto	64
17.	Proceso de sisa propuesto	66
18.	Proceso de estuco propuesto	68
19.	Diagrama hombre - máquina horneado propuesto	74
20.	Diagrama hombre - máquina triturado propuesto	75
21.	Diagrama hombre - máquina adhesivos para pisos propuesto	76
22.	Diagrama hombre - máquina sisa propuesto	77
23.	Diagrama hombre - máquina estuco propuesto	78

TABLAS

1.	Simbología ASME	3
2.	Tabla Westinghouse	11
3.	Puestos principales	18
4.	Causas del problema	27
5.	Observaciones preliminares	29
6.	Cálculo de número de observaciones	30
7.	Medición horno y trituradora	31
8.	Medición adhesivos para pisos	32
9.	Medición sisa	32
10.	Medición estucos	33
11.	Factor de calificación horno y trituradora	35
12.	Resumen factor de calificación horno y trituradora	36
13.	Factor de calificación adhesivos, sisa y estucos	36
14.	Tiempo normal horno y trituradora	38
15.	Tiempo normal adhesivos para pisos	39
16.	Tiempo normal sisa	40
17.	Tiempo normal estucos	41
18.	Volúmenes de ventas actuales	51
19.	Volúmenes de producción diaria proyectada	70
20.	Comparación volúmenes de producción	71
21.	Ingresos diarios actuales vs. proyectados	73
22.	Plan agregado de producción	80
23.	MRP de adhesivos para pisos	82
24.	MRP de estucos	83
25.	MRP de sisa	85

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CV	Coeficiente de valoración
DFP	Diagrama de Flujo de Procesos.
FLC	Fuerza Laboral Contable.
MRP	Planificación de Requerimientos de Material.
PMP	Programa maestro de producción.
TN	Tiempo normal
TPS	Tiempo promedio seleccionado

GLOSARIO

Artesanal	Que está hecho a mano y siguiendo las técnicas tradicionales.
Adhesivo para pisos	Elaborado base de cemento gris, está diseñado para instalar piezas cerámicas de alta y media absorción de humedad.
Diagrama	Representación gráfica de las variaciones de un fenómeno o de las relaciones que tienen los elementos o las partes de un conjunto.
Estandarización	Fabricación en serie siguiendo un modelo determinado.
Estuco	Masa de cal apagada y polvo de mármol con que se revisten las paredes para alisarlas y que después se barniza con aguarrás o cera.
Jumbo	Lienzos de tela de polipropileno diseñados para el almacenaje y estibado de series de productos que requieran protección y manejo especial ante normas de inocuidad y salubridad.
Planificación	Método que permite ejecutar planes de forma directa, los cuales serán realizados y supervisados en función del planeamiento.

Producción	Conjunto de los productos que da la tierra naturalmente o de los que se elaboran en la industria.
Sisa	Mezcla elaborada a base de cemento, arena sílica, pigmentos inorgánicos y aditivos químicos, para las juntas de pisos cerámicos y azulejos.
Sistema	Conjunto ordenado de normas y procedimientos que regulan el funcionamiento de un grupo o colectividad.
Stock	Conjunto de mercancías o productos que se tienen almacenados en espera de su venta o comercialización.

RESUMEN

La empresa ipalteca Villafer, nace de la idea de implementar una fábrica de adhesivos para pisos, considerando la suficiente demanda del producto y su constante crecimiento. En el presente documento, se detalla el estudio realizado en el departamento de producción de Villafer, como parte de dicho estudio, se diseña el desarrollo actual de los procesos de sus tres productos: adhesivos para pisos, sisa y estucos; incluyendo los tiempos cronometrados que toma la realización de cada tarea para culminar el producto, sumando la valoración del trabajo, para calcular el tiempo normal de cada proceso.

Para la realización del análisis de resultados del departamento de producción de Villafer, el mismo fue realizado a través de diagramas DFP y de recorrido, verificando que el volumen de fabricación de los productos pueden ser mejorados mediante pequeños cambios con los operarios y la maquinaria utilizada. Es de mencionar que se proyectan los volúmenes de producción con las propuestas de mejora en los procesos y el porcentaje de aumento de los mismos. Como resultado del estudio, dentro de la propuesta de mejora se encuentra un sistema de planeación agregada de producción y un estudio MRP, con la finalidad de contar siempre con los insumos y así fabricar los productos y cumplir con los requerimientos del cliente.

INTRODUCCIÓN

Villafer es una empresa con poca trayectoria dentro del mercado, por lo que no existe un levantamiento de los procedimientos claros para cada situación. Esto, provoca que no se cumpla con los pedidos realizados por los compradores, conllevando a una clientela insatisfecha y una mala imagen como proveedor de estos productos. El medir los tiempos, ayudará a realizar un correcto diagnóstico y esto llevará a estandarizar cada uno de los procesos con diversas herramientas que facilitarán la comprensión de los mismos para los colaboradores actuales y los que en algún momento se incorporen a la empresa.

En el capítulo I, se especifican ciertas herramientas de diagnóstico y el fundamento teórico que cada una conlleva, así como la simbología ASME siendo la que se maneja en los diagramas; detallando además los conceptos que respaldan la metodología del estudio de tiempos y un sistema de planificación de la producción. Es decir, acá se pormenoriza cada uno de los argumentos de ingeniería utilizados que cimientan el cuerpo de la investigación y el trabajo de campo realizado para llegar al producto final.

Una breve descripción se realiza en el capítulo II, en la que se detalla la reseña histórica de la empresa Villafer desde sus inicios con el propietario Amílcar Villeda, su desarrollo en el mercado hasta la actualidad, los productos que ofrece como: adhesivos para pisos, sisa y estucos; así como el funcionamiento de la misma, su organigrama mediante el orden jerárquico que manejan y derivado de esto, los diferentes departamentos en que se encuentra dividida la fábrica, adicionando la cantidad de personal por cada uno de ellos.

Con respecto al capítulo III, se realizó el análisis de la situación actual de la empresa con el fin de localizar la posible problemática para llevar a cabo el trabajo de investigación, con herramientas de diagnóstico como: matriz FODA, causa – efecto y Pareto; los cuales arrojaron que la misma se encuentra en el departamento de producción. Con base en lo anterior, se procede al levantado de los DFP, el cronometraje de cada una de las tareas, la realización de los diagramas hombre - máquina y se determinaron los volúmenes de producción actuales en la empresa.

Derivado del diagnóstico realizado en el apartado anterior, en el capítulo IV con base en el estudio de tiempos efectuado se propuso una serie de mejoras, rediseñando los flujos y mitigando las demoras en algunas de las actividades de los procesos del departamento de producción así como también a los diagramas hombre - máquina, optimizando el porcentaje de utilización. Esto permitió determinar los ingresos actuales al igual que los proyectados de la empresa a través de sus productos y precios, tomando como fundamento las mejoras realizadas.

En el capítulo V, como parte de la propuesta se planteó un sistema de planificación para la fabricación a través de una estrategia de planeación agregada de producción, adicionando la utilización del método MRP, que en conjunto lograrán el objetivo de dar cumplimiento a los requerimientos realizados de productos finalizados y entregados en el tiempo estipulado por los clientes. Lo anterior, tomando como base la normativa interna y políticas de la empresa, así como los ideales señalados por el dueño de la misma.

OBJETIVOS

General

Diseñar los procesos de producción de adhesivos para pisos y revestimiento de muros al definir las operaciones que contribuyen al incremento de la producción.

Específicos

1. Identificar las causas de los problemas que afectan a los procesos de las operaciones de la fábrica.
2. Diseñar mejoras para los procesos de producción de adhesivos para pisos y revestimiento de muros.
3. Ponderar el incremento de la producción actual versus la producción proyectada.
4. Diseñar un plan agregado de producción y un MRP para el cumplimiento de los pedidos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Diagrama de Pareto

Según Gehisy (2017) éste ayuda a realizar un análisis de problemas y priorizar, de las causas probables que generan los mismos, cuáles son aquellas en las que se tiene que enfocar el analista inicialmente. A la ley de Pareto se le conoce como el principio 80-20.

Las cifras del principio de Pareto 80-20 son arbitrarias, no son exactas y pueden variar. El principio solamente da una idea y una orientación, pero realmente el diagrama lo que ayuda es a ver exactamente dónde caen esas proporciones.

Aplicaciones del diagrama de Pareto:

- Producción: el 20% de los procesos generan el 80% de los productos, tanto en tiempo como en cantidades.
- Ventas: 20 % de los productos generan el 80% de las ventas.
- Gestión de almacenes: el 20% de los productos representan al 80% del coste del inventario. La mayor parte del inventario se tiene en una cantidad muy pequeña de productos.
- Control de calidad: 20% de los defectos afectan al 80% de los procesos. Muy pocos defectos tienen su mayor impacto en todos los procesos de la empresa.

1.2. Proceso

¿Qué es un proceso según la ISO 9001:2015? (2018) menciona que éste se conforma de actividades que se interrelacionan o que interactúan, transformando elementos de entrada en salidas. En estas diligencias pueden intervenir partes tanto internas como externas y también hay que tener en cuenta los clientes.

1.2.1. Diferencia entre proceso y procedimiento

Chen (s.f.) hace referencia a que los procesos son diligencias generales para lograr un objetivo y los procedimientos son gestiones puntuales que se deben seguir para completar un trabajo. Palabras clave de ambas son actividades, pasos o tareas dependiendo de la simplicidad de cada uno.

1.3. Diagrama de flujo de proceso

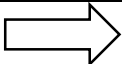
Martins (2018) indica que por su abreviatura (DFP) ilustra las relaciones entre los principales componentes de una planta industrial, los actores y maquinaria que intervienen en el mismo. Se usa ampliamente en los ámbitos de ingeniería química e ingeniería de procesos, aunque sus conceptos a veces también se aplican a otras áreas como suelen ser las administrativas. Se usa para documentar, mejorar un procedimiento o modelar uno nuevo, aunque sus reglas de diagramación no se han difundido con la misma homogeneidad que en diferentes partes del mundo.

1.3.1. Símbolos y elementos de diagrama de flujo de procesos

Los símbolos de diagramación ayudan a diferenciar el tipo de proceso que se va a esquematizar, para lo que se debe de tomar en cuenta que:

Un diagrama de flujo elaborado con un lenguaje gráfico incoherente o no accesible transmite un mensaje deformado e impide comprender el procedimiento que se pretende estudiar. De ahí la necesidad de contar con símbolos que tengan un significado preciso, y de convenir reglas claras para utilizarlos (Franklin-Fincowsky, 2009, p. 298).

Tabla 1. Simbología ASME

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Operación. fases del proceso, método o procedimiento
	Inspección y medición. Verifica la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y productos.
	Operación e inspección. Indica la supervisión durante las fases del proceso y método de sus componentes
	Transportación. Indica el movimiento de personas material o equipo
	Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso o procedimiento
	Almacenamiento. Depósito y/o resguardo de información o productos

Fuente: Franklin, E. 2009. p. 299.

Ventajas de la técnica de diagramación: facilita el llenado y lectura del formato en cualquier nivel jerárquico.

- Destino: permite a las personas que interviene directamente en los procedimientos identificar y realizar sus actividades de forma correcta.
- Comprensión e interpretación: es comprensible para todas las personas dentro y fuera de la organización.
- Interacción: admite una mejora en la coordinación, así como la relación entre las diferentes áreas y organizaciones que intervienen en el procedimiento.
- Simbología: al realizar más comprensible el procedimiento, los empleados pueden realizar propuestas de mejora bajo la utilización de la misma simbología.
- De diagramación: es de fácil y rápida elaboración, sin requerimiento de alguna técnica, plantilla o recurso de dibujo especializado.

1.4. Estudio de tiempos

Salazar (2019), manifiesta que esta es una técnica de medición del trabajo que se utiliza para registrar las lecturas y ritmos de labor que corresponden a los elementos de determinada atribución, realizándose bajo condiciones específicas, con el fin de analizar los datos arrojados y conocer el tiempo requerido para efectuar la tarea previamente establecida.

1.4.1. Cálculo del número de observaciones

Salazar (2019), menciona que éste cálculo es el total de la muestra que se utilizará para estudiar el procedimiento, dando la confianza en el análisis de los tiempos a la hora de cronometrar. Busca establecer el valor del promedio representativo para cada elemento en el diagrama que se está estudiando. Existen diversos métodos para establecer el número de observaciones a realizar, estando dentro de los más utilizados:

- Método estadístico: éste requiere que se realice determinado número de observaciones preliminares (n'), para que posteriormente aplicarse la siguiente fórmula:

Nivel de confianza del 95.45%.

Y un margen de error de $\pm 5\%$.

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' * \sum x^2 - \sum (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Siendo:

n = Tamaño de la muestra que se desea calcular (número de observaciones).

n' = Número de observaciones del estudio preliminar.

Σ = Suma de los valores.

x = Valor de las observaciones.

40 = Constante para un nivel de confianza de 94.45%.

- Método tradicional: éste se basa en el seguimiento del siguiente procedimiento sistemático:
 - Realizar una muestra tomando 10 lecturas, si los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 cronometrajes si los lapsos son > 2 minutos. Esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en pequeños donde la probabilidad de error logra aumentar.
 - Calcular el rango o intervalo de los tiempos del ciclo, es decir, restar del tiempo mayor del menor en la muestra:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Donde:

R = Rango de los tiempos del ciclo

- Calcular la media aritmética o promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Siendo:

Σx = Sumatoria de los tiempos de muestra.

n = Número de ciclos tomados.

$\bar{X}$ = Media Aritmética

- Hallar el cociente entre rango y la media:

$$\frac{R}{\bar{X}}$$

- Buscar ese cociente en la tabla de número de observaciones. Se ubica el valor correspondiente al intervalo de muestras realizadas (5 o 10), en donde se encuentra la cantidad de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y una precisión de $\pm 5\%$.

1.4.2. Tiempo estándar o tipo

Éste es el tiempo requerido para que un operario promedio, completamente calificado y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una tarea. Se estandariza con la finalidad de crear una base para el planeamiento del trabajo, así como determinar los costos estándar de mano de obra y derivado de ello, sustentar los incentivos para el personal actual o nuevo en la empresa.

Salazar (2019), hace referencia que el analizar un proceso o procedimiento, logra conllevar a su rediseño para distintas mejoras que pueden ser: incremento de la eficacia, reducción de los costes, mejora de la calidad, disminución de los tiempos, la producción, entrega del producto terminado o del servicio que se brinda, entre otros. El procedimiento para la determinación del tiempo estándar es:

- Clasificación de los elementos.
 - Selección del operario.
 - División de los elementos.
- Registro de lecturas mediante el uso del cronómetro.
 - Tablas de control.
- Determinación del tamaño ***N*** de la muestra, ***n=10***.
- Determinar la calificación de la velocidad (*Cv*).

- Calcular el tiempo normal del ciclo (TN).
- Determinar la jornada efectiva de trabajo (**JET**).
- Calcular la suma de las tolerancias y normalizarlas (**ΣTol**).
- Calcular el tiempo estándar del proceso (**TE**).

1.4.3. Tiempo promedio seleccionado

Salazar (2019), indica que para obtener el promedio por elemento, es necesario:

- Sumar las lecturas que han sido consideradas como consistentes.
- Anotar el número de lecturas consideradas para cada elemento como consistentes (LC = Lecturas Consistentes).
- Se divide para cada elemento las sumas de las lecturas, entre el número considerado; el resultado es el tiempo promedio por el elemento (Tc = Tiempo cronometrado).

$$TPS = \frac{\sum Ti}{LC}$$

1.4.4. Aplicaciones del tiempo estándar

Actualmente, se aplica en las siguientes actividades:

- Apoyar a la planeación de la producción: los tiempos estándar podrán ser la base, posterior a la medición de trabajo, permitiendo la eliminación de las planeaciones defectuosas que se basan en suposiciones y adivinanzas.

- Facilitar la supervisión: permite la coordinación en servicios que estén relacionados con hombres, archivos, materiales y métodos, siendo éstos un patrón para la medición de la eficiencia productiva del departamento al que pertenecen.
- Ayudar a establecer estándares precisos y justos: logra establecer la producción en una jornada de trabajo normal y además ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayudar a establecer las cargas laborales: crea una fácil coordinación de las actividades con los trabajadores. En el caso de una expansión, brinda a la gerencia las bases de inversiones para la mano de obra y los insumos a utilizar.

1.5. Valoración del ritmo de trabajo

Salazar (2019) comenta que de forma simultánea al cronometraje que se realiza del trabajo, debe abordarse la valoración del ritmo y el cálculo de los suplementos, que se consideran las etapas más críticas del estudio de tiempos. Esto, derivado que la valoración se realiza por correlación con el juicio y observaciones del especialista que realiza el estudio.

1.5.1. Método de valoración del ritmo de trabajo

Salazar (2019) argumenta que existen varios métodos de valoración, sin embargo aún con los algoritmos sistémicos, debe considerarse que el juicio del especialista forma parte fundamental en el cálculo de la carencia del trabajo. Algunos de los métodos son:

Método Westinghouse: éste considera cuatro factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

- La habilidad es el aprovechamiento al seguir un método previamente proporcionado. El observador debe realizar una evaluación y calificación dentro de seis clases de “habilidad” desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Posteriormente, esta clasificación se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.
- El esfuerzo es una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. Éste es equivalente a la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario, que va de 13% a -17%.
- Las condiciones son las situaciones que afectan solo al operador y no a la tarea. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc., que va de 6% a -7%.
- La consistencia es la escala de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en comparación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones, así como la habilidad y esfuerzo del operador, que va de 4% a -4%.

Tabla 2. **Tabla Westinghouse**

HABILIDAD		ESFUERZO	
0.15	A1	0.13	A1
0.13	A2 - Habilísimo	0.12	A2 - Excesivo
0.11	B1	0.1	B1
0.08	B2 - Excelente	0.08	B2 - Excelente
0.06	C1	0.05	C1
0.03	C2 - Bueno	0.02	C2 - Bueno
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.1	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
0.06	A - Ideales	0.04	A - Perfecto
0.04	B - Excelentes	0.03	B - Excelente
0.02	C - Buenas	0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente

Fuente: Salazar, B. 2019.

Salazar (2019) establece que en el sistema de calificación del desempeño, el observador evalúa la efectividad del operario en comparación de uno que ya se encuentra calificado y que realiza el mismo elemento. El valor de la evaluación se expresa como un decimal o un porcentaje y se asigna al elemento observado. El principio básico al calificar el cometido es ajustar el lapso medio observado (TO) para cada elemento ejecutado durante el estudio al tiempo normal (TN) que requeriría un operario idóneo para realizar el mismo trabajo.

$$TN = TO * (1 + C)$$

Niebel y Freivalds (2009) hacen referencia que:

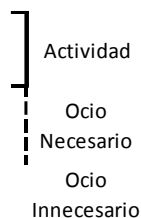
Donde C es la calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje, donde el 100 por ciento corresponde al desempeño estándar de un operario calificado. Para realizar trabajo justo al calificar, el analista del estudio de tiempos debe ser capaz de ignorar las personalidades y otros factores variables y considerar sólo la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo, en comparación con la cantidad de trabajo que produciría el operario calificado (p. 343).

1.6. Diagrama hombre - máquina

Rodríguez (s.f.), determina que éste indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el espacio de operación de su máquina. Éste diagrama se emplea para estudiar, analizar y mejorar una estación de trabajo a la vez. Considerando la automatización de las máquinas, suele suceder que el operador permanezca inactivo durante una parte del ciclo de trabajo. A la práctica de hacer que un obrero atienda más de una máquina a la vez se le conoce como “acoplamiento de máquinas”.

La representación de tiempos es de la siguiente manera:

Figura 1. **Simbología hombre - máquina**



Fuente: Niebel y Freivalds. 2009. p. 343.

Según sean los elementos pueden encontrarse los siguientes diagramas:

- Diagrama hombre - máquina.
- Diagrama hombre - dos o más máquinas.
- Diagrama varios hombres - varias máquinas.

1.7. Planificación de requerimientos de material (MRP)

Luego de indagar sobre los métodos de requerimientos de materiales se observó que el MRP se ajusta al presente estudio, para lo que Chase, Jacobs y Aquilano (2009) indican:

MRP funciona como sigue: el programa maestro de producción señala el número de piezas que se van a producir en tiempos específicos. En un archivo con la lista de materiales se especifican los materiales que se usan para hacer cada pieza y las cantidades correctas de cada uno. El archivo con el registro de inventarios contiene datos como el número de unidades disponibles y pedidas (p. 593).

1.7.1. Programa maestro de materiales

Para asegurarse de tener un buen programa maestro, el analista debe:

- Incluir todas las órdenes del producto, resurtido de almacén y necesidades entre las plantas.
- Nunca perder de vista el plan conjunto.
- Comprometerse con los pedidos prometidos al cliente.
- Ser visible en todos los niveles de la administración.

- Equilibrar objetivamente los conflictos de manufactura, marketing e ingeniería.

1.8. Planeación agregada de producción

Chase y colaboradores (2009) hacen referencia que:

Éste plan de ventas casi siempre se expresa en unidades del conjunto de grupos de productos y está asociado con los programas de incentivos de ventas y otras actividades de mercadotecnia. El área de operaciones elabora un plan de operaciones como resultado del proceso, mismo que se estudiará a fondo en éste capítulo. Al concentrarse en los volúmenes agregados de ventas y productos, las funciones de mercadotecnia y operaciones pueden desarrollar planes sobre la forma en que se cubrirá la demanda. Esta es una tarea muy complicada cuando existen cambios en la demanda a través del tiempo debidos a las tendencias en el mercado, la estacionalidad u otros factores (p. 515).

1.8.1. Estrategias de planeación de la producción

Existen tres, mismas que comprenden cambios en el tamaño de la fuerza de trabajo, las horas de trabajo, el inventario y la acumulación de pedidos.

- Estrategia de ajuste: el éxito de esta, demanda grupos de aspirantes para capacitar y contratar cuando los encargos aumente. Existen algunos impactos emocionales. Cuando las solicitudes de

requerimientos es baja, cabe la posibilidad que los empleados quieran reducir el ritmo de trabajo por el temor a ser despedidos al cubrir los pedidos existentes.

- Fuerza de trabajo estable, horas de trabajo variables: variar la producción ajustando el número de horas trabajadas por medio de lapsos de jornadas flexibles. Al modificarlas, es posible igualar las cantidades de la fabricación con los pedidos. Esta ofrece continuidad evitando costos emocionales y palpables de la contratación, así como despidos relacionados con la estrategia anterior.

Cuando se utiliza una de estas variables para absorber las variaciones de la demanda, se conoce como una estrategia pura; cuando estas se mezclan o se emplean de dos en adelante, se denomina como mixta. Estas se aplican con mayor frecuencia en la industria.

Subcontratación: las contrataciones y despidos se cambian por la decisión de subcontratar o no. Parte de esta es necesario para ajustarse a las variaciones en la demanda. Sin embargo, a menos que la relación con el proveedor sea muy fuerte, un fabricante consigue perder cierto control sobre la programación y la calidad. Por lo anterior, una subcontratación excesiva es considerada de alto riesgo.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA VILLAFER

2.1. Información general de la empresa

Villafer es la primera empresa en el municipio de Ipala, departamento de Chiquimula, que se dedica a la fabricación de adhesivos para pisos y revestimiento de muros, por lo que la hace líder en el mercado de dicho departamento, siendo propietario el señor Amílcar Villeda. Les ha brindado la oportunidad laboral a algunas personas ipaltecas y así mismo satisfacer las necesidades de la población y sus alrededores.

2.1.1. Reseña histórica

La empresa Villafer, inicio sus labores de producción en el año 2015 en el municipio de Ipala, departamento de Chiquimula. Su propietario Amílcar Villeda tuvo la iniciativa de implementar en el municipio una pequeña fábrica de adhesivos para pisos, considerando que es un producto con alta demanda en la región y la producción local contribuiría a ofrecer éste producto a precios más accesibles.

En su inicio, contaba únicamente con un colaborador, quien realizaba las diferentes tareas que ese momento requería el proceso de fabricación y todo lo concerniente. Cabe destacar que todas las actividades se realizaban a mano, de manera minuciosa y seleccionando los materiales de forma responsable; situación que incrementaba el costo de producción. Sin embargo, se presentaba constantemente la dificultad de la empresa que les proveía de materia prima, incumplía con la entrega de la misma, retrasando la entrega de los pedidos que necesitaban.

Aunque era un factor externo, se tomaron medidas para mitigar esta necesidad. Situación que dio el empuje para someterse a capacitaciones profundas sobre la incorporación de maquinaria y así ir automatizando paulatinamente de acuerdo a las capacidades económicas de la empresa, lo cual requirió más personal mejor capacitado para realizar la tarea encomendada, logrando con ello fabricar sus propias máquinas, las que hoy en día utilizan para la producción.

2.2. Estructura organizacional de la empresa

Es básica según el talento humano necesario para el funcionamiento de la empresa Villafer. A continuación se describen los puestos principales.

2.2.1. Descripción de puestos principales

Actualmente la empresa Villafer cuenta con el siguiente recurso humano para toda la planta:

Tabla 3. Puestos principales

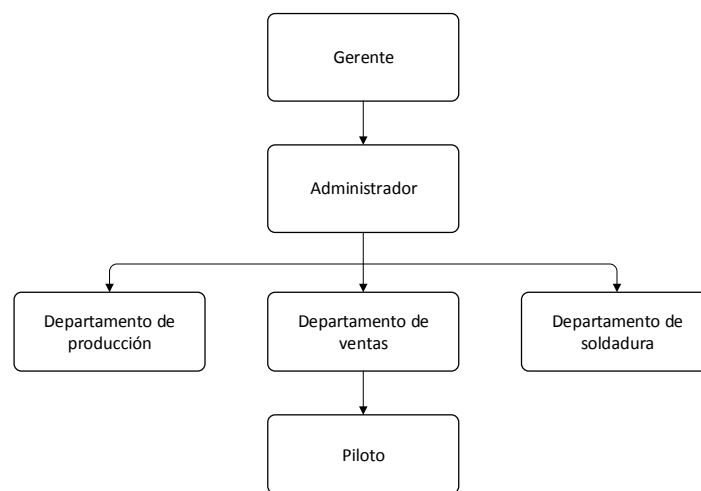
Puestos	Número colaboradores
Administrativos	1
Operarios	9
En ruta	1
Soldadura	2

Fuente: elaboración propia.

- Administrativos: el colaborador que se encarga de recibir los pedidos que entran ya sea vía telefónica o personalmente con los clientes, maneja un control interno en una hoja de cálculo donde se anotan todos los pedidos de los diferentes productos que ofrece la empresa Villafer, con todas sus características, requerimientos, fechas, entre otros.
- Departamento de producción: son nueve colaboradores que se encuentran en el departamento de producción los cuales están distribuidos de la siguiente manera:
 - Área horno y trituradora: 3 colaboradores. Se encargan del manejo, control y mantenimiento de ambas máquinas para procesar los minerales que se utilizan para la mezcla de adhesivos para pisos, sisa y estucos.
 - Área mezclado: 4 colaboradores. Son designados para el manejo y mantenimiento de las máquinas mezcladoras y los monta cargas, para fabricar los tres productos.
 - Área llenado: 2 colaboradores. Son los responsables de utilizar las máquinas que llenan los sacos del material ya fabricado. Dependiendo del tamaño y fineza de éstos, se clasifican y colocan en tarimas. Posteriormente, las bolsas apiladas son paletizadas para su distribución.
- Departamento de ventas: colaborador asignado para manejar el tráiler propiedad de la empresa Villafer y entregar grandes pedidos de los productos hacia lugar lejanos que sean requeridos por el cliente.

- Departamento de soldadura: los colaboradores contratados para el taller, tienen asignados diversos proyectos para la elaboración de la maquinaria, la armazón de las galeras de la empresa, al igual que el mantenimiento de las mismas.

Figura 2. **Estructura organizacional**



Fuente: elaboración propia.

2.3. Descripción de los productos

La empresa Villafer elabora tres productos que son mezclas de minerales con cemento portland, los cuales son:

- Adhesivos para pisos: son materiales para la colocación de pisos cerámicos, la empresa los fabrica en su presentación de bolsas de 20 kilogramos, con un rendimiento aproximado de 2.5 m² por saco, los cuales tienen un precio en el mercado de Q 24.00.

- Sisa: es una mezcla elaborada a base de cemento y arena sílica; Villafer lo ofrece al público en dos presentaciones: sisa con arena y sisa sin arena, la primera se utiliza cuando se quiere unir pisos con separaciones mayores a 5 milímetros y la segunda con distanciamiento menores a 5 milímetros, ambas promociones son en sacos de 10 kilogramos o 22 libras en el mercado, con un rendimiento de de 1 m² por libra. Se distribuye a un precio de Q 42.00.
- Estuco: masa de cal apagada y polvo de mármol con que se revisten las paredes para alisarlas, la empresa fabrica estucos en dos presentaciones: fino y extra fino, ambas presentaciones son procesadas en tamaños de 10 kilogramos, con un rendimiento de 8 a 18 m² por bolsa. Se distribuye a un precio de Q 38.50.

2.4. Proceso de elaboración

Para la fabricación de adhesivos para pisos y de sisa se inicia en el proceso de horneado y triturado, donde se obtienen las materias primas. Al estar llenos los jumbos se transportan dentro de la bodega para ser almacenados. En éste punto se pasa al área de mezcla, donde se encuentran tres mezcladoras; una para cada uno de los productos que ofrece Villafer.

Luego la mezcladora deja caer el material que ya está mezclado a una llenadora de sacos. En esta área se encuentran dos colaboradores para cada salida de material que tiene dicha llenadora, los cuales están pendientes del momento en que se llena la bolsa con el fin de quitarlo y colocarlo en tarimas para posteriormente colocar un saco nuevo en la salida de la máquina.

3. ANÁLISIS DE LOS PROCESOS

3.1. Herramientas de diagnóstico

Para analizar y realizar un diagnóstico detallado, son necesarias diversas herramientas que se realizan de manera subjetiva, ya que no cuentan con cálculos matemáticos ni mediciones precisas, pero que son de mucha ayuda para identificar las causas que afectan a los procesos para una producción eficiente. Además permiten conocer aún mejor a la empresa; saber las instrucciones que ayudarán a crear planificaciones estratégicas para mitigar las debilidades que existen y optimizar las fortalezas con las que se cuenta.

3.1.1. Matriz FODA

La matriz FODA de la empresa Villafer refleja todas las estrategias que se pueden realizar para aumentar la producción en dicha planta, con la ayuda de las fortalezas y oportunidades con que se cuentan; así, de esa forma minimizar todas las debilidades y amenazas que en la actualidad limitan a la fábrica tanto económicamente como en su producción diaria.

Se determinó que las causas que afectan los procesos son: poco espacio en el área de trabajo, bodegas saturadas y la producción es menor a los pedidos. De las cuales se eligieron las estrategias a desarrollar: estudio de tiempos en los procesos, diagramas de flujos de procesos y formas de control de la producción.

Figura 3. **Matriz FODA**

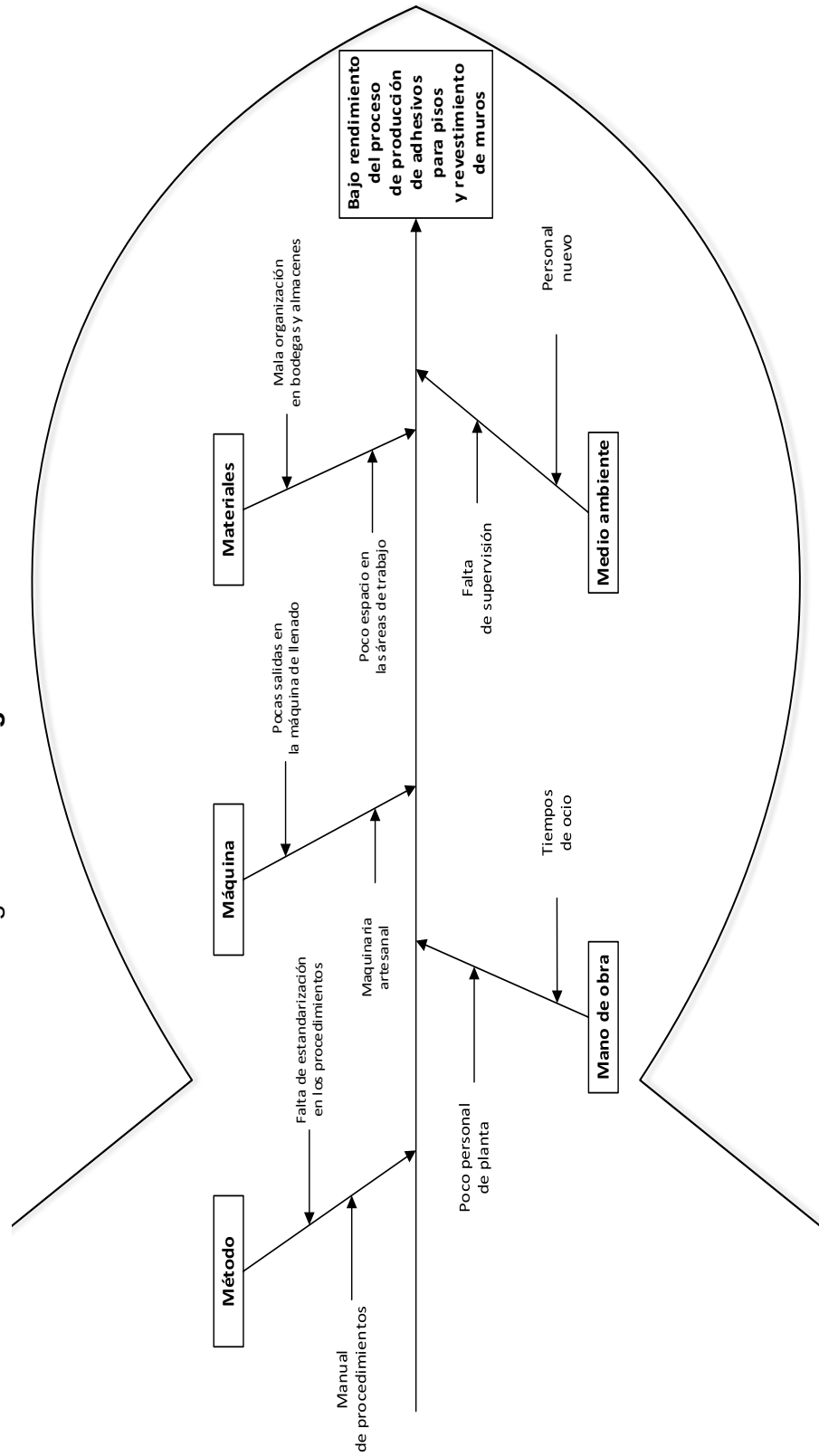
Factores Internos Factores Externos	Fortalezas • Grandes extensiones de terreno. • Utilización de productos gancho.	Debilidades • Poco espacio de trabajo. • Producción no se da abasto. • Bodega saturada • Deficiente supervisión en departamento de producción
	Oportunidades •Crecimiento exponencial •Creación de puestos de trabajo. •Capital para construcciones.	Estrategias FO • Optimización del proceso de fabricación. • Formas de control de producción. • Charlas motivacionales.
	Amenazas •Clientes insatisfechos. •Mala imagen hacia la empresa. •Inexperiencia. •Pérdidas económicas.	Estrategias DO • Análisis de capacidad instalada en la planta. • Estudio de tiempos de procesos.
	Estrategias FA •Determinación de tolerancia. •Formas de control de puestos de trabajo	Estrategias DA • Diagrama de la planta. • Diagrama de flujos y procesos. • Reevaluación del flujo de proceso.

Fuente: elaboración propia.

3.1.2. Diagrama causa - efecto

Al momento de elaborar el diagrama causa – efecto se observaron aspectos relevantes que afectan a las operaciones de la empresa, las cuales se clasifican en: método, máquina, materiales, mano de obra y medio ambiente.

Figura 4. Diagrama causa - efecto



Fuente: elaboración propia.

- Análisis: el diagrama de causa - efecto o Ishikawa como también se le llama, muestra que el bajo rendimiento del proceso de producción de adhesivos para pisos y revestimiento de muros se debe a que la empresa, en primer lugar, no cuenta con un manual de procedimientos y por ende, carece con dichos procedimientos definidos, lo que ocasiona que al contratar personal de nuevo ingreso para el departamento de producción, esto genera malestar en el recurso humano quienes deben aprender a realizar la tarea conforme a la práctica y sin ninguna guía, disminuyendo la producción en la empresa.

Una mala organización ya sea administrativa u operativa conlleva a que existan tiempos de ocio en los procesos de la planta, los cuales deben de ser mitigados para aumentar la producción de la misma. Además el poco personal en la planta repercute en algunos operarios que se demoran en realizar actividades del proceso y esto ocasiona que el proceso se demore y no se aproveche en un buen porcentaje el recurso humano y la maquinaria de la empresa.

3.2. Diagrama de Pareto

Se observaron algunos factores previamente analizados en las herramientas de diagnóstico anteriores y nuevos factores, que son los problemas que más afectan para incrementar la producción. Las causas que se analizaron fueron en su mayoría quejas de los operadores. Siendo los siguientes:

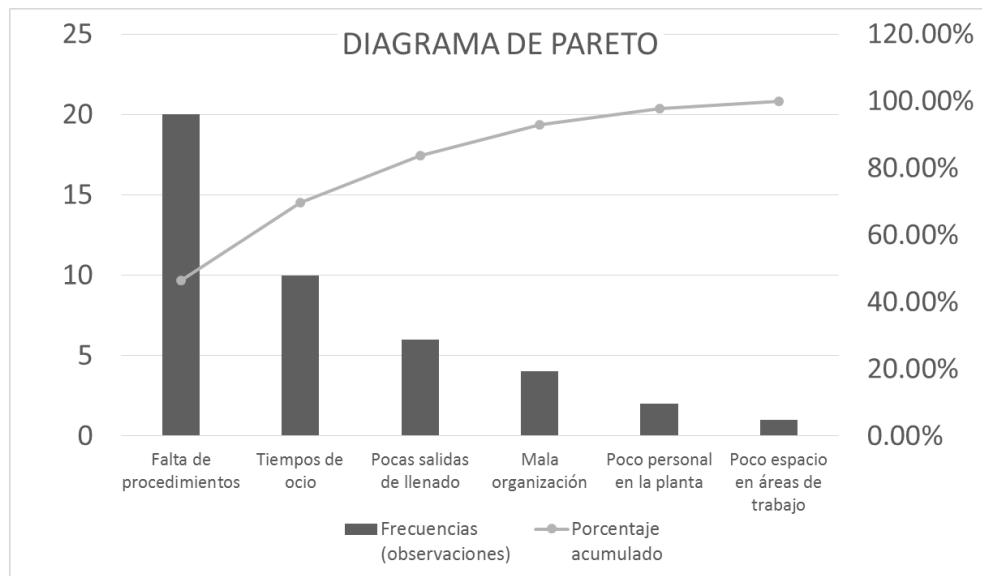
- Falta de procedimientos
- Tiempos de ocio
- Mala organización

Tabla 4. Causas del problema

Causas	Frecuencias (observaciones)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Falta de procedimientos	20	46.51%	46.51%
Tiempos de ocio	10	23.26%	69.77%
Pocas salidas de llenado	6	13.95%	83.72%
Mala organización	4	9.30%	93.02%
Poco personal en la planta	2	4.65%	97.67%
Poco espacio en áreas de trabajo	1	2.33%	100.00%
Total	43	100.00%	

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de Pareto



Fuente: elaboración propia.

- Estudio: la gráfica refleja que el 80 por ciento de las causas se concentran en los primeros tres factores que son:
 - Falta de procedimientos
 - Tiempos de ocio
 - Pocas salidas de llenado

Al mitigar estos factores se podrá incrementar la producción de la planta, diseñar los procesos, disminuir los tiempos de ocio y proponer mejoras en los diagramas; esos tres factores son los claves para aumentar las ganancias en la empresa Villafer.

3.3. Descripción de los procesos

El diagrama de flujo para los adhesivos de pisos, la fabricación de sisa y de estucos, inicia en el proceso de horneado y triturado siendo acá donde se obtienen las materias primas con el nivel de humedad adecuado y los diámetros correctos del material para ser mezclados con los demás aditivos. En el primer flujograma, están a cargo tres colaboradores que se encargan, desde engrasar las máquinas, recoger el material sobrante y estar abasteciendo el horno constantemente; para ello los trabajadores se rotan entre sí para no cansarse luego de estar paleando el material al horno, ya que los otros dos trabajadores están llenando sacos con el material para llenar los jumbos.

Al estar llenos se transportan dentro de la bodega para ser almacenados y utilizados cuando sea necesario combinar con los demás materiales. Es acá cuando se pasa al área de mezcla donde están tres mezcladoras; una de los adherentes, otra de sisa y una tercera para adhesivos mucho más finos y/o estucos. En ellas trabajan dos personas que se encargan de preparar los otros sacos con material para ser introducidos en la máquina y esperar para su punto específico de aleación.

Posteriormente, la mezcladora libera el material directo a una máquina que llena los sacos, mientras que dos colaboradores se encuentran pendientes del proceso para quitar los mismos cuando ya están llenos. Esto, conlleva a que sean

retirados y se coloque uno vacío para continuar. Cuando esta tarea finaliza, los sacos son colocados en tarimas de camiones o furgones que llegan a la fábrica a cargar los productos ya finalizados.

3.4. Número de ciclos a estudiar

Para obtener los tiempos normales de cada actividad correspondiente a los procesos, se inició por calcular el número de observaciones que son necesarias para cronometrar estas actividades; a través del método tradicional. Se realizaron 10 de estas en forma preliminar para determinar un número de lecturas necesarias y así obtener un nivel de confianza del 95 por ciento a la hora de medir las actividades de los procesos. Se realizaron los siguientes cálculos:

- Se realizó una muestra preliminar de 5 lecturas, ya que, los tiempos observados fueron mayores a dos minutos.

Tabla 5. Observaciones preliminares

Esperar mezcla	
No.	Tiempo min
1	14
2	14
3	15
4	15
5	16.7
$\sum x$	74.7

Fuente: elaboración propia.

- Se calculó el rango de las observaciones preliminares, la media aritmética y el respectivo coeficiente.

$$R(rango) = 16.7 - 14 = 2.7$$

$$\bar{X}(\text{media aritmética}) = \frac{74.7}{5} = \mathbf{14.94}$$

$$\left(\frac{R}{\bar{X}}\right) = \frac{2.8}{14.96} = \mathbf{0.18072}$$

- Se determinó que el número de observaciones a realizar para tener un nivel de confianza del 95 por ciento según método tradicional es de 10 lecturas. Se determinó el número de ciclos necesarios a través de la siguiente figura:

Tabla 6. **Cálculo de número de observaciones**

TABLA PARA CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
-	-	-	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143

Fuente: adaptado de Salazar, B. 2016.

3.5. Medición de tiempos en los procesos de producción

De los diagramas diseñados, se realizó la medición, por lo que posteriormente se estandarizaron los tiempos en minutos. Se inició con el proceso de horno y trituradora, tomando las diez lecturas para cada una de las trece actividades, de las cuales se observa que las tareas que más tiempo consumen son: la uno, tres, siete, nueve y doce.

Tabla 7. Medición horno y trituradora

Medición - horno y trituradora											
No.	Descripción de la actividad	Mediciones (en minutos)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Engrasar sistema	10.0	11.0	12.0	15.0	10.0	8.0	8.0	9.0	10.0	10.0
2	Afinar horno	5.0	6.0	4.0	5.0	5.1	4.9	5.0	4.0	6.0	5.0
3	Recoger materia prima sobrante	10.0	11.0	12.0	15.0	10.0	8.0	8.0	9.0	10.0	10.0
4	Encender horno	1.0	3.0	2.0	1.0	0.9	1.1	1.2	1.8	0.9	1.0
5	Llenar bolsa de material	4.0	6.0	5.0	4.0	3.0	3.0	3.0	4.0	4.2	3.8
6	Chequear el motor del auto	1.0	3.0	2.0	1.0	0.9	1.1	1.2	1.8	0.9	1.0
7	Engrasar sistema	15.0	14.0	16.0	15.0	15.2	14.8	14.9	18.0	13.0	13.0
8	Calibrar trituradora	5.0	6.0	4.0	5.0	5.1	4.9	5.0	4.0	6.0	5.0
9	Recoger materia prima sobrante	10.0	11.0	12.0	15.0	10.0	8.0	8.0	9.0	10.0	10.0
10	Llenar bolsa de material	7.0	8.0	8.0	7.0	5.0	7.5	6.5	6.5	7.5	7.0
11	Colocar jumbos en plataforma	2.0	2.5	2.5	1.0	2.0	1.5	2.5	3.0	1.0	2.0
12	Llenar jumbo	30.0	31.0	33.0	34.0	35.0	30.0	34.0	33.0	32.0	30.0
13	Transportar a almacén de materias primas	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5

Fuente: elaboración propia.

El proceso de adhesivos para pisos cuenta con nueve actividades que van desde cargar jumbos en el monta cargas, hasta colocar los sacos llenos de éste producto en las tarimas listos para ser transportados. De estas tareas las que mayor tiempo reflejan son: las números uno, cinco y seis.

Tabla 8. **Medición adhesivos para pisos**

Medición - adhesivos para pisos											
No.	Descripción de la actividad	Mediciones (en minutos)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Cargar jumbos	3.0	2.8	3.2	3.1	2.9	2.9	3.0	3.2	3.1	3.0
2	Transportar a mezcladora	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
3	Abastecer de gasolina	1.0	1.0	1.0	0.9	1.1	1.3	1.0	1.0	1.0	1.0
4	Encender motor	0.5	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
5	Llenar minerales en mezcladora	5.0	6.0	4.0	5.0	5.1	4.9	5.0	4.0	6.0	5.0
6	Esperar mezcla	14.0	14.0	15.0	15.0	16.7	16.0	15.0	15.2	14.8	15.0
7	Colocar saco	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8	Esperar llenado	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	0.6	0.6	0.5
9	Colocar en tarima	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: elaboración propia.

Para el proceso de sisa, se midieron las ocho actividades de las cuales las que más consumen tiempo son: las números uno y cuatro. Lo anterior, considerando que la tarea cuatro es un ciclo predeterminado para mezclar los minerales y así obtener un grado de mezcla aceptable.

Tabla 9. **Medición sisa**

Medición - sisa											
No.	Descripción de la actividad	Mediciones (en minutos)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Cernir minerales	4.0	5.0	6.0	4.0	3.0	2.0	4.0	4.1	4.2	3.8
2	Encender mezcladora	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
3	Llenar mezcladora	1.0	2.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
4	Esperar mezcla	5.0	4.0	4.0	6.0	6.0	5.0	5.0	4.0	6.0	5.0
5	Liberar material mezclado	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5
6	Colocar saco	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
7	Esperar llenado	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8	Colocar en tarima	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: elaboración propia.

En el proceso diagramado de estucos se cronometraron sus ocho actividades, siendo las que consumen más tiempo las números uno y cuatro. Lo anterior, derivado que la tarea cuatro es un ciclo predeterminado para mezclar los minerales y así obtener un grado de mezcla aceptable.

Tabla 10. **Medición estucos**

Medición - estucos											
No.	Descripción de la actividad	Mediciones (en minutos)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1	Cernir minerales	4.0	5.0	6.0	4.0	3.0	2.0	4.0	4.1	4.2	3.8
2	Encender mezcladora	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.3
3	Llenar minerales en mezcladora	1.0	2.0	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5
4	Esperar mezcla	5.0	4.0	4.0	6.0	6.0	5.0	5.0	4.0	6.0	5.0
5	Liberar material mezclado	0.5	0.6	0.5	0.5	0.6	0.4	0.4	0.6	0.5	0.5
6	Colocar saco	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
7	Esperar llenado	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
8	Colocar en tarima	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Fuente: elaboración propia.

3.5.1. Tiempo promedio seleccionado

Para esta determinación en cada operación del proceso, ya sea la elaboración de adhesivos para pisos, sisa y estucos; se procedió a tomar mediciones con cronómetro en cada uno de ellos, realizando diez lecturas por cada tarea. Para el cálculo de lo anteriormente descrito se utilizó la siguiente fórmula:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^{n=10} Xi}{n}$$

Donde:

- TPS = Tiempo promedio seleccionado
- Xi = Lectura de tiempo (minutos)
- n = Número de lectura

Tomando como ejemplo la actividad de cargar los jumbos con material, del proceso de adhesivos para pisos, se determinó lo siguiente:

$$TPS = \frac{3 + 2.8 + 3.2 + 3.1 + 2.9 + 2.9 + 3.0 + 3.2 + 3.1 + 3}{10} = \mathbf{3.02 \text{ minutos}}$$

Esta fórmula se aplica para todas las actividades de los procesos de la empresa Villafer, con la finalidad de determinar el tiempo promedio seleccionado de cada tarea. Posteriormente, sumar la valoración del trabajo y así obtener el tiempo normal del proceso.

3.5.2. Valoración del trabajo

Esta se determina a través del criterio de la persona que está midiendo las actividades del proceso y a su vez, por medio de la tabla de Westinghouse. Esta tabla se utilizó en dos escenarios distintos, ya que la producción de insumos que se requieren para los adhesivos de pisos y revestimiento de muros, se procesan a un costado de las afueras de la planta. Lo anterior, considerando que la maquinaria es demasiado alta y el edificio donde se elaboran los productos es pequeño en comparación de la altura de las máquinas. A continuación se presenta un ejemplo del método de Westinghouse, anteriormente mencionado:

- Determinación del factor de calificación para los insumos de los productos de la empresa Villafer. Acá se ejemplifica el proceso de horno y trituración.

Tabla 11. **Factor de calificación horno y trituradora**

HORNO Y TRITURACIÓN			
HABILIDAD		ESFUERZO	
0.15	A1	0.13	A1
0.13	A2 - Habilísimo	0.12	A2 - Excesivo
0.11	B1	0.1	B1
0.08	B2 - Excelente	0.08	B2 - Excelente
0.06	C1	0.05	C1
0.03	C2 - Bueno	0.02	C2 - Bueno
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.1	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
0.06	A - Ideales	0.04	A - Perfecto
0.04	B - Excelentes	0.03	B - Excelente
0.02	C - Buenas	0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente

Fuente: adaptada de Salazar, B. 2016.

$$c = \sum \%Habilidad + \%Esfuerzo + \%Condiciones + \%Consistencia$$

$$Cv = 1 \pm c$$

Tabla 12. **Resumen factor de calificación horno y trituradora**

Factor	Categoría	Porcentaje
Habilidad	B1	0.11
Esfuerzo	B2	0.08
Condiciones	C	0.02
Consistencia	B	0.03
TOTAL		0.24

Fuente: elaboración propia.

$$Cv = 1 + 0.224 = 1.4$$

Para la valoración del trabajo del proceso de horno y trituradora, se determinó que el factor de calificación es de 1.24.

- Determinación del factor de calificación para los procesos de adhesivos para pisos, sisa y estucos.

Tabla 13. **Factor de calificación adhesivos, sisa y estucos**

Proceso de adhesivos, sisa y estucos				Factor	Categoría	Porcentaje
HABILIDAD		ESFUERZO		Habilidad	B1	0.11
0.15	A1	0.13	A1	Esfuerzo	B2	0.08
0.13	A2 - Habílísimo	0.12	A2 - Excesivo	Condiciones	C	0.02
0.11	B1	0.1	B1	Consistencia	C	0.01
0.08	B2 - Excelente	0.08	B2 - Excelente	TOTAL		0.22
0.06	C1	0.05	C1			
0.03	C2 - Bueno	0.02	C2 - Bueno			
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio			
-0.05	E1	-0.04	E1			
-0.1	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular			
-0.15	F1	-0.12	F1			
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente			
CONDICIONES		CONSISTENCIA				
0.06	A - Ideales	0.04	A - Perfecto			
0.04	B - Excelentes	0.03	B - Excelente			
0.02	C - Buenas	0.01	C - Buena			
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio			
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular			
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente			

Fuente: elaboración propia.

$$Cv = 1.22$$

Para la valoración del trabajo de los procesos de adhesivos para pisos, sisa y estucos se determinó que el factor de calificación es de 1.22.

3.5.3. Tiempo normal de los procesos de producción

Se calcula considerando los tiempos cronometrados, a los cuales se les agrega el factor de calificación determinado con anterioridad para cada proceso. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$Tn = TPS * Cv$$

Siguiendo con el mismo ejemplo en el proceso de adhesivos para pisos, se determinó lo siguiente:

$$Tn = 3.02 * 1.22 = \mathbf{3.6844 \text{ minutos}}$$

Esta fórmula se aplica a todas las actividades de los procesos de la empresa Villafer. Para determinar el tiempo normal de cada tarea, y así, conocer los tiempos que llevan a cabo los operarios para fabricar los tres productos que se ofrece a sus clientes. En el proceso de horno y trituradora los pasos en que más se demoran los operarios son los números uno, tres, siete, nueve y doce con un tiempo normal de 12.7 minutos para las actividades uno, tres y nueve; 18.4 minutos para la tarea siete y 39.9 minutos para la número doce.

Tabla 14. Tiempo normal horno y trituradora

TIEMPO NORMAL - HORNO Y TRITURADORA													
No.	Mediciones										Tiempo promedio seleccionado	Cv	Tiempo normal (Tn) + (Cv) = (TPs)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
1	10.0000	11.0000	12.0000	15.0000	10.0000	8.0000	8.0000	9.0000	10.0000	10.0000	TPs	24.00%	Tn
2	5.0000	6.0000	4.0000	5.0000	5.1000	4.9000	5.0000	4.0000	6.0000	5.0000	10.3000	2.4720	12.7720
3	10.0000	11.0000	12.0000	15.0000	10.0000	8.0000	8.0000	9.0000	10.0000	10.0000	5.0000	1.2000	6.2000
4	1.0000	3.0000	2.0000	1.0000	0.9000	1.1000	1.2000	1.8000	0.9000	1.0000	1.3900	0.3336	1.7236
5	4.0000	6.0000	5.0000	4.0000	3.0000	3.0000	3.0000	4.0000	4.2000	3.8000	4.0000	0.9600	4.9600
6	1.0000	3.0000	2.0000	1.0000	0.9000	1.1000	1.2000	1.8000	0.9000	1.0000	1.3900	0.3336	1.7236
7	15.0000	14.0000	16.0000	15.0000	15.2000	14.8000	14.9000	18.0000	13.0000	13.0000	14.8900	3.5736	18.4636
8	5.0000	6.0000	4.0000	5.0000	5.1000	4.9000	5.0000	4.0000	6.0000	5.0000	5.0000	1.2000	6.2000
9	10.0000	11.0000	12.0000	15.0000	10.0000	8.0000	8.0000	9.0000	10.0000	10.0000	10.3000	2.4720	12.7720
10	7.0000	8.0000	8.0000	7.0000	5.0000	7.5000	6.5000	6.5000	7.5000	7.0000	7.0000	1.6800	8.6800
11	2.0000	2.5000	2.5000	1.0000	2.0000	1.5000	2.5000	3.0000	1.0000	2.0000	2.0000	0.4800	2.4800
12	30.0000	31.0000	33.0000	34.0000	35.0000	30.0000	34.0000	33.0000	32.0000	30.0000	32.2000	7.7280	39.9280
13	0.5830	0.5700	0.5600	0.5500	0.5900	0.6000	0.6100	0.5830	0.5600	0.5400	0.5746	0.1379	0.7125

Fuente: elaboración propia.

Tabla 15. Tiempo normal adhesivos para pisos

TIEMPO NORMAL - ADHESIVOS PARA PISOS													
No.	Mediciones										Tiempo promedio seleccionado	Cv	Tiempo normal (Tn) = (TPS) + (Cv)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
1	3.0000	2.8000	3.2000	3.1000	2.9000	2.9000	3.0000	3.2000	3.1000	3.0000	3.0200	22.00%	3.6844
2	0.3300	0.3500	0.3400	0.3300	0.3200	0.3100	0.3100	0.3200	0.3200	0.3300	0.3260	0.0717	0.3977
3	1.0000	1.0000	1.0000	0.9000	1.1000	1.3000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0300	0.2266	1.2566
4	0.5000	0.5000	0.5000	0.6000	0.4000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.1100	0.6100
5	5.0000	6.0000	4.0000	5.0000	5.1000	4.9000	5.0000	4.0000	6.0000	5.0000	5.0000	1.1000	6.1000
6	14.0000	14.0000	15.0000	15.0000	16.7000	16.0000	15.0000	15.2000	14.8000	15.0000	15.0700	3.3154	18.3854
7	0.0830	0.0840	0.0820	0.0860	0.0810	0.0810	0.0800	0.0830	0.0830	0.0830	0.0826	0.0182	0.1008
8	0.5500	0.5500	0.5400	0.5600	0.5900	0.5000	0.5000	0.5500	0.5600	0.5400	0.5440	0.1197	0.6637
9	0.0830	0.0840	0.0820	0.0860	0.0810	0.0810	0.0800	0.0830	0.0830	0.0830	0.0826	0.0182	0.1008

Fuente: elaboración propia.

En el proceso de adhesivos para pisos, las actividades con más tiempo invertido son los números uno y seis, en comparación con las demás tareas, las cuales reflejaron 3.68 minutos y 18.3 minutos respectivamente.

Tabla 16. Tiempo normal sisa

TIEMPO NORMAL - SISA													
No.	Mediciones										Tiempo promedio seleccionado	Cv	Tiempo normal (Tn) = (TPS) + (Cv)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TPS	22.00%	Tn
1	4.0000	5.0000	6.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000	4.1000	4.2000	3.8000	4.0100	0.8822	4.8922
2	0.2500	0.2800	0.2100	0.2400	0.2600	0.2500	0.2600	0.2400	0.2500	0.2500	0.2490	0.0548	0.3038
3	1.0000	2.0000	0.5000	0.5000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.5000	1.0500	0.2310	1.2810
4	5.0000	4.0000	4.0000	6.0000	6.0000	5.0000	5.0000	4.0000	6.0000	5.0000	5.0000	1.1000	6.1000
5	0.5000	0.5500	0.4500	0.5000	0.6000	0.4000	0.4000	0.6000	0.5000	0.5000	0.5000	0.1100	0.6100
6	0.0830	0.0840	0.0820	0.0860	0.0810	0.0810	0.0800	0.0830	0.0830	0.0830	0.0826	0.0182	0.1008
7	0.2170	0.2170	0.3000	0.1000	0.1000	0.3000	0.2000	0.2000	0.2170	0.2170	0.2068	0.0455	0.2523
8	0.0830	0.0840	0.0820	0.0860	0.0810	0.0810	0.0800	0.0830	0.0830	0.0830	0.0826	0.0182	0.1008

Fuente: elaboración propia.

El proceso de sisa reflejó que sus tareas con más tiempo invertido son la números uno y cuatro con 4.89 minutos y 6.1 minutos respectivamente.

Tabla 17. Tiempo normal estucos

TIEMPO NORMAL - ESTUCOS													
No.	Mediciones										Tiempo promedio seleccionado	Cv	Tiempo normal (Tn) = (TPS) + (Cv)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TPS	22.00%	Tn
1	4.0000	5.0000	6.0000	4.0000	3.0000	2.0000	4.0000	4.1000	4.2000	3.8000	4.0100	0.8822	4.8922
2	0.2500	0.2800	0.2100	0.2400	0.2600	0.2500	0.2600	0.2400	0.2500	0.2500	0.2490	0.0548	0.3038
3	1.0000	2.0000	0.5000	0.5000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.5000	1.0500	0.2310	1.2810
4	5.0000	4.0000	4.0000	6.0000	6.0000	5.0000	5.0000	4.0000	6.0000	5.0000	5.0000	1.1000	6.1000
5	0.5000	0.5500	0.4500	0.5000	0.6000	0.4000	0.4000	0.6000	0.5000	0.5000	0.5000	0.1100	0.6100
6	0.0830	0.0840	0.0820	0.0860	0.0810	0.0810	0.0800	0.0830	0.0830	0.0830	0.0826	0.0182	0.1008
7	0.2170	0.2170	0.3000	0.1000	0.1000	0.3000	0.2000	0.2000	0.2170	0.2170	0.2068	0.0455	0.2523
8	0.0830	0.0840	0.0820	0.0860	0.0810	0.0810	0.0800	0.0830	0.0830	0.0830	0.0826	0.0182	0.1008

Fuente: elaboración propia.

El proceso de estucos, al igual que el proceso de sisa, reflejó en los cálculos que sus actividades con más tiempo invertido son la números uno y cuatro con 4.89 minutos y 6.1 minutos respectivamente.

Al obtener los tiempos cronometrados del horno, trituradora, adhesivos para pisos, sisa, estucos y tomando en consideración que se les agregó la valoración del trabajo, se procede a diseñar los diagramas de flujo de cada uno de ellos con las lecturas respectivos para cada una de las actividades. Con lo anterior, se logra conocer el tiempo que se invierte en cada procesos para fabricar sacos de: jumbos, adhesivos, sisa y estucos respectivamente.

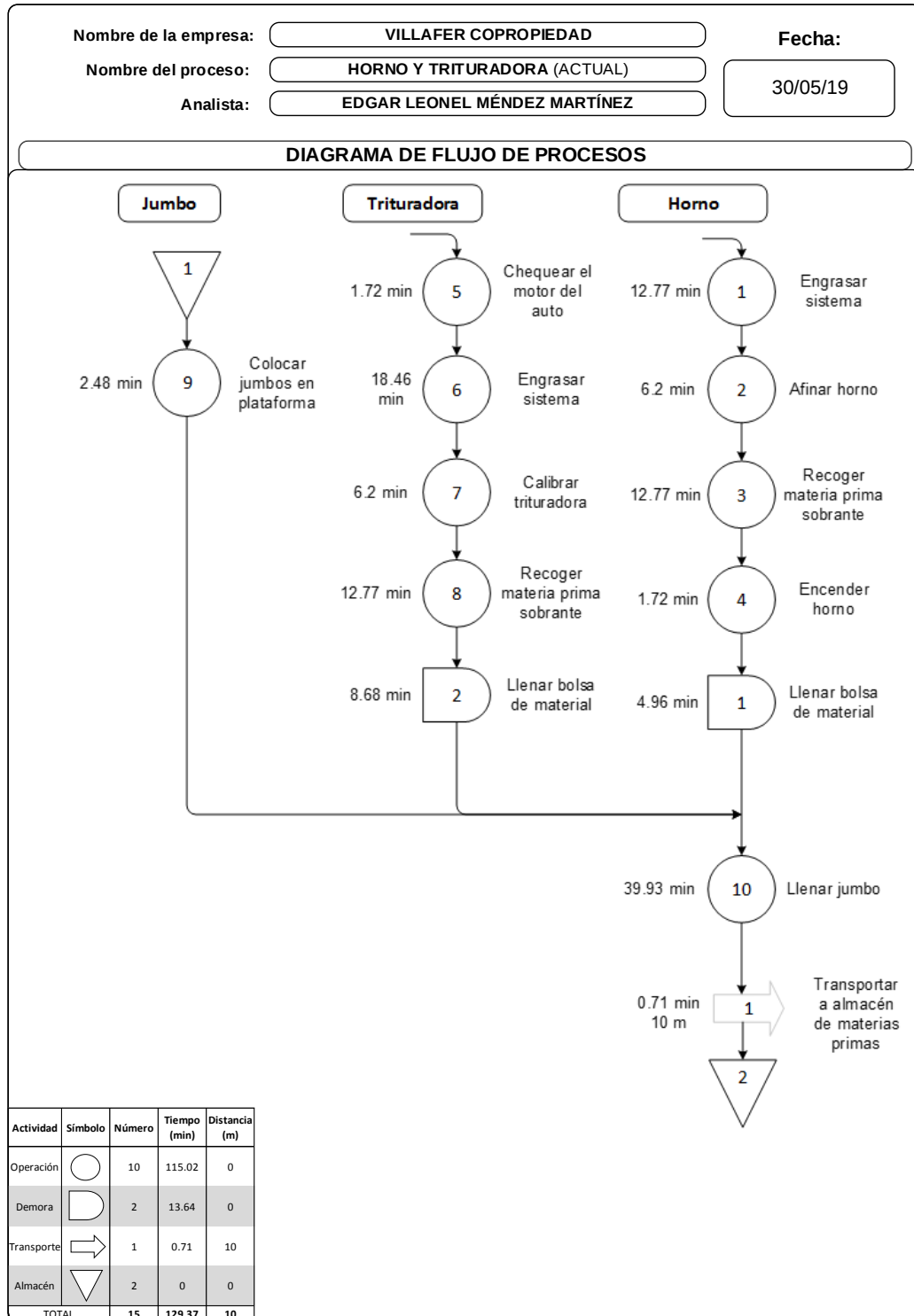
3.6. Análisis DFP de los procedimientos

Para la realización de los DFP se utilizó la simbología ASME, la cual es un código de diseño de elaboración de diagramas de flujo. Con el fin de determinar el tiempo estándar de cada operación del proceso, ya sea la elaboración de adhesivos para pisos, sisa y estucos; se procedió a tomar mediciones con cronómetro en cada uno. Para lo anterior, se realizaron diez tomas por cada paso y agregando valoración de trabajo, calculada con anterioridad a través del método Westinghouse.

3.6.1. Proceso de horneado y trituración

Se prepara la materia prima para empezar la elaboración de los adhesivos. El sistema de horneado se engrasa, afinando el horno en lo que se recoge la materia prima restante. El horno se enciende abasteciéndolo continuamente con la trituradora. Simultáneamente de forma precavida se revisa constantemente un motor de combustión interna utilizado para hacer funcionar la trituradora. Posteriormente, los operarios se encargan de la colocación del jumbo para que se realice el proceso adecuado de la materia prima.

Figura 6. Diagrama de flujo de horno y trituradora actual



Fuente: elaboración propia.

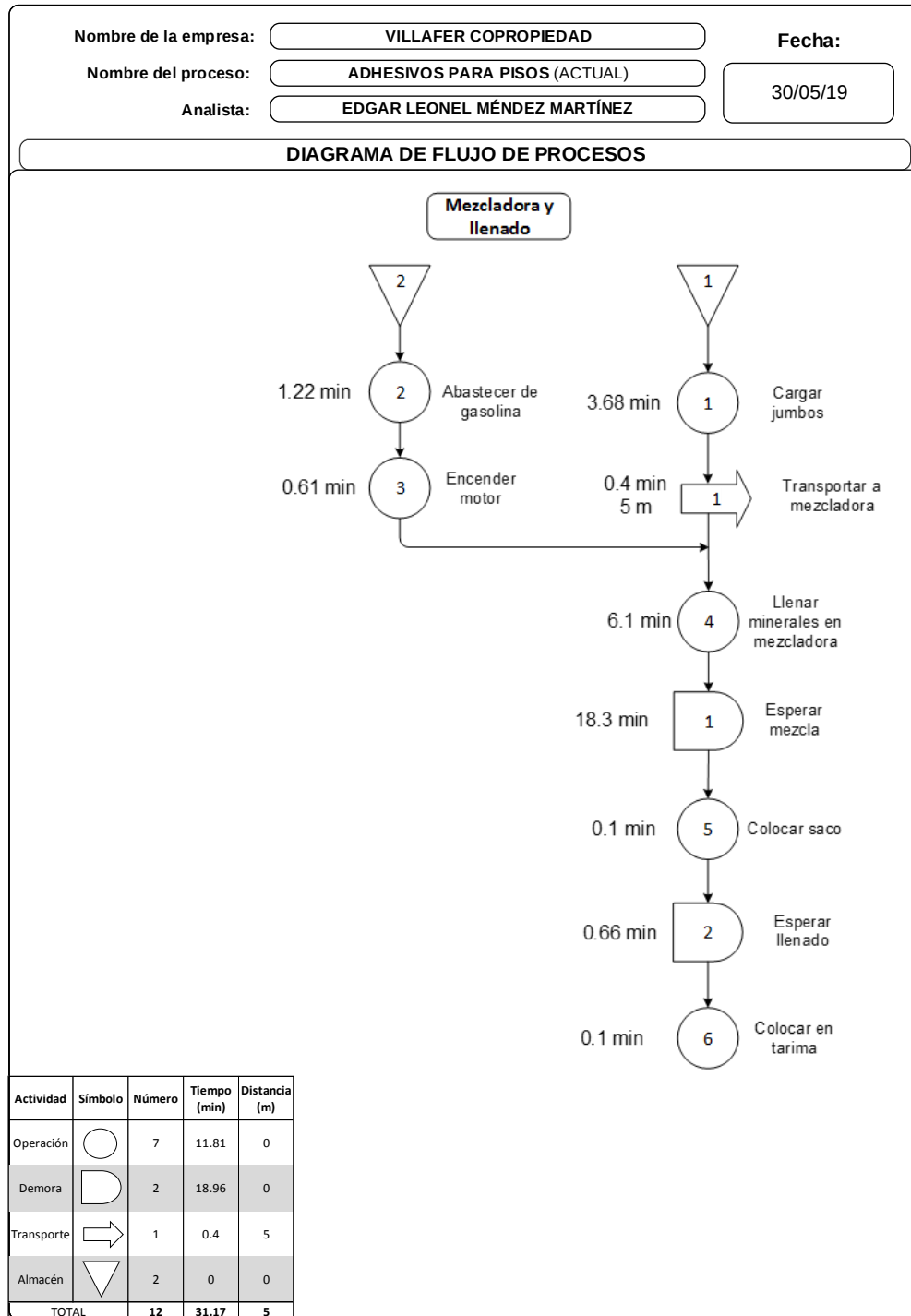
- **Análisis:** se observó que al comenzar con las operaciones de horneado y triturado se utiliza demasiado tiempo al momento de engrasar el sistema de cada máquina. Éstos se podrán optimizar con más personal al momento de iniciar la operación de engrasado. El flujograma refleja que en éste proceso se invierte 129 minutos con 22 segundos para fabricar un jumbo, pero tomando en consideración que las operaciones de la 1 a la 8 solo se realizan una vez al día.

Se determinó que el proceso tiene diez operaciones, 2 demoras y un transporte, es por ello que para calcular el tiempo que se invierte en fabricar uno, se toman en consideración las tareas números: 9, 10 y transportar a almacén de materias primas. Estas se repiten cada vez que se fabrica un saco de esa medida; lo que indica que éste producto se tarda 43 minutos con 7 segundos en ser fabricado.

3.6.2. Elaboración de adhesivos para pisos

Los costales con las materias primas se colocan en el monta cargas por un operario que lo transporta para depositar los minerales en la máquina correspondiente; de esta forma se realiza la mezcla. Posteriormente, otro operario más, abastece de combustible y enciende el motor de la mezcladora mientras la llena con los minerales mencionados. Al finalizar éste proceso, otro colaborador llena los sacos de adhesivos para pisos por medio de la única salida de material y luego los coloca en tarimas para ser paletizados y distribuidos.

Figura 7. Diagrama de flujo de adhesivos para pisos actual



Fuente: elaboración propia.

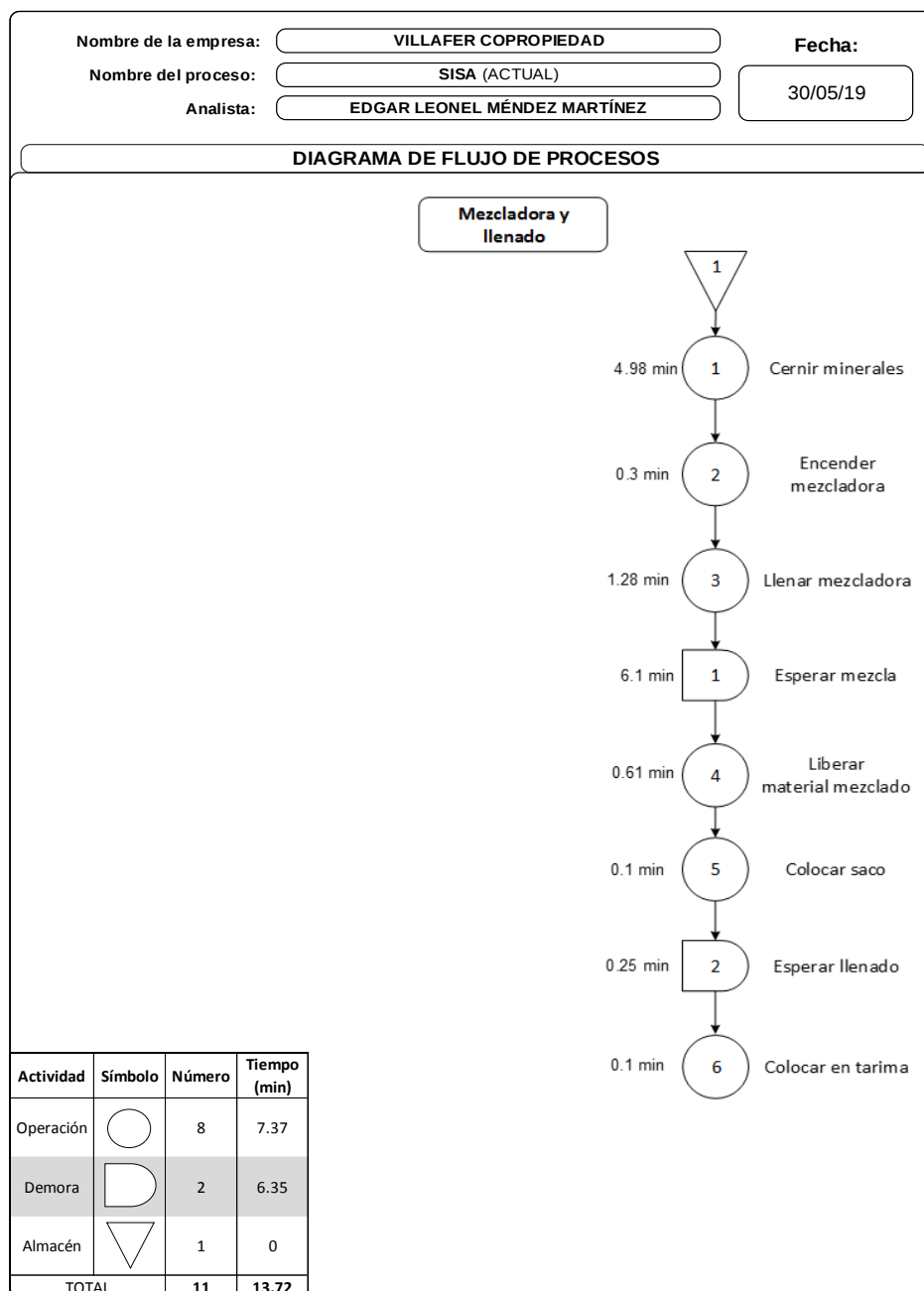
- Estudio: se observó que en el proceso solo se cuenta con una salida de material para el llenado de las bolsas, la que es manejada por el mismo colaborador que carga los jumbos en el monta cargas. Esta persona podría llenar la máquina mezcladora con los minerales, para luego ser empacado el resultado en los sacos; esto, considerando que actualmente son dos operarios los que realizan esas tareas. Se estableció que el proceso de adhesivos para pisos tiene siete operaciones, dos demoras y un transporte de material en la fábrica.

El tiempo total del proceso de adhesivos para pisos es de 31 minutos con 10 segundos. Para calcular el lapso que se invierte en fabricar una bolsa de éste producto, se considera que las operaciones números 2 y 3 del diagrama se realizan una vez al día para iniciar con las actividades. Se identificó que la fabricación de estos adhesivos, tarda en promedio 29 minutos con 20 segundos en ser procesada, lista para ser paletizada y transportada a su destino final.

3.6.3. Fabricación de sisa

En éste proceso intervienen dos operarios más una máquina mezcladora de sisa. Consiste en que el primer colaborador realiza el paso de cernir los materiales para proceder a encender el sistema; luego se llena para proceder a arrancar el motor; el cual lo mezcla y posteriormente se deja caer el resultado preparado. Se llenan los sacos, mismos que se colocan en tarimas para paletizarse.

Figura 8. Diagrama de flujo de sisa actual



Fuente: elaboración propia.

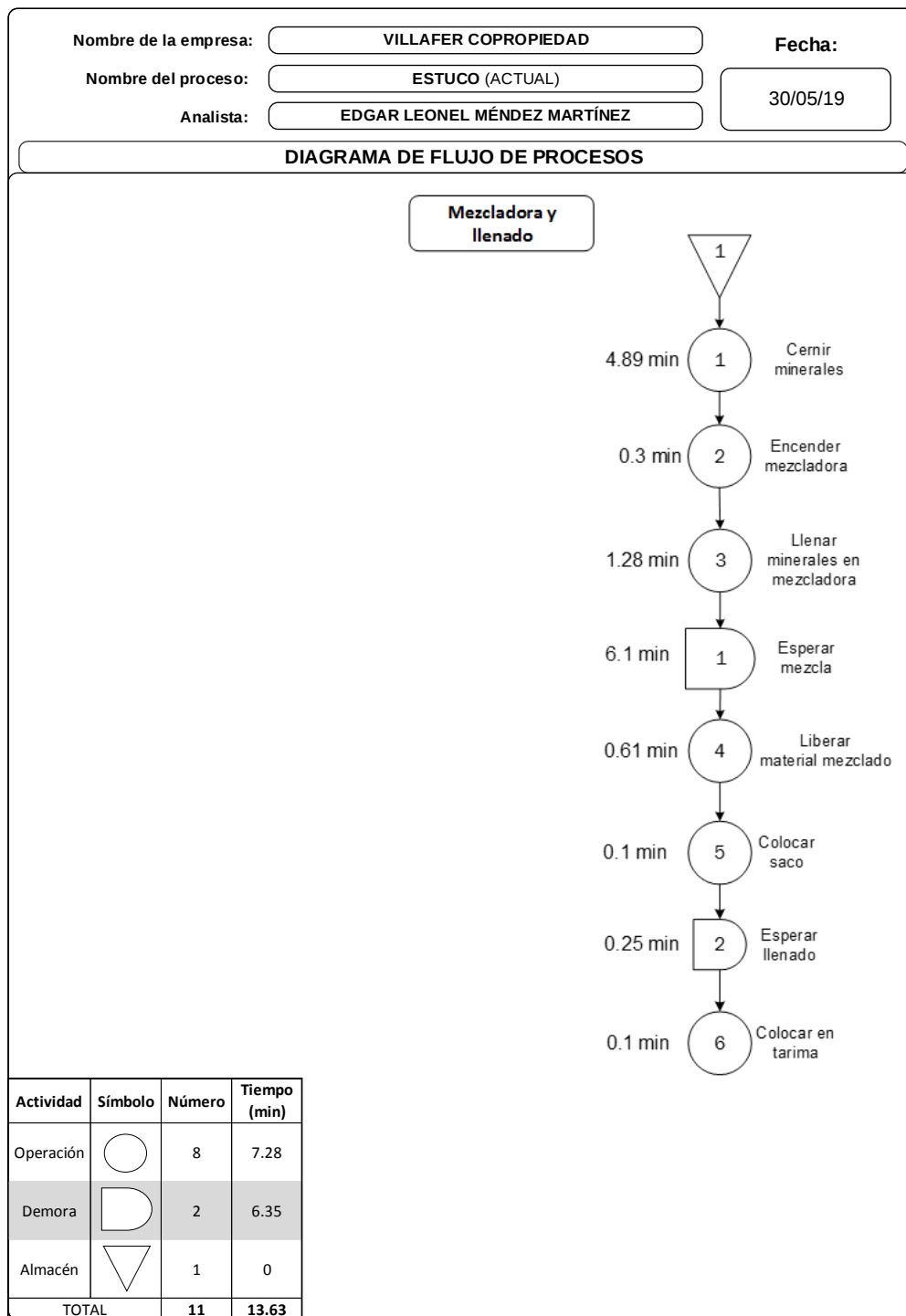
- Observación: actualmente solo se tiene una línea de producción, por lo cual solo existe una salida para el llenado de los sacos. Si se contara con dos salidas para el llenado de los mismos, se aumentaría la producción del producto por la misma duración del proceso actualmente, reduciendo tiempos a la mitad desde la demora número uno, que es la espera del mezclado de los minerales. Se determinó que una bolsa de sisa (con arena o sin arena) de 10 kilogramos se procesa en un promedio de 13 minutos con 43 segundos.

3.6.4. Fabricación de estucos

El estuco es una pasta de grano fino compuesta de cal, mármol pulverizado, yeso, pigmentos naturales, etc., que se endurece por reacción química al entrar en contacto el hidróxido de calcio de la cal. Éste se utiliza sobre todo para enlucir paredes y techos.

La elaboración consiste en dos operarios y una máquina mezcladora. El primer operario coloca el jumbo en el monta cargas, lo transporta a la máquina y la llena. El siguiente paso es cernir los minerales, mientras que el colaborador espera la mezcla de los materiales; de forma simultánea el segundo se encarga de colocar el saco, esperando a que se llenen y; la última tarea es colocarlo en la respectiva tarima para ser paletizado y almacenado. Los procesos de adhesivos para pisos, sisa y estuco tienen la misma mecánica, variando únicamente en el uso de los insumos para su producción y en el número de operarios para cada proceso.

Figura 9. Diagrama de flujo de estuco actual



Fuente: elaboración propia.

- Indagación: el proceso de estucos (fino y extrafino) es similar al de sisa. éste cuenta con una línea para el llenado de los sacos y cada uno de ellos se tarda 13 minutos con 37 segundos aproximadamente en ser fabricada.

3.7. Volúmenes de producción actuales

Al realizar el cálculo de los volúmenes de producción de la empresa Villafer para sus productos y los insumos que necesitan, se determinó con base en los tiempos obtenidos anteriormente en cada proceso, lo siguiente:

- Jumbos de minerales

Un jumbo de minerales se tarda 43 minutos con 7 segundos en producirse. La jornada de trabajo de la empresa es de 8 horas diarias, con estos datos se obtiene:

$$\frac{1 \text{ jumbo}}{43.12 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 11.13 \approx \mathbf{11} \frac{\text{jumbos}}{\text{diarios}}$$

Actualmente la planta elabora 11 jumbos diarios, los cuales se utilizan para los insumos de los adhesivos para pisos.

- Adhesivos para pisos

Una bolsa de 20 kilogramos refleja en los DFP, un tiempo de producción de 29 minutos con 20 segundos, desde que el operario carga los jumbos, hasta que es puesto en tarima para ser empacado y almacenado. Con estos datos se obtiene lo siguiente:

$$\frac{1 \text{ bolsa Adhesivos}}{29.34 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 16.36 \approx \mathbf{16} \frac{\text{bolsas adhesivos}}{\text{diarias}}$$

- Sisa

Los tiempos de llenado por cada bolsa de 10 kilogramos que reflejan los DFP son; 13. Minutos con 43 segundos. Por lo que se determinó que:

$$\frac{1 \text{ bolsa}}{13.72 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 34.98 \approx \mathbf{35} \frac{\text{bolsas}}{\text{diarias}}$$

- Estuco

Según los DFP, cada bolsa de 10 kilogramos de estuco en promedio se llena en 13 minutos con 37 segundos, determinando lo siguiente:

$$\frac{1 \text{ bolsa}}{13.63 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 35.22 \approx \mathbf{35} \frac{\text{bolsas}}{\text{diarias}}$$

Tabla 18. **Volúmenes de ventas actuales**

Volúmenes de producción (diaria)	
Jumbos	11 sacos
Adhesivos para piso	16 bolsas
Sisa	35 bolsas
Estucos	

Fuente: elaboración propia.

3.8. Análisis de diagramas hombre - máquina

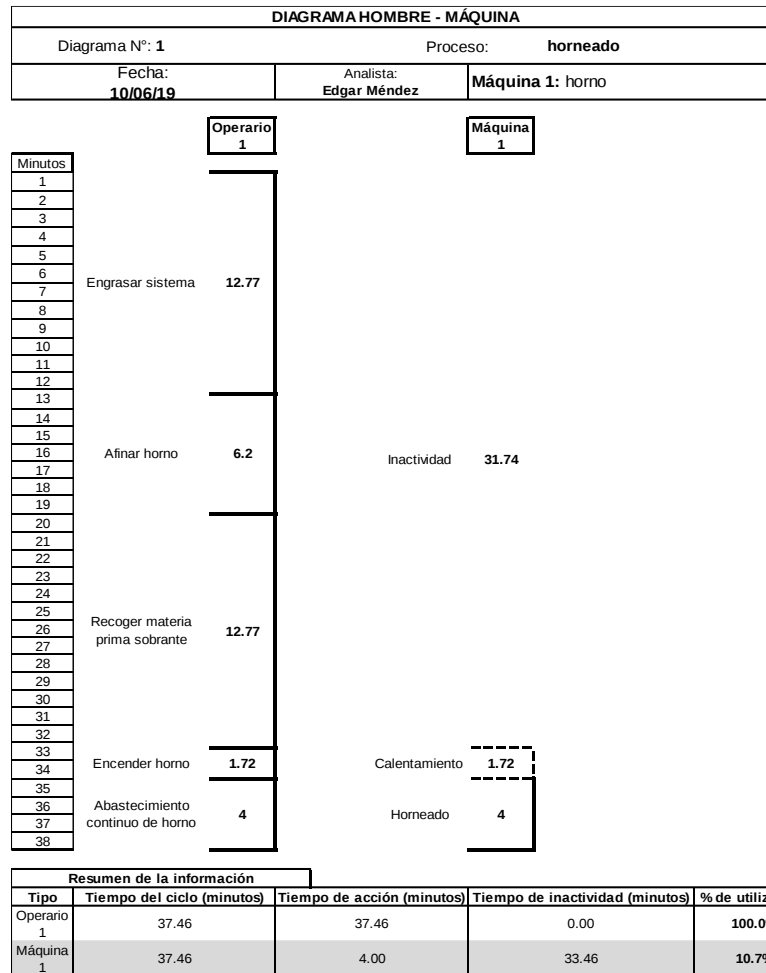
Éste muestra en qué parte de un proceso se encuentran los períodos de: ocio y los que son activos o productivos. Estos tres tiempos se conocen tanto para el operario como para la máquina que utiliza; en el presente caso se analizaron los procesos de horno y trituración, adhesivos para pisos, sisa y estucos, que son los que conllevan a la elaboración de los productos que se ofrecen en Villafer.

Con la finalidad de reorganizar las tareas en el diagrama de flujo de proceso sin tiempos de retraso para el operario y para la maquinaria, es necesaria la participación de otro colaborador en el proceso en mención, siempre y cuando el tiempo de ocio / máquina es mayor al de ocio / hombre.

3.8.1. Diagramas hombre - máquina horneado y trituración

Éste proceso se dividió en dos diagramas, debido a que son máquinas independientes una de la otra, con operarios diferentes utilizándolas; sin embargo, alternándolas procesan los minerales que se requieren para la elaboración de los tres productos que ofrece Villafer. En el primer flujograma que es el de horneado, se observa que actualmente un solo colaborador realiza las actividades números uno, dos y tres; hasta que se pone en funcionamiento el horno. Dichas tareas consumen demasiado tiempo para iniciar con las operaciones, ocasionando retraso en el macro proceso desde el inicio de la jornada.

Figura 10. Diagrama hombre - máquina horneado actual



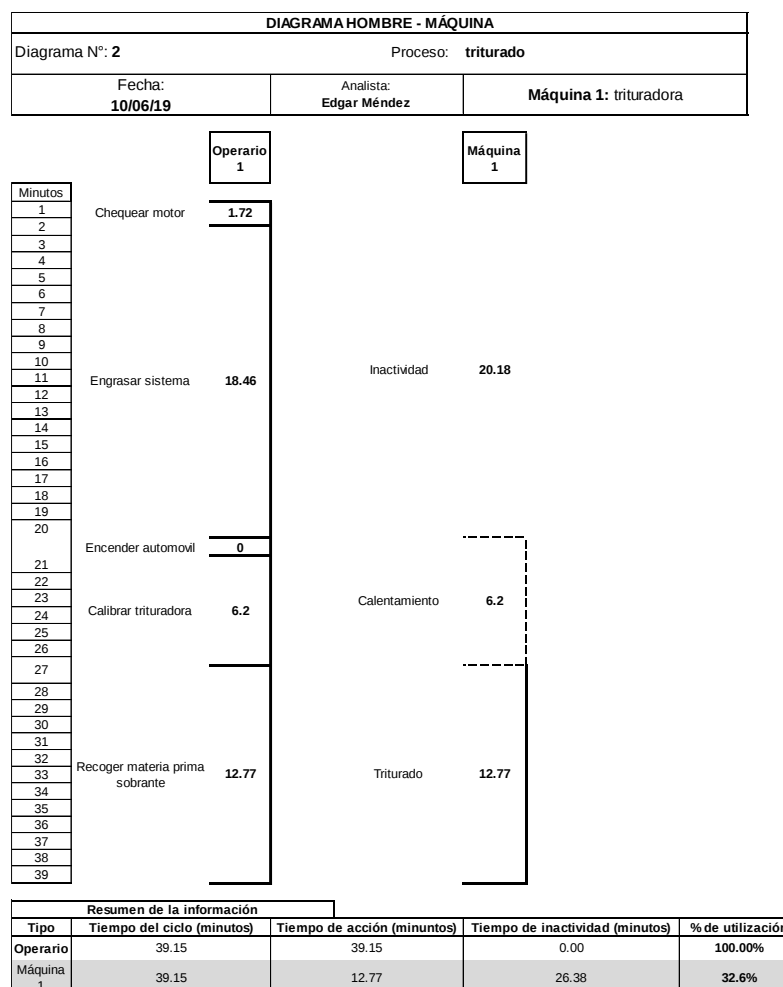
Fuente: elaboración propia.

- **Análisis:** el porcentaje de utilización del operario se refleja en un 100 por ciento, debido a que en todo momento se mantiene en actividad. El horno refleja un 10 por ciento de utilización en el ciclo estudiado, debido a que para iniciar operaciones, el colaborador se tarda 12 minutos con 46 segundos en engrasar el sistema, 6 minutos con 12 segundos en afinar el horno y 12 minutos con 46 segundos en recoger materia prima sobrante. Lo anterior, suma un total de 31 minutos con 44 segundos de inactividad en el horno mencionado. Al colocar a dos

operarios a realizar las primeras tareas que consumen más tiempo, podrían reducirse los períodos a la mitad para aumentar el porcentaje de utilización de dicha máquina.

En el diagrama hombre - máquina de triturado se hace mención a la actividad de encender el automóvil, misma que no tiene un tiempo asignado, porque consigue obviarse por las décimas de segundo que tarda la actividad en realizarse.

Figura 11. Diagrama hombre - máquina triturado actual



Fuente: elaboración propia.

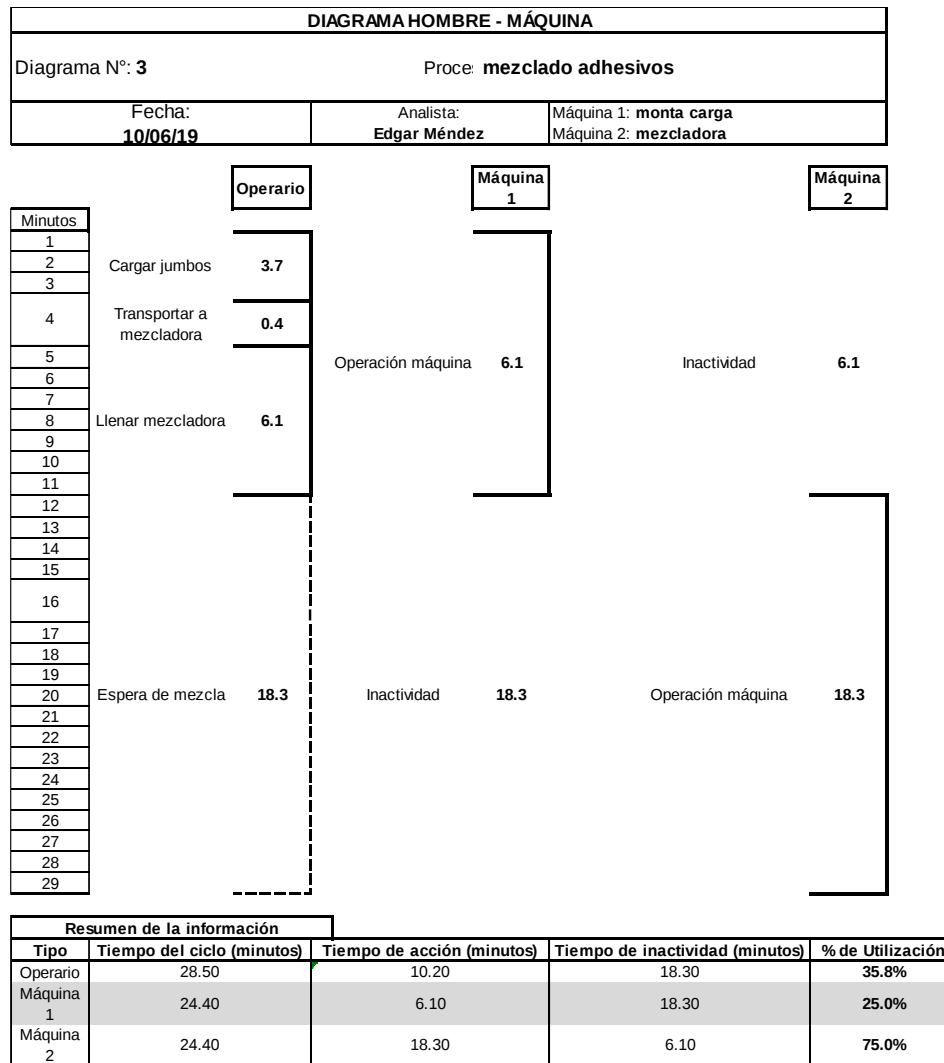
- Estudio: en el diagrama hombre – máquina, la trituradora arroja un 32.6 por ciento de utilización, esto se debe a que en el ciclo estudiado, el operario se demora 20 minutos con 10 segundos en chequear el motor y engrasar el sistema de la misma, generando una inactividad al inicio de las tareas para la trituradora. Al reducir estos tiempos de ocio, se aumentará el porcentaje de utilización para la máquina y el tiempo de actividad, aprovechando mejor su rendimiento y a la vez los recursos.

En ambos diagramas se determinó que la trituradora y el horno tienen tiempos de ocio mayores a los de los operarios, lo que quiere decir que se necesita un colaborador más para éste proceso, elevando el porcentaje de utilización de las máquinas para el mejor aprovechamiento de los recursos.

3.8.2. Diagrama hombre – máquina mezcla de adhesivos para pisos

El ciclo estudiado es parte del proceso de los adhesivos para pisos desde el inicio hasta la mezcla, reflejando que un operario maneja dos máquinas a la vez: un monta cargas y una mezcladora. Para el diagrama se realizaron tres columnas debidamente identificadas con sus tiempos de ocio innecesario, necesario y tiempos productivos; lo anterior para cada actor que interviene. Con éste análisis se determina el total de éstos para el operario y para ambas máquinas.

Figura 12. Diagrama hombre - máquina mezclado de adhesivos actual



Fuente: elaboración propia.

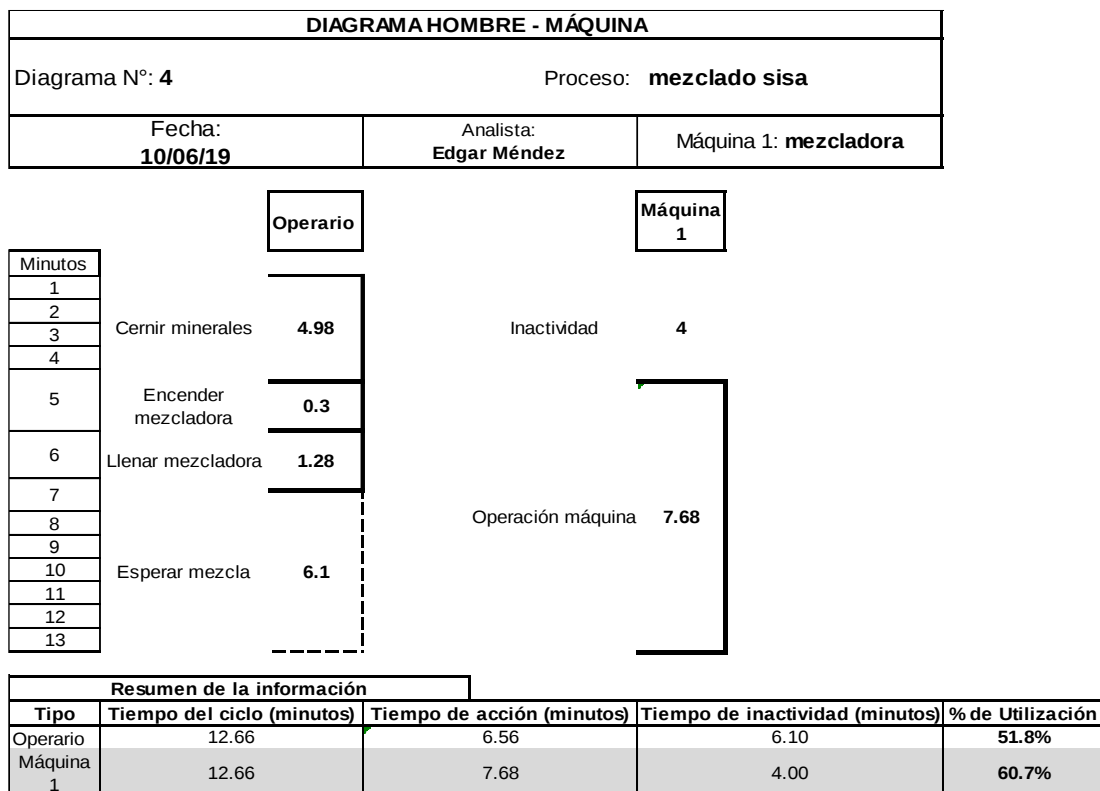
- Observación: el diagrama presenta que el operario tiene un 35.8 por ciento de utilización de su ciclo estudiado, reflejando un tiempo de ocio necesario de 18 minutos con 18 segundos. La máquina uno cuenta con un 25 por ciento de manejo debido a que, se genera una inactividad de 18 minutos con 18 segundos. La máquina dos arroja un porcentaje de participación del 75 por ciento, el cual es el período que

necesita para mezclar los minerales. El colaborador podría adelantar los primeros tres pasos para tener listos los minerales que se mezclarán y así aumentar su porcentaje de utilización y el de la máquina número uno.

3.8.3. Diagrama hombre – máquina mezcla de sisa

En el diagrama del proceso de sisa se estudió el ciclo del mezclado de los minerales, justo antes de ser empacados en los sacos; el operario debe de preparar todos los minerales para llenar la mezcladora y así comenzar con la mixtura de los materiales.

Figura 13. Diagrama hombre - máquina de mezclado de sisa actual



Fuente: elaboración propia.

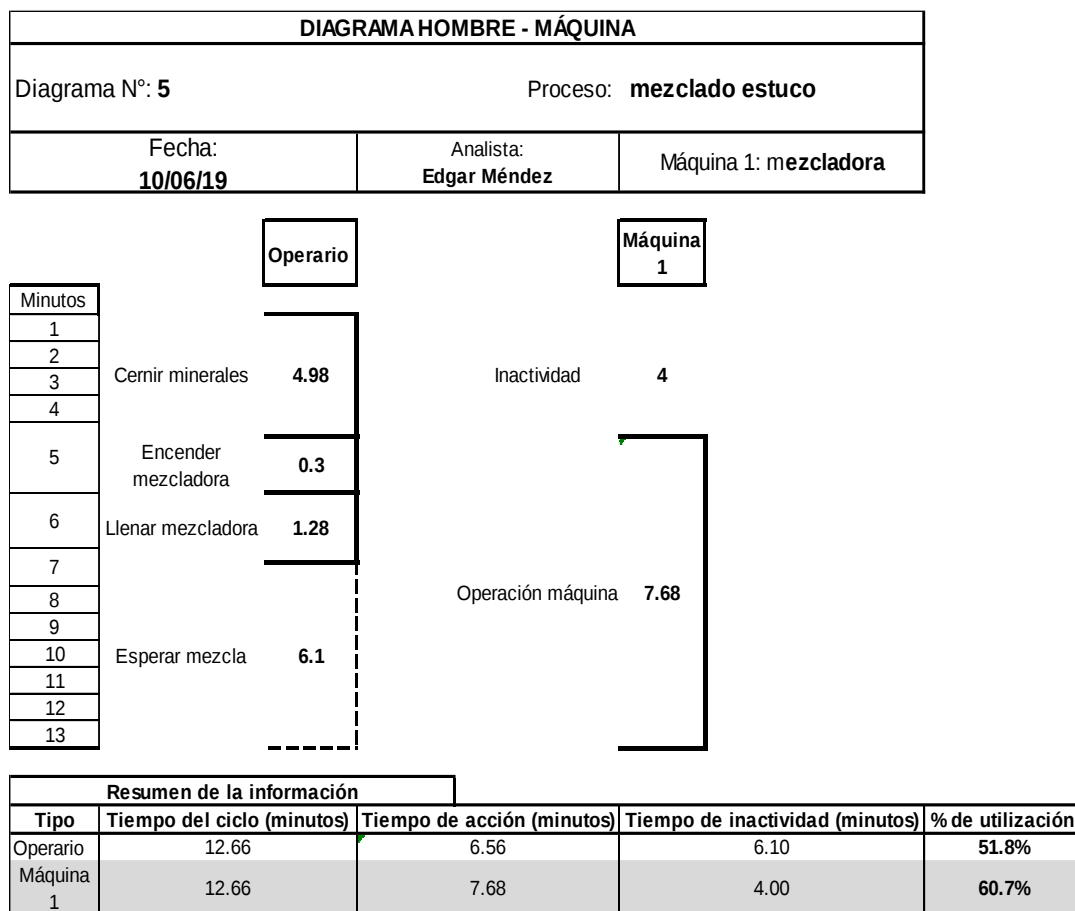
- Indagación: el diagrama refleja que efectivamente un solo operario consigue manejar la máquina de mezclado de sisa y a la vez realizar los preparativos de los minerales antes de comenzar con las operaciones en dicha máquina. Él tiene un tiempo de ocio necesario de 6 minutos con 6 segundos mientras espera la mixtura de los materiales, frente a los 12 minutos con 39 segundos que tarda el ciclo del proceso, reflejando un 51.8 por ciento de utilización. La máquina de mezclado tiene un 60.7 por ciento de participación en su tiempo estudiado, ya que se invierte 7 minutos con 40 segundos frente a los 12 minutos con 39 segundos que representa el tiempo total.

Con el diagrama se determinó que la máquina de mezclado tiene tiempos de ocio menores frente a los del operario, lo que significa que no se necesita una persona más para éste proceso, siendo un solo colaborador suficiente para manipular la mezcladora y preparar los minerales antes de comenzar a utilizar dicha máquina.

3.8.4. Diagrama hombre – máquina mezcla de estuco

El ciclo estudiado de estuco indica que en dicho proceso interviene un operario y una mezcladora, el colaborador debe preparar todos los minerales necesarios para llenar la máquina y así comenzar con el procedimiento de la mezcla de los materiales. Se determina el tiempo total de ocio necesario, innecesario y tiempos activos tanto para el colaborador como para la mezcladora.

Figura 14. Diagrama hombre - máquina de mezclado de estuco actual



Fuente: elaboración propia.

- Diagnóstico: el colaborador que trabaja con la mezcladora y realiza la preparación de los minerales, tiene un porcentaje de utilización de 51.8 por ciento en relación al total del ciclo que son 12 minutos con 39 segundos. Éste tiene un tiempo de ocio necesario de 6 minutos con 6 segundos cuando espera la mezcla. Por otra parte, la máquina tiene un 60.7 por ciento de participación, debido a que tiene un tiempo de 7 minutos con 40 segundos de acción. El operario consigue realizar la mezcla de minerales mientras la mezcladora se encuentra en funcionamiento, evitando el tiempo inactivo de ambos.

4. PROPUESTA DE MEJORA DE LOS PROCESOS

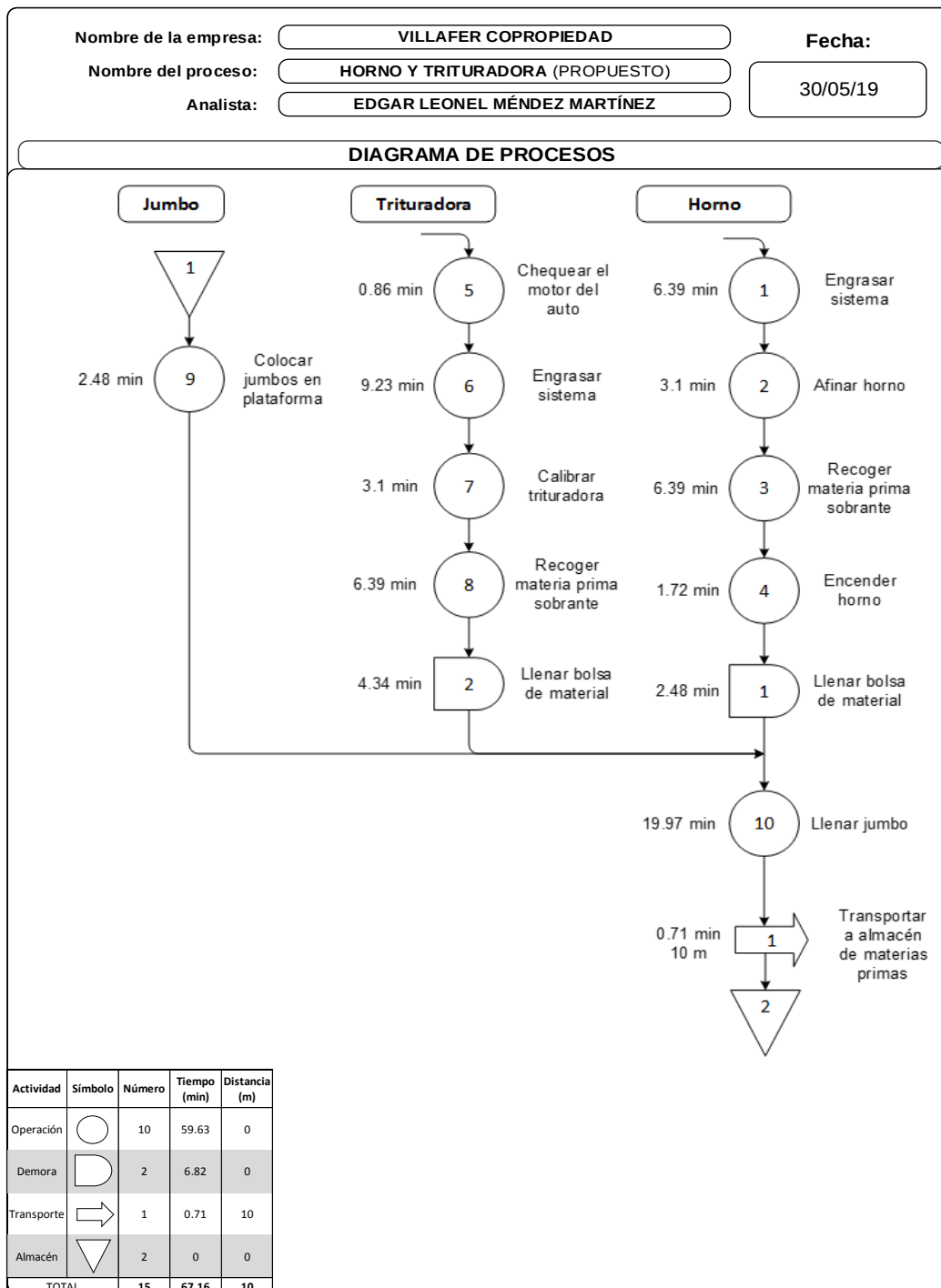
4.1. Flujogramas de los procedimientos mejorados

Los flujogramas propuestos se basaron en el diagnóstico realizado de los procesos anteriormente mencionados: horno y trituradora, adhesivos para pisos, sisa, así como estucos. Lo anterior, con la finalidad de aumentar la producción de los tres productos en la empresa Villafer. Para ello se propone que se inicie con horneado y trituración puesto que es aquí donde el macro proceso comienza, trabajando los minerales base que se utilizan como insumo para fabricar los tres productos.

4.1.1. Procesos de horneado y trituración propuesto

En el DFP de horneado y trituración se disminuyeron ciclos a la mitad en las actividades críticas donde se consumía demasiado tiempo para iniciar con el funcionamiento del horno y de la trituradora. Lo anterior, con la ayuda de otro operario puesto que se diagnosticó que era necesario según el flujograma del capítulo tres y el diagrama hombre – máquina. Éste colaborador apoyará a realizar el mantenimiento respectivo del horno y la trituradora para dar comienzo a las tareas diarias de éste proceso. Los operarios siempre se encargan del transporte y de la colocación del jumbo para que se realice el proceso adecuado de la materia prima, el cual es vital para la elaboración de adhesivos para pisos y estucos.

Figura 15. Proceso de horno y trituradora propuesto



Fuente: elaboración propia.

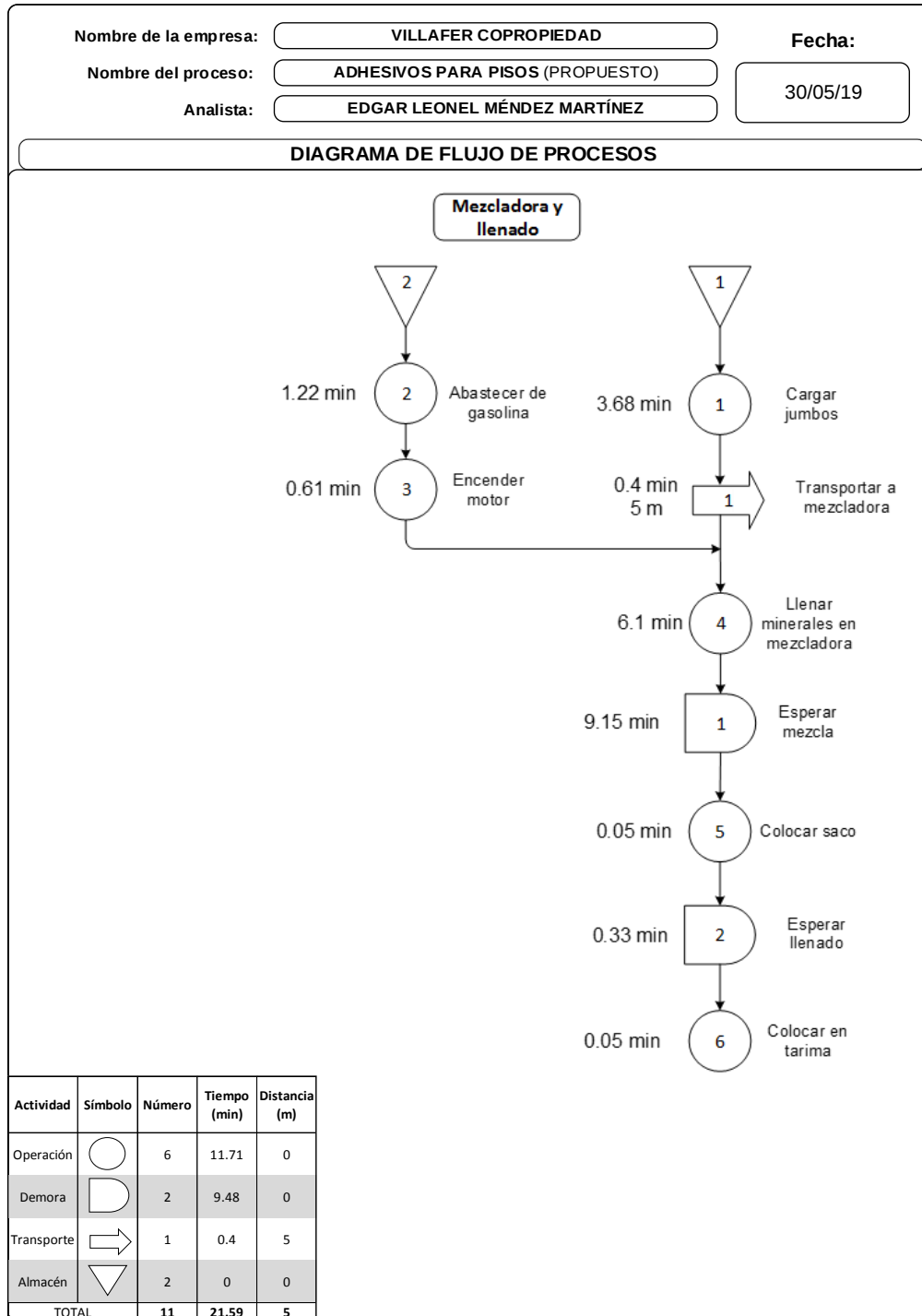
- Ventajas: con las propuestas de mejora para horno y trituración se redujo el tiempo total del proceso a 67 minutos con 9 segundos, frente a los 129 minutos con 22 segundos que actualmente se están consumiendo para que se cumpla a cabalidad el proceso; eso quiere decir que dicho tiempo se reducirá en un 92.63 por ciento ayudando a elevar la producción de los jumbos y tener a disposición en bodegas a la hora de requerirse grandes cantidades de materias primas para elaborar los productos de la empresa Villafer.

Considerando que las tareas iniciales se realizan una vez al día para comenzar con el horneado y trituración de las materias primas, el ciclo de producción de cada Jumbo se empieza a tomar en cuenta con las operaciones 9 y 10 del diagrama de flujo, agregándole el tiempo de transporte para su almacenamiento, siendo éste de 23 minutos con 9 segundos respectivamente.

4.1.2. Fabricación de adhesivos para pisos propuestos

En la propuesta de mejora de adhesivos para pisos, el diagrama de flujo muestra que luego de llenar la mezcladora con los minerales hasta la finalización del proceso, los tiempos se reducen a la mitad para esas tareas ya que, se cuenta con dos salidas para el llenado de los sacos de 20 kilogramos; esto generará que dos bolsas de producto se llenen a la vez con el mismo tiempo de un solo saco, manteniendo así la misma cantidad de operarios para el ciclo y aumentando la producción de los adhesivos para pisos en la empresa Villafer.

Figura 16. Proceso de adhesivos para pisos propuesto



Fuente: elaboración propia.

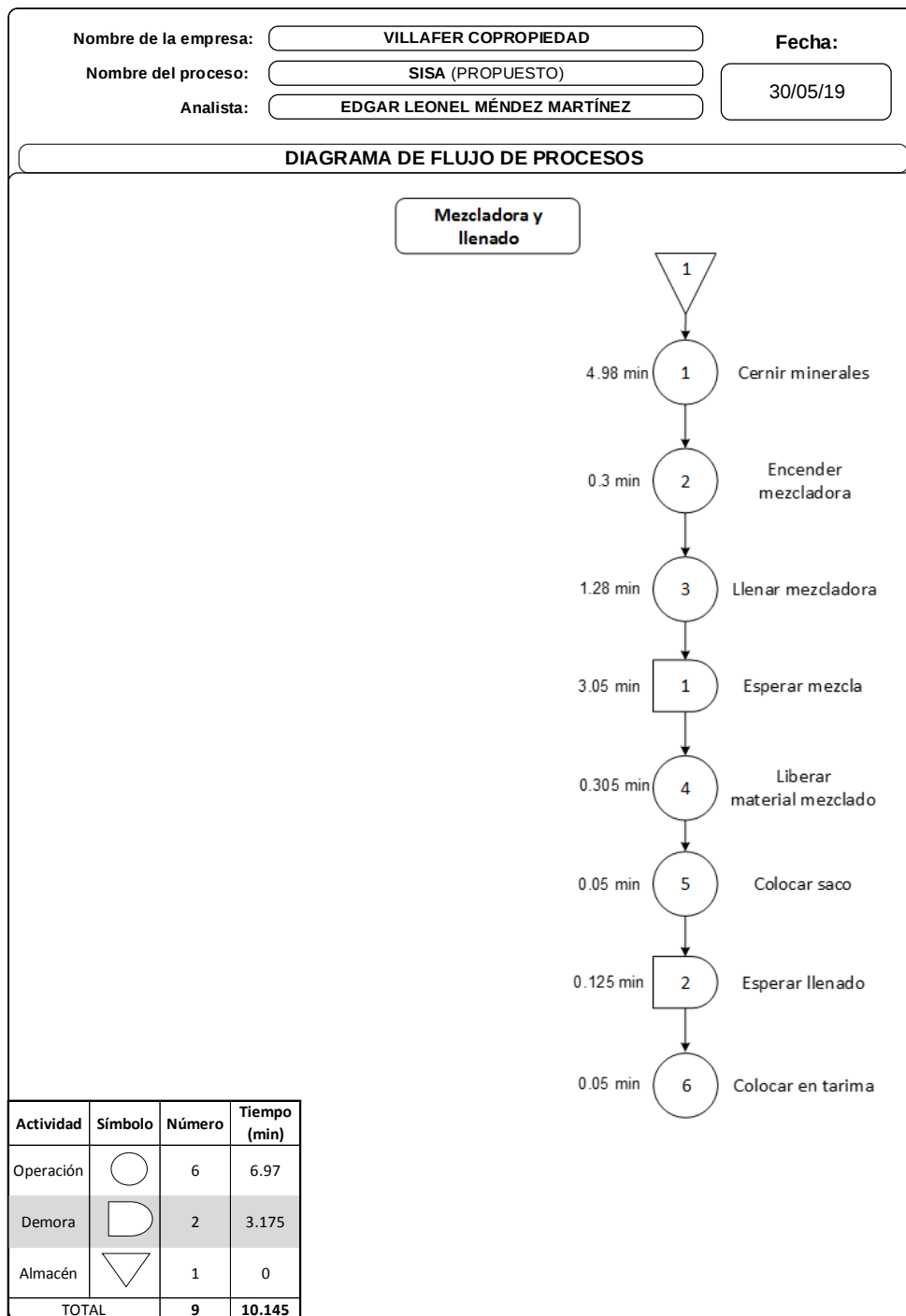
- Preeminencias: con la propuesta de mejora se contará con dos salidas para el llenado de las bolsas de material, lo que reducirá el tiempo total a 21 minutos con 35 segundos frente a los 31 minutos con 10 segundos que actualmente se invierte, lo que equivale a una reducción del período de producción equivalente a un 44.37 por ciento.

El ciclo de las demoras números 1 y 2, así como de las operaciones números 5 y 6 se reducirán a la mitad según el diagrama de flujo, considerando que dos bolsas de material se estarán llenando con el mismo tiempo invertido en un solo saco actualmente. Además, tomando en cuenta que las tareas números 2 y 3 se realizan al iniciar, es decir, una vez al día; indica que el período del proceso por cada bolsa de adhesivos para pisos será de 19 minutos con 45 segundos frente a los 29 minutos con 20 segundos que actualmente se invierten en el flujograma actual.

4.1.3. Fabricación de sisa

Para aumentar la producción de sacos de sisa de 10 kilogramos en la empresa Villafer, se propuso colocar doble salida para el llenado del material mezclado y así procesar ambos simultáneamente, utilizando dos operadores con los que ya se cuenta. Por otra parte, el proceso no tendría modificación alguna en cuanto a su flujo; sin embargo se reduciría el tiempo en un 50 por ciento en las tareas críticas que generan demoras y cuellos de botella en el flujograma que a continuación se presenta.

Figura 17. Proceso de sisa propuesto



Fuente: elaboración propia.

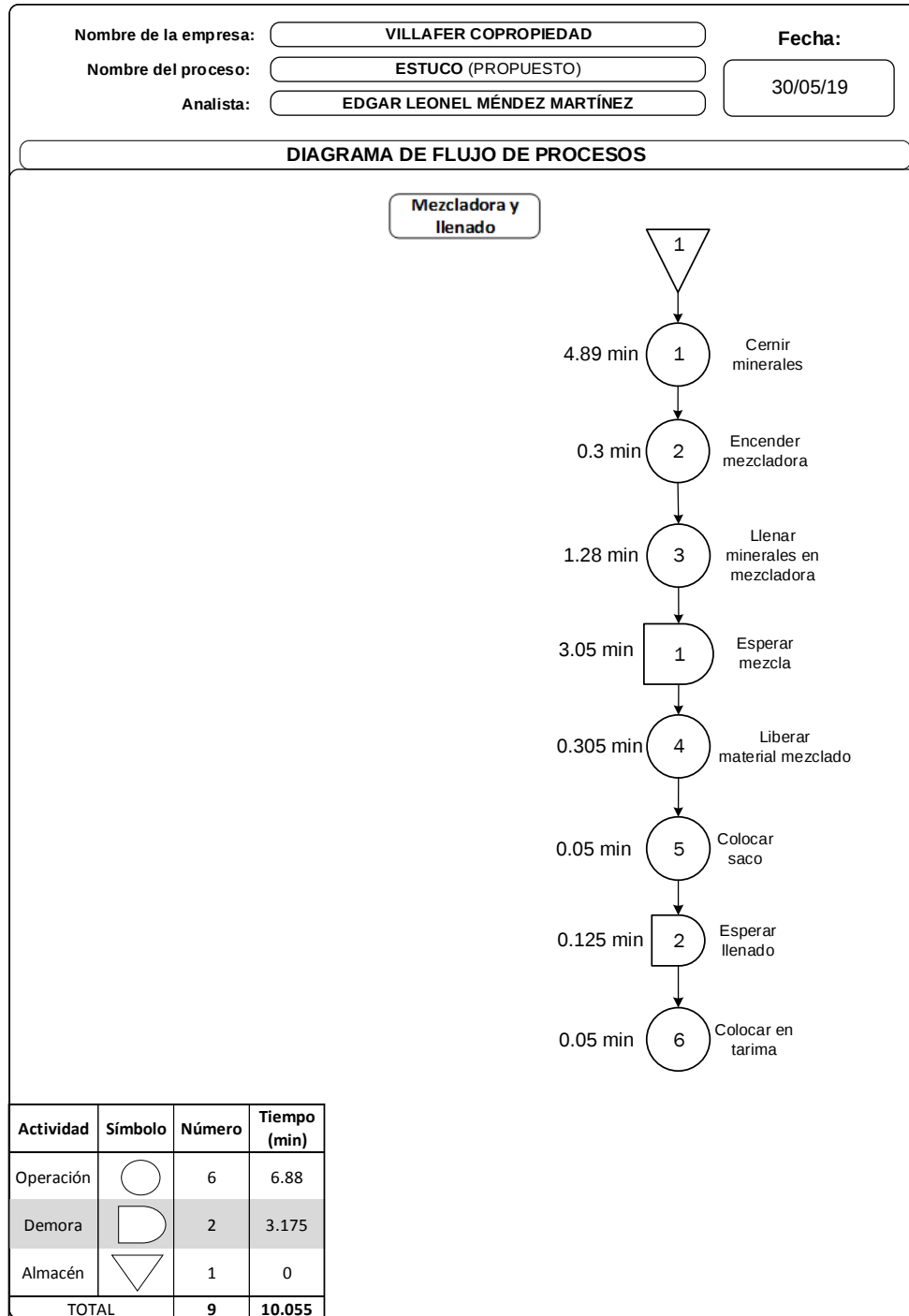
- **Mejorías:** con esta propuesta se aumentará la producción contando con una salida más para el llenado de los sacos de sisa de 10 kilogramos, disminuyendo a la mitad las demoras números 1 y 2; las operaciones números 4, 5 y 6; eso quiere decir que el tiempo total para la fabricación de una bolsa es de 10 minutos con 8 segundos versus los 13 minutos con 43 segundos que actualmente se tarda cada producto en ser finalizado y colocado en las respectivas tarimas, lo que arroja una disminución del ciclo en un 35.24 por ciento con la nueva proposición de mejora al proceso, lo cual repercutirá en la producción en masa de la empresa Villafer.

4.1.4. Fabricación de estuco propuesto

En la nueva proposición se abrirán dos nuevas salidas de material para llenar dos sacos de estucos de 10 kilogramos simultáneamente, con los dos operarios que ya se han presentado con anterioridad en el capítulo tres. Para aumentar la producción con el mismo lapso de fabricación de una sola bolsa; todo esto se realizará con base en el diagrama de flujo, en el mismo ciclo estudiado y de esta manera cumplir con las demandas de los clientes que cuenta Villafer.

La propuesta de mejora no afectará las diferentes presentaciones de los estucos: fino y extra fino, porque se determina al momento de cernir los minerales a utilizar y no afecta el flujo del proceso.

Figura 18. Proceso de estuco propuesto



Fuente: elaboración propia.

- Ventajas de la propuesta: la diferencia será que se apertura una salida más para el llenado de los sacos de estucos, esto con el fin de aumentar la producción del mismo. Se reducirá la mitad del tiempo que se invierte en las demoras números 1 y 2 conjuntamente con las operaciones números 4, 5 y 6, lo que arroja un ciclo total de 10 minutos con 3 segundos respectivamente, frente a los 13 minutos con 37 segundos que actualmente se tarda el diagrama, lo que equivale a una disminución del 35.55 por ciento del tiempo utilizado.

4.2. Volúmenes de producción proyectados

Con las mejoras a los procesos de la empresa Villafer se aumentó la producción de jumbos, así como de adhesivos para pisos, sisa y estucos; determinándose lo siguiente:

- Jumbos: el tiempo de llenado es de 23 minutos con 9 segundos, tomando en cuenta que las primeras tareas antes de iniciar con el proceso solo se realizan una vez en el día, por lo que las operaciones números 9 y 10 conjuntamente con el transporte equivalen a ese tiempo. Con esos datos se determina lo siguiente:

$$\frac{1 \text{ jumbo}}{23.16 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 20.72 \approx 21 \frac{\text{jumbos}}{\text{diarios}}$$

- Adhesivos para pisos: una bolsa de 20 kilogramos, refleja en los diagramas de flujo un tiempo de producción de 19 minutos con 45 segundos, desde que el operario carga los jumbos, hasta que es puesto en tarima para ser empacado y almacenado. Con estos datos se obtiene:

$$\frac{1 \text{ bolsa adhesivos}}{19.76 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 24.29 \approx \mathbf{24} \frac{\text{bolsas adhesivos}}{\text{diarias}}$$

- Sisa: los tiempos de llenado por cada bolsa de 10 kilogramos que reflejan los diagramas de flujo son de 10 minutos con 8 segundos. Por lo que se determinó:

$$\frac{1 \text{ bolsa sisa}}{10.145 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 47.31 \approx \mathbf{47} \frac{\text{bolsas estucos}}{\text{diarias}}$$

- Estuco: los diagramas de flujo reflejan un tiempo promedio de llenado por cada bolsa de 10 kilogramos de 10 minutos con 3 segundos; con lo cual se determinó que:

$$\frac{1 \text{ bolsa estuco}}{10.05 \text{ minutos}} * \frac{60 \text{ minutos}}{1 \text{ hora}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} = 47.76 \approx \mathbf{48} \frac{\text{bolsas sisa}}{\text{diarias}}$$

Tabla 19. **Volúmenes de producción diaria proyectada**

Volúmenes de producción (diaria)	
Jumbos	21 sacos
Adhesivos para piso	24 bolsas
Sisa	47 bolsas
Estucos	48 bolsas

Fuente: elaboración propia.

Actualmente la empresa Villafer fabrica 11 sacos de jumbos a diario; 16 bolsas de 20 kilogramos de adhesivos para pisos y 35 bolsas de 10 kilogramos de sisa, así como de estuco, trabajando con tiempos de ocio e inicios tardíos en los procesos. Con las propuestas de mejora a los diagramas, se proyecta que se fabricará 21 sacos de jumbos; 24 bolsas de 20 kilogramos de adhesivos para pisos, 47 bolsas de 10 kilogramos de sisa y 48 bolsas de 10 kilogramos de estuco.

Lo anterior, elevará la producción de jumbos en un 90.91 por ciento; los sacos de adhesivos para pisos en un 50 por ciento; la fabricación de sisa se elevará a 34.29 por ciento y el número de bolsas de estucos aumentará un 37.14 por ciento, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 20. **Comparación volúmenes de producción**

Volúmenes de producción (diaria)			
Producto	Actual	Proyectada	Porcentaje aumento
Jumbos	11 sacos	21 sacos	90.91%
Adhesivos para pisos	16 bolsas	24 bolsas	50.00%
Sisa	35 bolsas	47 bolsas	34.29%
Estucos		48 bolsas	37.14%

Fuente: elaboración propia.

4.3. Ingresos actuales y proyectados

Actualmente la empresa ofrece sus productos a precio: Q 24.00; Q 42.00 y Q 38.5 el saco de 20 kilogramos de adhesivos para pisos, la bolsa de 10 kilogramos de sisa y el costal de 10 kilogramos de estuco respectivamente. Con los datos mencionados se calcularon los ingresos diarios de la empresa con relación a su capacidad de producción, obtenida previamente del cálculo de sacos diario de adhesivos para pisos, sisa y estuco. Determinando:

- Actualmente se producen 16 sacos de adhesivos para pisos, cada bolsa se vende a Q 24.00. Los ingresos diarios son:

$$16 \frac{\text{sacos}}{\text{diarios}} * 24 \frac{\text{quetzales}}{\text{saco}} = \text{Q } 384.00$$

- De sisa actualmente se producen 35 bolsas y se venden a Q 42.00; lo que genera ingresos diarios de:

$$35 \frac{\text{sacos}}{\text{diarios}} * 42 \frac{\text{quetzales}}{\text{saco}} = \text{Q } 1,470.00$$

- Se produce actualmente un aproximado de 35 bolsas de estuco, mismos que se venden a un precio de Q 38.50, generando ingresos diarios de:

$$35 \frac{\text{sacos}}{\text{diarios}} * 38.5 \frac{\text{quetzales}}{\text{saco}} = \text{Q } 1,347.50$$

Se calculó el total de los ingresos de los tres productos que ofrece Villafer actualmente, obteniendo un aumento en las ganancias del 6.25 por ciento en relación a los adhesivos, un 2.86 por ciento correspondientes a las bolsas de sisa y estucos.

Tabla 21. Ingresos diarios actuales vs. proyectados

Ingresos (diarios)					
Producto	Actual	Ingresos	Proyectado	Ingresos	Porcentaje de aumento
Adhesivos para pisos	16 bolsas	Q 384.00	24 bolsas	Q 576.00	50.00%
Sisa	35 bolsas	Q 1,470.00	47 bolsas	Q 2,016.00	37.14%
Estucos		Q 1,347.50	48 bolsas	Q 1,848.00	37.14%
TOTALES		Q 3,201.50		Q 4,440.00	38.68%

Fuente: elaboración propia.

Las ganancias totales con las mejoras a los procesos se incrementan en 38.68 por ciento, lo cual si se considera a estimaciones grandes de producción el porcentaje aumentaría considerablemente y por ende los ingresos serían mucho mayores. Esto conllevaría a mayores ganancias a la empresa y a la vez utilizaría en un mayor grado su talento humano, maquinaria y equipos.

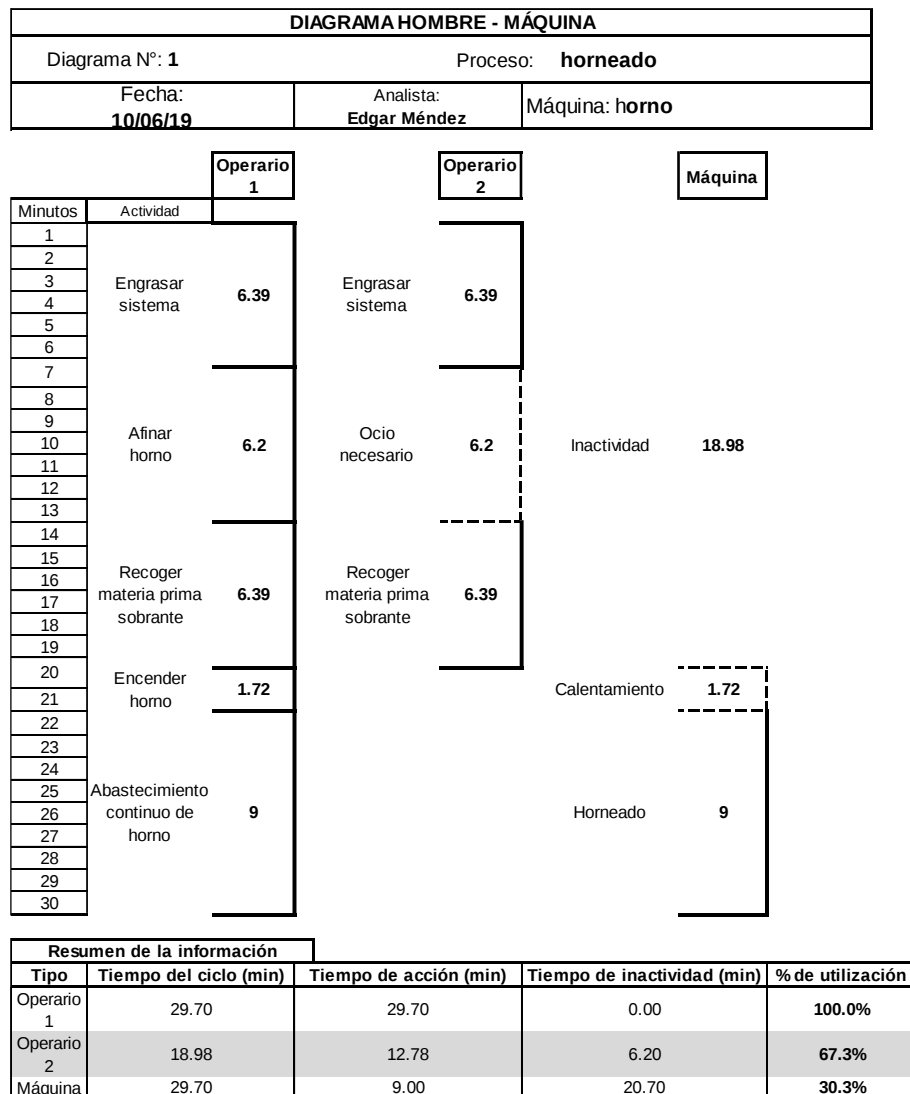
4.4. Diagramas hombre - máquina propuestos

4.4.1. Proceso de horneado y trituración propuesto

El primer diagrama es el de horneado, en el cual se aprecian todos los puntos en el proceso donde ya no existen tiempos de ocio para el operario uno. Con la propuesta de mejora un segundo colaborador realiza las mismas

actividades que el número uno para reducir el lapso que tardan las tareas en las que actualmente se demoran demasiado para iniciar con las operaciones. Por lo anterior, la segunda persona solo aparece en las primeras tres actividades y se observa que para el primer ciclo del proceso no tiene períodos de ocio sino únicamente los necesarios.

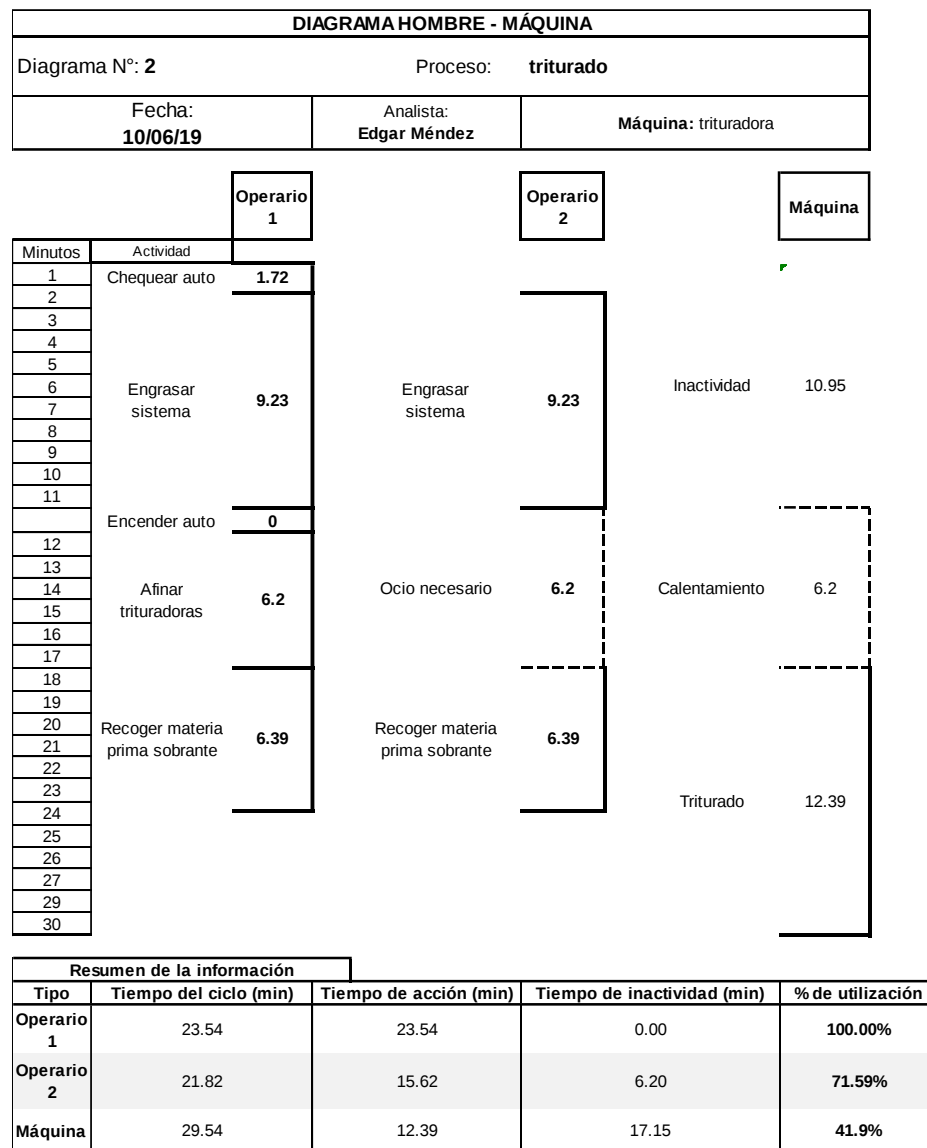
Figura 19. Diagrama hombre - máquina horneado propuesto



Fuente: elaboración propia.

En el segundo diagrama que es de triturado, se observa que al inicio del proceso se redujo el tiempo de inactividad de la máquina, ya que con la propuesta de mejora se necesitan dos operarios para reducir los períodos de las primeras actividades y así disminuir los ciclos de pereza y los lapsos de ocio necesario.

Figura 20. **Diagrama hombre - máquina triturado propuesto**

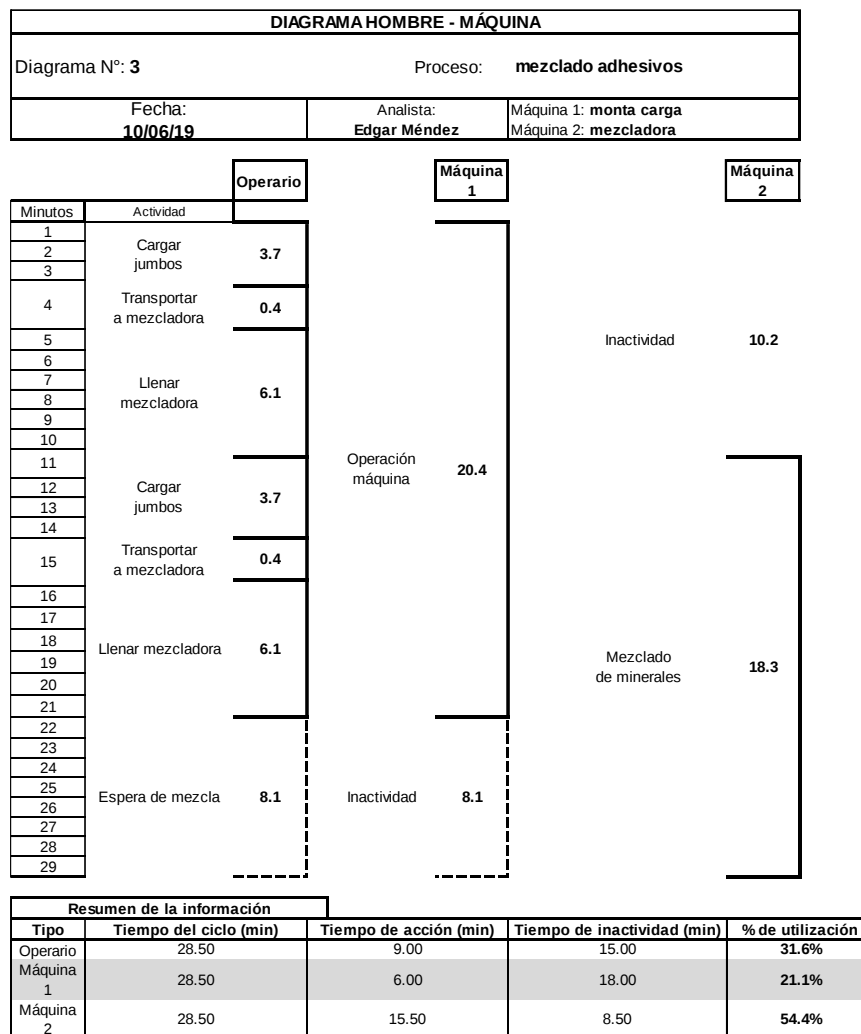


Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Elaboración de adhesivos para pisos propuesto

El diagrama de adhesivos para pisos, refleja que con la propuesta de mejora el operario no tendrá que esperar que la máquina dos realice el mezclado de minerales, ya que se repetirá el ciclo desde volver a cargar los jumbos hasta la actividad de llenar la mezcladora. Lo anterior en conjunto con el monta cargas para reducir los tiempos de ocio necesario y aumentar el porcentaje de utilización.

Figura 21. Diagrama hombre - máquina adhesivos para pisos propuesto

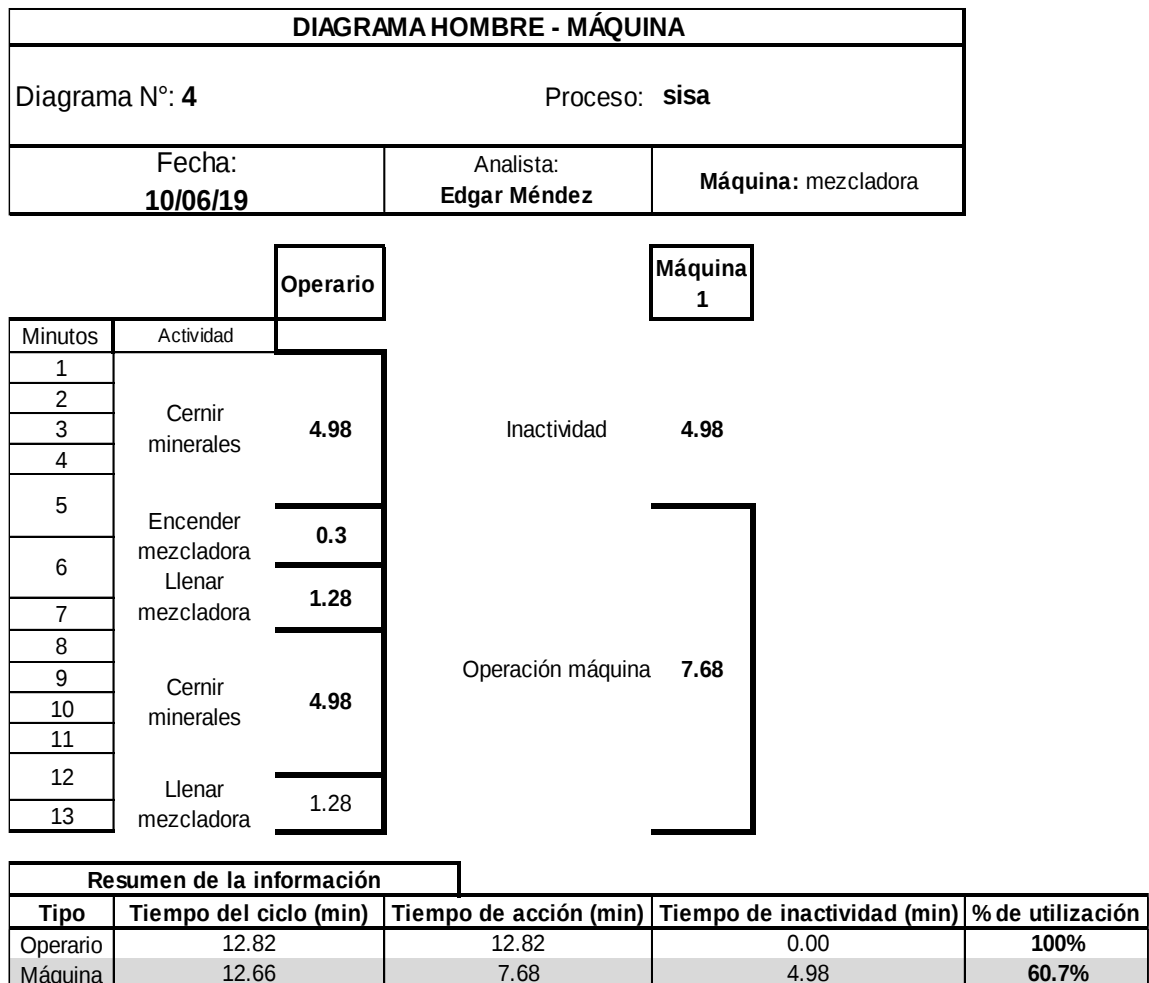


Fuente: elaboración propia.

4.4.3. Fabricación de sisa propuesto

El proceso de sisa muestra que con la implementación de la propuesta el operario no tendrá ningún tiempo de ocio ya que, al completar las primeras tres actividades, en lugar de esperar el mezclado, el colaborador va a repetir de forma consecutiva las tareas de cernir minerales y llenar la mezcladora para tener listo los materiales que serán trabajados.

Figura 22. Diagrama hombre - máquina sisa propuesto

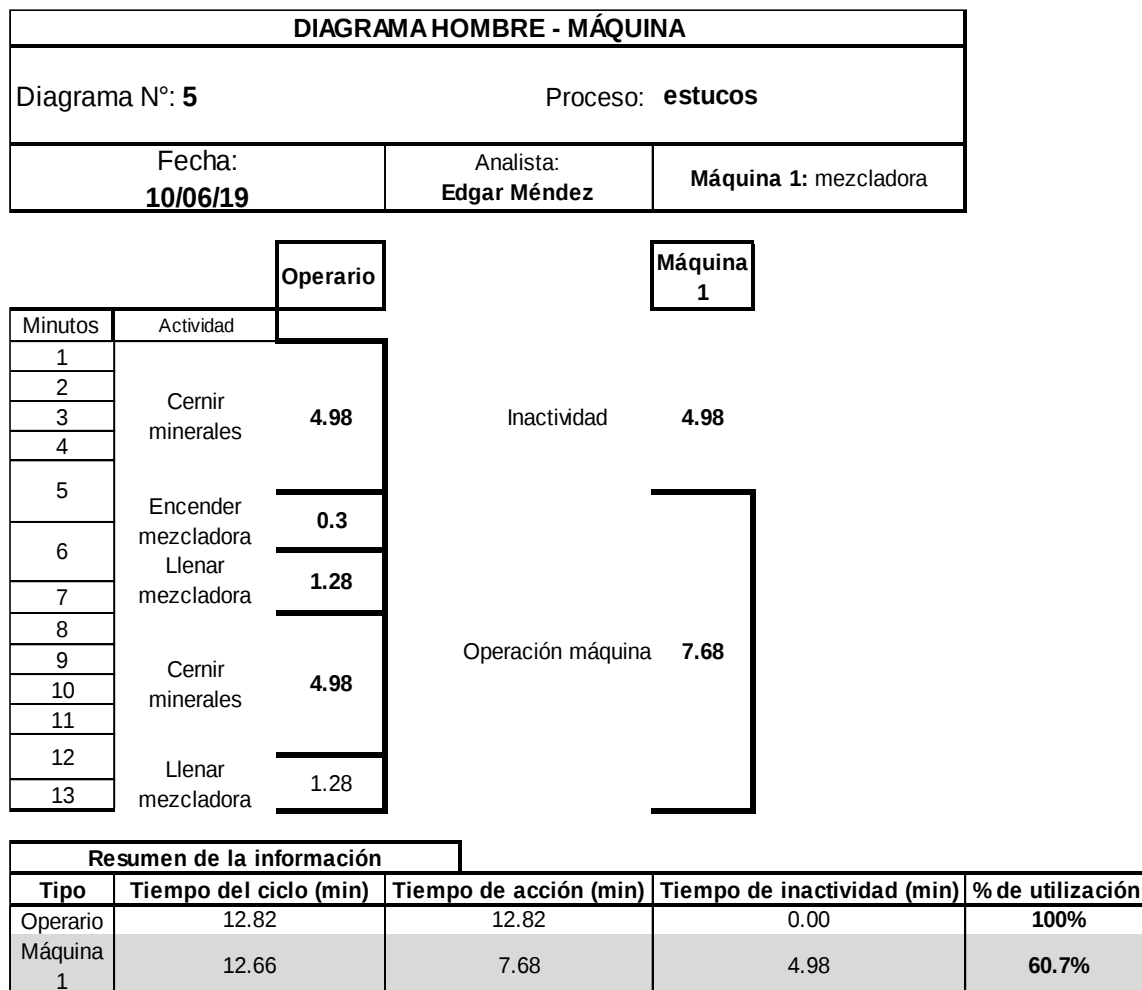


Fuente: elaboración propia.

4.4.4. Fabricación de estucos propuesto

Se consigue apreciar que con la propuesta de mejora, el operario no tiene tiempos de ocio en el ciclo del mezclado, esto se debe a que mientras la máquina está en funcionamiento, el colaborador va a repetir las actividades de cernir minerales y llenar la mezcladora, con el fin de tener todo preparado para el segundo volumen de material a ser mezclado.

Figura 23. Diagrama hombre - máquina estuco propuesto



Fuente: elaboración propia.

5. SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

5.1. Diseño de un sistema de planeación agregada de producción

En la empresa Villafer se torna muy difícil que contraten personal de nuevo ingreso que no sea de su entera confianza, debido a que manejan la fórmula exacta para crear sus productos en todo momento, ya sea los minerales que sirven de materia prima y también los productos finales que son adhesivos para pisos, sisa y estucos; es por ello que algunos de los datos que a continuación se establecieron no se obtuvieron directamente de la empresa, sino de manera subjetiva.

El costo de mano de obra se obtuvo según el salario mínimo en Guatemala, al igual que el de mano de obra extra. El ciclo de producción de cada saco por operario se determinó con los tiempos cronometrados en los diagramas de flujo y el precio de mantener inventario lo estableció la empresa. Los días hábiles se determinaron según los asuetos calendarizados por la empresa y tomando en cuenta que su jornada laboral es ordinaria de 40 horas semanales.

La proyección de demanda está dada en sacos de adhesivos para pisos de 20 kilogramos cada uno. La cantidad de trabajadores se basó en el número de operarios actuales y propuestos en los capítulos anteriores que están asignados para la elaboración de éste producto, los cuales son tres operarios en planilla. Además, no se cuenta con inventario final y al concluir el semestre se cuenta con muchas unidades en éste, listas para ser utilizadas para la siguiente demanda.

Tabla 22. Plan agregado de producción

Plan agregado de producción							
FUERZA LABORAL CONSTANTE - TIEMPO EXTRA							
Producción/empleados	5.3		horas/operario				
Costo mano obra	Q	11.27	quetzales/persona				
Costo mano obra extra	Q	16.91	quetzales/persona				
Costo inventario	Q	1.00	quetzales-mes				
Horas de trabajo	8		horas diarias				
AÑO	2019						
MESES	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	
Proyección de la demanda	300	120	100	130	500	70	
Días laborales	22	20	22	19	21	21	
Número de trabajadores	3	3	3	3	3	3	
Producción	100	91	100	86	95	95.09	
Unidades disponibles antes tiempo extra	-200	-29	0	116	-405	25.09	
Inventario final	0	0	160	0	0	1400	TOTALES
Costo mantener inventario	Q -	Q -	Q 160.00	Q -	Q -	Q 1,400.00	Q 1,560.00
Costo tiempo extra	Q 17,953.11	Q 2,637.18			Q 36,278.13		Q 56,868.42
Costo producción	Q 5,950.56	Q 5,409.60	Q 5,950.56	Q 5,139.12	Q 5,680.08	Q 5,680.08	Q 33,810.00
	Q 23,903.67	Q 8,046.78	Q 6,110.56	Q 5,139.12	Q 41,958.21	Q 7,080.08	Q 92,238.42 TOTAL PLAN

Fuente: elaboración propia.

Las proyecciones de demandas de productos de adhesivos para pisos se describen desde los meses de enero a junio del año 2019. El gasto total del plan agregado es de Q 92,238.42, de los cuales se toman en cuenta los costos de mantener productos terminados en inventario o en bodega, el valor de la mano de obra en tiempo extra y el de producción en horario normal.

Los subtotales para todo el plan según el costo de mantener inventario es de Q 1,560.00 y el valor del tiempo extra es de Q 56,868.42 esto indica que es mucho más caro pagar horas extraordinarias para cumplir con las demandas de cada mes, que el tener productos terminados en las bodegas.

Ventajas:

- Con éste plan se consigue verificar en qué mes la demanda será mayor a lo producido y de esa forma identificar el número de sacos faltantes, siendo ahí donde se tiene que pagar horas extras.
- Se verifica en qué mes la demanda será menor a lo producido y por lo tanto se identifican cuantas unidades estarán en inventario, para calcular el costo de mantener esas unidades almacenadas.
- Se suavizan los niveles de horas extras.
- Se reducen los niveles de inventario.

5.2. Diseño de un sistema de MRP

El archivo maestro de materiales o plan de requerimientos de éstos MRP, es un sistema donde se encuentra toda la información necesaria para planificar la materia prima imprescindible con demanda dependiente para elaborar los productos finales de la empresa, que son: adhesivos para pisos, sisa y estuco.

Se estudió la cantidad necesaria de minerales y aditivos que requiere cada producto de la empresa para ser fabricado a tiempo, según pedidos que entran a la misma y también las holguras que se tienen para satisfacer las demandas de los clientes.

Tabla 23. MRP de adhesivos para pisos

Archivo Maestro Materiales							
Descripción	Inventario disponible	Stock seguridad	Tiempo espera	Recepciones programadas		Código	Tamaño del lote
				Semana	Cantidad		
Adhesivos	100	0	1		0	A	Lote a lote
Cemento portland	50		0	semana 2	50	B	Lote a lote
Minerales			1	semana 1	100	C	Lote a lote

Planificación materiales								
Artículo	Tiempo espera	Inventario disponible	Stock seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo (semana)			
					1	2	3	4
Adhesivos	1	100	0	Necesidades brutas			360	400
				Recepciones programadas				
				Disponible	100	100	0	0
				Necesidades netas			260	400
				Lanzamiento de pedido		260	400	
Cemento portland	0	50	0	Necesidades brutas	0	1040	1600	0
				Recepciones programadas		50		
				Disponible	50	0	0	0
				Necesidades netas		940	1600	
				Lanzamiento de pedido		940	1600	
Minerales	1	0	0	Necesidades brutas	0	6.76	10.4	0
				Recepciones programadas	100			
				Disponible	100	93.24	82.84	82.84
				Necesidades netas				
				Lanzamiento de pedido				


```

graph TD
    A[A] --> B["B(4)"]
    A --> C["C(0.026)"]
  
```

Fuente: elaboración propia.

Para elaborar los adhesivos se necesitan cuatro sacos de cemento portland. También se necesitan 0.026 de minerales. Según las demandas semanales de la empresa en la tercera semana se necesitan 360 bolsas del código A y se tienen disponibles en inventario 100, por lo que en la semana número dos se tienen que pedir 260 de estas para cumplir con el requerimiento en el tiempo estipulado. De igual forma, en el tercer período se piden 400 sacos para cumplir con la demanda de la siguiente semana ya que no se tienen en inventario.

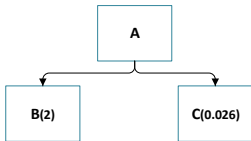
En los mismos períodos que se realiza el pedido de los sacos de adhesivos se necesitan bolsas de cemento portland (B), pero se multiplican por cuatro. Lo que refleja que en la semana dos se necesitan de 1,040 de código B para fabricar los 260 de adhesivos. De igual manera que en el período tres se requieren 1,600

sacos de cemento, mismos que se piden en el mismo lapso de tiempo que se precisan porque se compran a proveedores externos a la empresa, los cuales son de entrega inmediata por lo que en la etapa dos se piden 940 bolsas ya que existían 50 en recepciones programadas. En la semana tres se solicitan los 1,600 faltantes.

Para los encargos de los minerales se multiplica por 0.026 el número de sacos de adhesivos que se requieren, de éstos se tienen 100 disponibles por lo que no es forzoso realizar pedidos de materia prima para estas semanas ya que se cubre la necesidad para los 260 y 400 sacos respectivamente.

Tabla 24. **MRP de estucos**

Archivo Maestro Materiales							
Descripción	Inventario disponible	Stock seguridad	Tiempo espera	Recepciones programadas		Código	Tamaño del lote
				Semana	Cantidad		
Estucos	50	10	1		0	A	Lote a lote
Cemento portland	50		0			B	Lote a lote
Minerales	10		1	semana 1	50	C	Lote a lote



```

graph TD
    A[A] --> B["B(2)"]
    A --> C["C(0.026)"]
  
```

Planificación materiales								
Artículo	Tiempo espera	Inventario disponible	Stock seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo (semana)			
					1	2	3	4
Estucos	1	50	10	Necesidades brutas		150		200
				Recepciones programadas				
				Disponible	50	10	10	10
				Necesidades netas		110		200
				Lanzamiento de pedido	110		200	
Cemento portland	0	50	0	Necesidades brutas	220	0	400	0
				Recepciones programadas				
				Disponible	0	0	0	0
				Necesidades netas	170		400	
				Lanzamiento de pedido	170		400	
Minerales	1	10	0	Necesidades brutas	2.86	0	5.2	0
				Recepciones programadas	60			
				Disponible	57.14	57.14	51.94	51.94
				Necesidades netas				
				Lanzamiento de pedido				

Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración de los estucos, se necesitan dos de código B, también 0.026 de materia prima. Según las demandas de la empresa en la semana número dos, se necesitan 150 sacos de adhesivos y se tienen disponibles en inventario 50, por lo que en el septenario número uno se debe solicitar 110 bolsas para cumplir con el requerimiento y además dejar los 10 sacos de stock de seguridad. Al igual en la semana tres se piden 200 sacos, para satisfacer la demanda en el período cuatro, cumpliendo con los 10 sacos de stock de seguridad en todas las semanas.

En las mismas semanas que se realiza el pedido de los sacos de estucos, se necesitan bolsas del código B multiplicados por dos. Lo que refleja que en el septenario uno se requieren 220 de cemento portland para fabricar los 110 sacos de estucos; al igual que en el período tres, se necesitan 400 bolsas de código B. Éstos se ordenan en la misma semana que son requeridos, pues se piden a proveedores externos a la empresa, los cuales son de entrega inmediata por lo que se solicitan 170 sacos en el septenario uno y en el número tres se requieren 400 bolsas.

Para los pedidos de los minerales se multiplica por 0.026 el número de sacos de Estucos que se necesitan, de esta materia prima se tienen 50 en recepciones programadas y 10 disponibles en inventario, por lo que no es necesario realizar requerimientos de minerales para estas semanas ya que se cubre la necesidad para los 260 y 400 sacos de estucos respectivamente. Con estos cálculos la fábrica no tendrá que invertir en gastos de mantener inventario, ya que los insumos estarán disponibles en los momentos precisos para ser procesados.

Tabla 25. MRP de sisa

Archivo Maestro Materiales							
Descripción	Inventario disponible	Stock seguridad	Tiempo espera	Recepciones programadas		Código	Tamaño del lote
				Semana	Cantidad		
Sisa	50		1	semana 1	60	A	Lote a lote
Cemento portland			0			B	Lote a lote
Minerales	10	20	1	semana 1	50	C	Lote a lote

A

B(0.5)

C(4)

Planificación materiales								
Artículo	Tiempo espera	Inventario disponible	Stock seguridad	Conceptos	Periodo de tiempo (semana)			
					1	2	3	4
Sisa	1	50	0	Necesidades brutas			200	210
				Recepciones programadas	60			
				Disponible	110	110	0	0
				Necesidades netas			90	210
				Lanzamiento de pedido		90	210	
Cemento portland	0	0	0	Necesidades brutas	0	45	105	0
				Recepciones programadas				
				Disponible	0	0	0	0
				Necesidades netas		45	105	
				Lanzamiento de pedido		45	105	
Minerales	1	10	20	Necesidades brutas	0	360	840	0
				Recepciones programadas	50			
				Disponible	60	20	20	20
				Necesidades netas		320	840	
				Lanzamiento de pedido	320	840		

Fuente: elaboración propia.

En la elaboración del código A, se necesitan 0.5 sacos de cemento portland, así como cuatro de minerales. Según las demandas de la empresa, en la semana número tres se requieren 200 bolsas de sisa y se tienen disponibles en inventario 50. En recepciones programadas son 60 en el período uno, por lo que en el número dos se deben pedir 90 sacos para cumplir con la demanda en el septenario tres. En éste mismo período, se solicitan 210 bolsas, para satisfacer los requerimientos en la semana cuatro.

En las mismas semanas que se realiza el pedido de los sacos de sisa se requiere cemento portland, el cual se multiplica por 0.5, lo que refleja que en el período dos se necesitan 45 de código B para fabricar los 90 productos de sisa. Al igual que en el septenario tres se precisan 105 bolsas de cemento, los que se

piden en mismo lapso que se necesitan considerando que se ordenan a proveedores externos a la empresa y son de entrega inmediata, por lo que en la semana dos se solicitan 45 sacos y en la tres se piden 105.

Para los pedidos de los minerales, se multiplica por cuatro el número de sacos de sisa que se necesitan, de esta materia prima en la semana uno se tienen 50 en recepciones programadas y 10 disponibles en inventario, con un stock de seguridad de 10 bolsas, por lo que en ese período se piden 320 costales de minerales para cubrir la demanda el septenario dos, siempre cumpliendo con los 20 sacos en bodega y en el mismo lapso se solicitan 840 de materiales, para satisfacer la demanda en la siguiente semana.

Mejorías:

- Al contar con un plan de requerimientos de materiales (MRP), se pueden tomar decisiones administrativas para los inventarios de la empresa.
- Se pueden calcular los tamaños de porción que tendrán y/o el tamaño de lote que se necesitará en determinada semana laboral.
- Se determinan los tiempos necesarios con el fin de obtener o fabricar los insumos para elaborar el producto final.
- Reducir la necesidad de insumos, solo si es estrictamente necesario y contribuir a los procesos de producción.

CONCLUSIONES

1. Las herramientas de diagnóstico reflejaron las causas que afectan las operaciones de la fábrica, siendo éstas: falta de procedimientos y tiempos de ocio en las operaciones; la primera, conlleva a que no existe un lineamiento adecuado en las actividades, que no se cuente con una buena organización en la forma de realizar los procesos de la empresa; la segunda, permite identificar los cuellos de botella; en conjunto, al establecer las áreas de mejora, pueden mitigarse los problemas para el aumento de la producción.
2. Por medio de los DFP y diagramas hombre – máquina, se pueden apreciar donde se encuentran las demoras en cada proceso de la fábrica, en el de horno y trituradora se propuso que en las primeras actividades lo realicen dos operarios a la vez para reducir los tiempos al iniciar con las operaciones, en el caso de fabricación de los adhesivos para pisos, sisa y estuco, el cuello de botella se encuentra en las últimas actividades, por ello se planteó una salida más de llenado de los sacos para cada uno de los procesos.
3. Los volúmenes de producción actuales para la fabricación de jumbos son de 11 diarios; los productos que ofrece la empresa actualmente se fabrican 16 bolsas de adhesivos para pisos, 35 de sisa y estuco respectivamente, pues con la propuesta de mejora en los procesos a través de los DFP la producción de jumbos se elevaría a 21 diarios, para los adhesivos para pisos aumentaría a 24 diarios, en cuanto a la

producción de sisa se incrementaría a 47 bolsas y para los estucos la producción pasaría a ser de 48 diarios; esto indica un aumento en la producción del 90.91 por ciento para la producción de jumbos, 50 por ciento de adhesivos para pisos, 34.29 por ciento de sisa y 37.14 por ciento para la elaboración de estucos.

4. Un plan agregado de producción de Fuerza Laboral Constante – Tiempo Extra, ayudará a la empresa Villafer a determinar el precio de producción total, ya sea: mensual, semestralmente o en un período de tiempo determinado, y así, analizarlo versus sus ganancias para señalar la rentabilidad de cada plan de producción; el cual, para la empresa se calculó en los primeros seis meses del año 2019 con un valor total del plan de Q 92,238.42; en cuanto al MRP, se pueden determinar cuántos sacos se necesitan para cubrir la demanda de determinado pedido en un tiempo estipulado, sin quedarse sin insumos para la fabricación de los productos, reduciendo costos de almacenamiento.

RECOMENDACIONES

1. Crear un sistema de control, comunicación y prevención en la planta para elevar la producción y mantener la armonía entre los colaboradores.
2. Establecer sistemas de cómputo como soporte en el control y/o planeación de producción son necesarios en éste tipo de empresa, de manera que es preciso establecer y mantener.
3. Considerar que al delimitar las nuevas estrategias con planes de trabajo, es necesario hacer llegar la información a los colaboradores para su correcto seguimiento e implementación.
4. Transmitir la información de las tareas específicas de trabajo a través de capacitaciones, según los parámetros específicos para su correcta recepción e interpretación por parte de los trabajadores.
5. Implementar más salidas de material en los procesos de la planta, para aumentar los volúmenes de producción actuales.
6. Introducir un plan de producción para conocer su costo de fabricación y rentabilidad, así como determinar la demanda de determinados pedidos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chase, R. B., Jacobs, R. F., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros* (12.^a ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Chen, C. (s.f.). *Proceso y procedimiento*. En Diferenciador [Pág. Web]. Recuperado de <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-proceso-y-procedimiento/>
- Franklin Fincowsky, E. B. (2009). *Organización de empresas* (3.^a ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Gehisy. (11 de Abril de 2017). *Diagrama de pareto*. En Calidad y ADR [Pág. Web]. Recuperado de <https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-pareto/>
- Martins, R. (4 de Junio de 2018). *Diagrama de flujo (flujograma) de proceso*. En Qualiex [Blog]. Recuperado de <https://blogdelacalidad.com/diagrama-de-flujo-flujograma-de-proceso/>
- Niebel, B. W., Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.^a ed.). México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.



¿Qué es un proceso según la ISO 9001:2015? (10 de Abril de 2018). En *Nuevas Normas ISO, Escuela Europea de Excelencia* [Pág. Web]. Recuperado de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/04/que-es-un-proceso-segun-la-iso-90012015/>

Rodríguez Salazar, O. (s.f.). *Diagramas hombre - máquina*. En Soloindustriales [Pág. Web]. Recuperado de <https://soloindustriales.com/diagramas-hombre-maquina/>

Salazar López, B. (25 de Junio de 2019). *Estudio de tiempos*. En Ingeniería Industrial online.com [Pág. Web]. Recuperado de <https://www.ingenieria-industrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>



APÉNDICE

- Formato para medición de tareas

Medición											
No.	Descripción de la actividad	Mediciones (en minutos)									
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											

- Formato para el cálculo de tiempo normal

TIEMPO NORMAL													
No.	Mediciones										Tiempo promedio seleccionado	Cv	Tiempo normal (Tn) = (TPS) + (Cv)
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	TPS	22.00%	Tn
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													

ANEXOS

- Tablas para toma de tiempos

Engrasar sistema de horno	
No.	Tiempo min
1	10
2	11
3	9
4	12
5	9
6	10
7	11
8	9
9	12
10	9

Afinar horno	
No.	Tiempo min
1	5
2	6
3	5
4	5
5	4
6	4
7	5
8	5
9	6
10	5

Recoger materia prima horno	
No.	Tiempo min
1	10
2	11
3	9
4	10
5	10
6	10
7	11
8	9
9	10
10	10

Engrasar sistema de trituradora	
No.	Tiempo min
1	15
2	11
3	19
4	11
5	16
6	11
7	11
8	16
9	19
10	15

Calibrar trituradora	
No.	Tiempo min
1	6
2	5
3	5
4	5
5	4
6	6
7	5
8	5
9	5
10	4

Recoger materia prima trituradora	
No.	Tiempo min
1	10
2	11
3	9
4	12
5	9
6	11
7	10
8	9
9	12
10	9

Llenado de bolsas de material	
No.	Tiempo min
1	7
2	8
3	7
4	6
5	7
6	7
7	6
8	6
9	8
10	8

Llenado de jumbos	
No.	Tiempo min
1	31
2	28
3	29
4	30
5	30
6	30
7	32
8	30
9	31
10	30

Cargar jumbos	
No.	Tiempo min
1	3
2	3
3	3
4	4
5	3
6	3
7	3
8	3
9	3
10	2

Llenado de mezcladora	
No.	Tiempo min
1	7
2	8
3	5
4	4
5	4
6	4
7	5
8	5
9	5
10	5

Colocar bolsa	
No.	Tiempo seg
1	7
2	8
3	7
4	6
5	4
6	4
7	4
8	5
9	5
10	5

Llenado de bolsas adhesivos	
No.	Tiempo seg
1	33
2	30
3	35
4	30
5	31
6	32
7	29
8	29
9	29
10	29

Cernir minerales	
No.	Tiempo min
1	5
2	5
3	5
4	4
5	4
6	5
7	4
8	4
9	6
10	6

Colocar en tarima	
No.	Tiempo seg
1	5
2	5
3	5
4	6
5	6
6	5
7	4
8	4
9	5
10	5

Llenado bolsas sisa	
No.	Tiempo seg
1	13
2	12
3	13
4	12
5	11
6	11
7	13
8	13
9	12
10	13

- Tabla para valoración del trabajo

Valoración del trabajo			
HABILIDAD		ESFUERZO	
0.15	A1	0.13	A1
0.13	A2 - Habilísimo	0.12	A2 - Excesivo
0.11	B1	0.1	B1
0.08	B2 - Excelente	0.08	B2 - Excelente
0.06	C1	0.05	C1
0.03	C2 - Bueno	0.02	C2 - Bueno
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.05	E1	-0.04	E1
-0.1	E2 - Regular	-0.08	E2 - Regular
-0.15	F1	-0.12	F1
-0.22	F2 - Deficiente	-0.17	F2 - Deficiente
CONDICIONES		CONSISTENCIA	
0.06	A - Ideales	0.04	A - Perfecto
0.04	B - Excelentes	0.03	B - Excelente
0.02	C - Buenas	0.01	C - Buena
0.00	D - Promedio	0.00	D - Promedio
-0.03	E - Regulares	-0.02	E - Regular
-0.07	F - Malas	-0.04	F - Deficiente