

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Estudio de tiempo y movimiento en línea productiva de quesos de la Distribuidora de Alimentos Congelados-DIACO: Estrategias para potenciar la eficiencia productiva y optimización de los recursos.

POR:

MARÍA FERNANDA RODRÍGUEZ VILLALTA

REQUISITOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

CIUDAD UNIVERSITARIA, FEBRERO 2026

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL:

LIC. PEDRO ROSALÍO ESCOBAR CASTANEDA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO

MAECE. NELSON BERNABÉ GRANADOS ALVARADO

SECRETARIO

MSC. EDGAR GEOVANY REYES MELARA

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

MSc. HUMBERTO RUIZ MEJÍA

ASESOR INTERNO

ING. HAYDEE ESMERALDA MUNGUÍA PÉREZ

ASESOR EXTERNO

LIC. SANTOS LÁZARO ESPINOZA

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

ING. HAYDEE ESMERALDA MUNGUÍA DE PÉREZ

AGREDECIMIENTOS

A mis padres, con profundo amor y gratitud, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente. Su apoyo incondicional, su ejemplo de esfuerzo y su fortaleza en los momentos difíciles han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante, incluso cuando las fuerzas flaqueaban. A mi hermana, por su compañía constante y por ser un refugio de comprensión y ánimo. A mis tías y abuelos, gracias por estar siempre presentes con palabras de aliento y gestos de apoyo sincero. A mis amigos, quienes con su presencia y confianza se convirtieron en pilares esenciales en la construcción de la persona y profesional que aspiro a ser.

Agradezco también, con especial aprecio, a mis tutores, tanto académicos como empresariales, por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta etapa. Su acompañamiento ha sido clave en la culminación de este importante peldaño en mi formación profesional.

A la Distribuidora de Alimentos Congelados – DIACO, gracias por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de integrarme a un entorno laboral real, donde pude aplicar mis conocimientos, adquirir experiencia y crecer como futura profesional. Su confianza y disposición para acompañar mi proceso fueron fundamentales para el desarrollo exitoso de esta investigación.

Finalmente, a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, mi reconocimiento y gratitud por contar con un cuerpo docente ejemplar, comprometido y multidisciplinario. Gracias a su enseñanza, orientación y entrega, he logrado fortalecer mis conocimientos, desarrollar nuevas habilidades y consolidar los cimientos que me permitirán ejercer con responsabilidad, ética y competencia.

RESUMEN

La investigación se centra en el estudio de tiempos y movimientos en la línea de producción de quesos del área DELI de la empresa Distribuidora de Alimentos Congelados (DIACO), con el objetivo de optimizar la eficiencia productiva y el uso de los recursos disponibles. El trabajo se desarrolló bajo un enfoque técnico-analítico, empleando una metodología descriptiva y cuantitativa basada en la observación directa, el cronometraje con técnica de vuelta a cero y la aplicación del método Westinghouse para la evaluación del desempeño.

Se analizaron tres procesos principales (Rebanado, Porciones y Palito de Cangrejo), integrando herramientas de ingeniería de métodos como el Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP), análisis estadístico y representación gráfica mediante los indicadores de Pareto y Coeficiente de Variación (CV%).

Los resultados evidenciaron que el subproceso de Porcionado presentó el mayor tiempo estándar y variabilidad, identificándose como el principal cuello de botella, mientras que el proceso de Palito de Cangrejo mostró alta estandarización y repetitividad operativa. El estudio demuestra la efectividad del análisis de tiempos como herramienta para diagnosticar y mejorar la eficiencia de líneas productivas, aportando bases técnicas para la redistribución de tareas, la planificación operativa y la mejora continua en entornos agroindustriales.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Objetivos Específicos	2
INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.....	3
1.3 Datos generales	3
1.4 Antecedentes de la empresa	4
1.5 Recursos disponibles	4
1.6 Actividades productivas.....	5
1.7 Análisis de la problemática.....	5
MARCO TEÓRICO	8
1.8 Origen y evolución del estudio de tiempos y movimientos.....	8
1.9 Importancia del estudio de tiempos y movimientos en líneas productivas	8
1.10 Fundamento del diseño muestral en ausencia de antecedentes	9
1.11 Método de evaluación del desempeño: Westinghouse.....	9
1.12 Importancia de la estructuración previa al cronometraje	10
1.13 Herramientas aplicadas	11
1.13.1 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP).....	11
1.13.2 Observación estructurada	11
1.14 Parámetros estadísticos y fórmulas aplicadas	11

5.7.1	Tiempo Promedio.....	12
1.14.2	Desviación Estándar (s).....	12
1.14.3	Coeficiente de Variación (CV%).....	12
1.14.4	Tiempo Normal (TN).....	13
1.14.5	Suplementos.....	13
1.14.6	Tiempo Estándar (TE).	13
1.15	Visualización de resultados y gráficos aplicados.....	14
METODOLOGÍA.....		15
1.16	Análisis estructural inicial del área productiva (nivel empresarial)	15
1.17	Descripción general de equipos y herramientas.....	16
1.18	Revisión del flujo del proceso y diagrama de operaciones del proceso (DOP)....	16
1.19	Observación estructurada del proceso	16
1.20	Definición y delimitación de subprocessos.....	17
1.21	Recolección de datos mediante estudios de tiempos.....	17
1.22	Evaluación del desempeño del operario	18
1.23	Análisis estadístico y determinación de tiempos estándar	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		19
1.24	Resultados generales de la estructuración del proceso productivo	19
1.25	Resultados de la descomposición y análisis de procesos.....	26
1.26	Ejemplo aplicado: Proceso de Rebanado	27
1.26.1	Antecedentes y elaboración del Diagrama de Operaciones del Proceso	27
1.26.2	Toma de tiempos y aplicación del método Westinghouse	30

1.27	Procedimiento de registro.....	32
1.27.1	Pasos aplicados en el área deli:	32
1.28	Resultados estadísticos de los procesos del área	33
1.28.1	Ejemplo interpretativo del análisis estadístico: Proceso de Rebanado	34
1.29	Beneficios del análisis estadístico aplicado	36
1.30	Análisis integrado de resultados estadísticos por proceso	37
1.30.1	Análisis de Gráfico de Pareto.....	37
1.30.2	Análisis Comparativo de los Tiempos Estándar Promedio por Proceso.....	38
1.30.3	Análisis del Coeficiente de Variación (CV%) por Proceso.....	39
1.31	Discusión general.....	40
1.32	Evaluación de movimientos.....	41
	CONCLUSIONES.....	43
	RECOMENDACIONES	44
	BIBLIOGRAFÍA	45
	ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1.	Ubicación geográfica de la planta DIACO en San Marcos, San Salvador.	3
Figura 2.	Diagrama de Causa y efecto de la situación inicial del área productiva	6
Figura 3.	Organigrama comparativo del departamento de alimentos antes (A) y después (B) de la reestructuración.	24

Figura 4. Flujo del arranque de producción antes (A) y después (B) de la reestructuración logística.....	25
Figura 5. Comparativo de la gestión de mantenimiento antes (A) y después (B) de la reestructuración.	25
Figura 6. Ejemplificación de esquema visual del proceso de rebanado	27
Figura 7. Diagrama de Operaciones / Rebanados.....	29
Figura 8. Distribución del Tiempo Estándar (Ts) por subproceso	38
Figura 9. Comparativo de Tiempo Estándar promedio por proceso.....	39
Figura 10. Comparativo del Coeficiente de Variación (CV%) por Proceso.....	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción general de los puestos de trabajo en el área DELI.....	19
Cuadro 2. Descripción general de equipos y herramientas en el área Deli.....	21
Cuadro 3. Referencia del método Westinghouse Electric Company	30
Cuadro 4. Cuadro de suplementos aplicados.....	31
Cuadro 5. Datos Estadísticos Rebanados	34
Cuadro 6. Comparativo de subprocesos DIACO 2025.....	35

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo A- 1. Diagrama de Operaciones/Rallado.....	47
Anexo A- 2. Diagrama de Operaciones / Pulverizados	48
Anexo A- 3. Diagrama de Operaciones / Cubos.....	49
Anexo A- 4. Diagrama de Operaciones / Crumbled.....	50
Anexo A- 5. Diagrama de Operaciones / Embutidos	51

Anexo A- 6. Diagrama de Operaciones / Porción	52
Anexo A- 7. Diagrama de Operaciones / Porción	53
Anexo A- 8. Muestras tomadas en el proceso de rebanado.....	54
Anexo A- 9. Muestras tomadas en el proceso de Porcionado.....	55
Anexo A- 10. Muestras tomadas en el proceso de Palito de Cangrejo.....	57
Anexo A- 11. Datos estadísticos Palito de Cangrejo	58
Anexo A- 12. Datos Estadísticos Porciones	59
Anexo A- 13. Datos Estadísticos Rebanado.....	1

INTRODUCCIÓN

El estudio de métodos y la medición del trabajo constituyen herramientas fundamentales dentro de la ingeniería industrial, orientadas a analizar y mejorar la eficiencia de los procesos productivos mediante la optimización de actividades y la estandarización de tiempos. Estas metodologías permiten identificar operaciones que no agregan valor, reducir desperdicios y establecer bases técnicas para la planificación y el control de la producción (Barnes, 2000; Niebel & Freivalds, 2009).

La medición de tiempos, particularmente mediante técnicas de cronometraje, facilita la determinación del tiempo requerido para ejecutar una tarea bajo condiciones específicas, contribuyendo al establecimiento de tiempos estándar y al análisis del desempeño operativo. El método de valoración Westinghouse permite ajustar los tiempos observados considerando factores como habilidad, esfuerzo y condiciones de trabajo, mejorando la confiabilidad de los resultados obtenidos (Maynard, 1993; Westinghouse Electric Corporation, 1977).

La aplicación de estudios de tiempos y movimientos en entornos productivos permite generar información objetiva para la toma de decisiones, identificar oportunidades de mejora y aumentar la eficiencia organizacional mediante el uso adecuado de recursos humanos y materiales (INTI, 2013; Rojas, 2018).

El estudio reafirma la importancia de aplicar herramientas de ingeniería de métodos en entornos donde la adición de valor depende del trabajo manual y la coordinación operativa, demostrando su utilidad para incrementar la productividad, estandarizar procedimientos y fortalecer la gestión agroindustrial.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Ejecutar un estudio de tiempo y movimiento en línea productiva de quesos de la Distribuidora de Alimentos Congelados-DIACO: Estrategias para potenciar la eficiencia productiva y optimización de los recursos.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar y caracterizar las actividades principales que conforman los procesos operativos en la línea de producción de quesos, definiendo micro estándares por puesto de trabajo y subproceso.
- Medir y analizar los tiempos de ejecución mediante técnicas de cronometraje directo, determinando promedios, desviaciones estándar, tiempos estándar y coeficientes de variación para cada subproceso.
- Proponer acciones de mejora a partir del análisis de resultados, orientadas a la redistribución de cargas laborales, reducción de tiempos improductivos y mejora continua del desempeño operativo.

INFORMACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

3.1 Datos generales

La pasantía de práctica profesional se llevó a cabo en la empresa Distribuidora de Alimentos Congelados S.A. de C.V. (DIACO), una industria salvadoreña del sector alimentario dedicada a la producción, procesamiento, importación y distribución de alimentos y bebidas. La sede operativa se encuentra ubicada en Km 4 ¼, carretera antigua a San Marcos, Colonia Las Delicias #250, San Marcos, San Salvador (Figura 1), desde donde se coordinan tanto las operaciones industriales como la gestión administrativa y logística de la empresa.

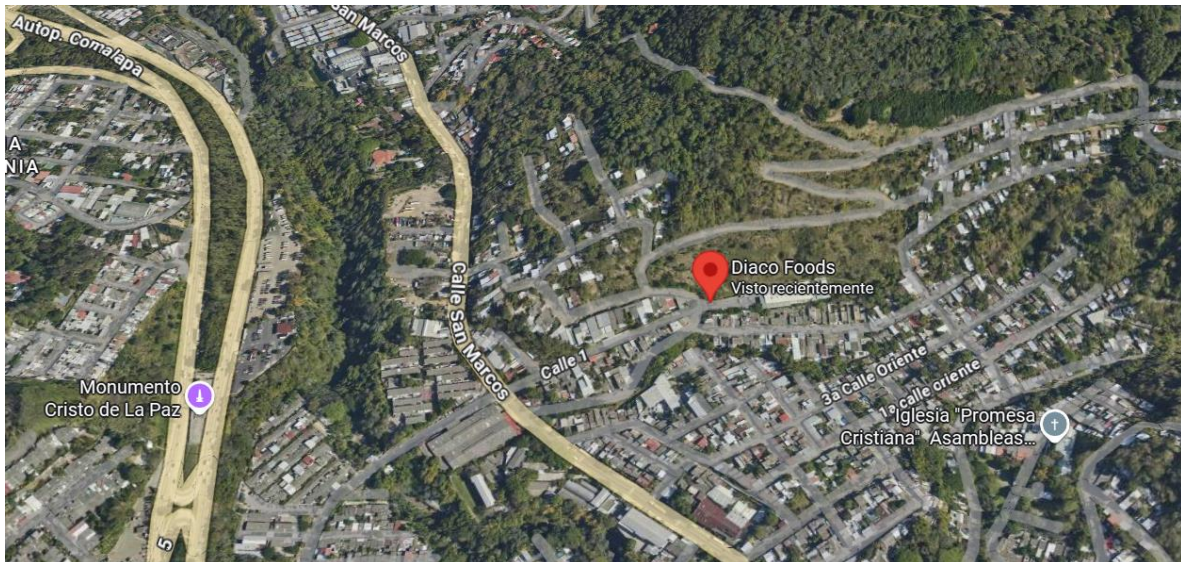


Figura 1.Ubicación geográfica de la planta DIACO en San Marcos, San Salvador.

DIACO mantiene una estructura organizativa compuesta por diferentes áreas estratégicas, entre las que destacan: producción, aseguramiento de la calidad, logística, comercialización, compras y desarrollo. Esta estructura ha permitido a la empresa posicionarse como uno de los principales referentes en productos alimenticios de valor agregado en el país.

3.2 Antecedentes de la empresa

Desde su consolidación en el mercado salvadoreño, DIACO ha apostado por la innovación, el servicio especializado y la calidad como ejes fundamentales de su operación. Bajo esta visión, ha desarrollado un portafolio de marcas comerciales sólidas, entre las cuales destacan J&E, orientada a la comercialización de quesos, carnes y mariscos, y Dr. Juice, especializada en bebidas naturales.

Las líneas de productos J&E se distinguen por estar dirigidas a un segmento premium del mercado nacional, con productos importados a los que se les añade valor mediante procesos de transformación secundaria. En cambio, la marca Dr. Juice se caracteriza por la elaboración de bebidas a partir de materias primas frescas, lo cual la ubica dentro del ámbito de procesos primarios de producción.

3.3 Recursos disponibles

DIACO desarrolla sus operaciones sobre una plataforma industrial equipada para garantizar la eficiencia, seguridad e inocuidad en el manejo de alimentos. Sus instalaciones incluyen áreas productivas especializadas, cuartos de refrigeración y congelación, laboratorio de control de calidad, zonas de despacho y oficinas administrativas integradas.

En cuanto a capacidades técnicas, la empresa dispone de tecnología adaptada a los distintos procesos según la línea de negocio. Para la línea de alimentos, se cuenta con recursos diseñados para el procesamiento secundario de productos importados, bajo condiciones controladas y con especificaciones comerciales definidas. La línea de bebidas, por su parte, opera con equipos orientados al procesamiento primario de frutas y líquidos, incluyendo fases como pasteurización, extracción, homogenización y embotellado.

A nivel de recurso humano, DIACO está conformada por equipos multidisciplinarios distribuidos entre producción, calidad, logística, mantenimiento, ventas y administración. Esta estructura organizacional permite asegurar una operación continua, con personal

capacitado tanto en labores manuales especializadas como en supervisión técnica y gestión de procesos.

3.4 Actividades productivas

En cuanto a su estructura operativa, DIACO distingue entre procesos primarios y procesos secundarios, dependiendo del tipo de línea productiva. En el caso de la línea de bebidas (Dr. Juice), se desarrollan procesos primarios de producción, dado que las bebidas se elaboran desde la transformación inicial de materias primas naturales. En contraste, la línea de alimentos (J&E) que incluye productos cárnicos y quesos se fundamenta en procesos secundarios, ya que se trabaja con productos importados a los que se les agrega valor mediante tareas como rebanado, porcionado, empacado y etiquetado.

La empresa atiende tanto al canal retail (supermercados de alto renombre a nivel nacional) como al canal food service (hoteles, restaurantes y distribuidores especializados), lo que le exige mantener altos estándares de calidad, inocuidad y eficiencia en todos sus procesos.

3.5 Análisis de la problemática

El área productiva evaluada presentaba una alta dependencia de operaciones manuales, desarrolladas sin tiempos estándar formalmente definidos ni registros históricos sistematizados que permitieran evaluar su desempeño real. Esta condición dificultada la medición objetiva de la eficiencia operativa, la identificación de cuellos de botella y la toma de decisiones basada en información cuantitativa confiable. Este fenómeno muy documentado en estudios de trabajo afecta la observación objetiva y contamina los cronometrajes, porque el desempeño observado ya no corresponde al método estándar sino a una contingencia operativa (Niebel & Freivalds, 2014).

La ausencia de estudios de tiempos y movimientos documentados generaban una ejecución variable de los subprocesos, dependencia del criterio del operario y limitaciones en la planificación de la producción, asignación de recursos y estimación de la capacidad real de

la línea. Asimismo, no se contaba con herramientas técnicas que permitieran analizar las causas raíz de las ineficiencias observadas ni evaluar de manera estructurada el impacto de posibles mejoras.

Con el fin de comprender de manera integral la situación inicial del área, se elaboró un diagrama de causa y efecto (ver Figura 2), el cual permitió identificar, clasificar y visualizar los factores que influían negativamente en el desempeño del proceso antes de la aplicación del estudio. Este análisis evidenció causas asociadas principalmente a métodos de trabajo no estandarizados, variabilidad en la ejecución de los subprocesos, dependencia del factor humano, ausencia de mediciones formales, deficiencias en la planificación operativa y limitaciones en el control de procesos.

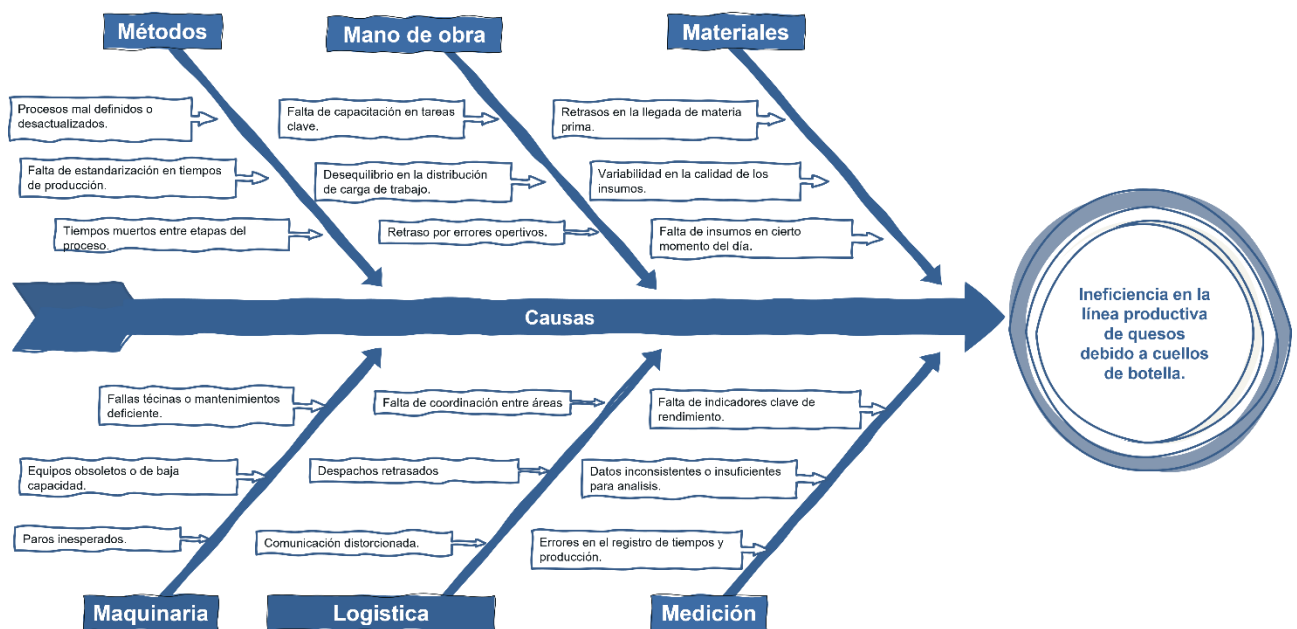


Figura 2. Diagrama de Causa y efecto de la situación inicial del área productiva

La aplicación del diagrama de causa y efecto constituyó una herramienta diagnóstica clave para orientar el enfoque del estudio de tiempo, permitiendo priorizar los subprocesos con mayor carga operativa y variabilidad. La metodología de ingeniería de métodos indica que no se deben fijar estándares ni cronometrar para fines de referencia mientras el sistema no

alcance una condición controlada y repetible; primero se estabiliza el método y el entorno, luego se mide el desempeño normal (Barnes, 1980; Salvendy, 2001; Niebel & Freivalds, 2014). Bajo esas premisas, cualquier cronometraje previo habría descrito más las deficiencias del sistema que el tiempo propio del proceso.

De esta manera, el análisis no solo justificó técnicamente la necesidad de implementar metodologías de medición y análisis de procesos, sino que también estableció una base estructurada que respalda el desarrollo del estudio como un antecedente técnico y metodológico para futuras investigaciones orientadas a la mejora continua, estandarización operativa y optimización de líneas productivas con alta intervención manual.

MARCO TEÓRICO

4.1 Origen y evolución del estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos tiene sus raíces en la Revolución Industrial, momento en que la eficiencia comenzó a valorarse como elemento clave en los procesos de producción. Sin embargo, fue a principios del siglo XX que este enfoque tomó forma científica gracias a los trabajos de Frederick W. Taylor y Frank y Lillian Gilbreth.

Taylor (1911), considerado el padre de la administración científica, introdujo el concepto de "estudio de tiempos", con el objetivo de encontrar el mejor método de trabajo y eliminar el desperdicio de tiempo. Por su parte, los Gilbreth se centraron en el "estudio de movimientos", desarrollando los therbligs, una serie de 17 movimientos básicos que permitían analizar la actividad humana con mayor precisión (Barnes, 1997).

Con el tiempo, ambos enfoques se integraron bajo la denominación de estudio de tiempos y movimientos, convirtiéndose en una herramienta esencial en la ingeniería industrial y en disciplinas relacionadas con la productividad y la mejora continua (Niebel & Freivalds, 2009).

4.2 Importancia del estudio de tiempos y movimientos en líneas productivas

Este tipo de estudios permite cuantificar el desempeño real, detectar cuellos de botella, estandarizar procesos y mejorar la planificación y la productividad (Salvendy, 2012). Su aplicación es crucial en industrias alimentarias manuales, donde cada segundo por ciclo tiene un impacto acumulativo. También facilita una asignación equitativa de tareas (Barnes, 1997; Niebel & Freivalds, 2009).

4.3 Fundamento del diseño muestral en ausencia de antecedentes

En estudios de tiempos, la definición del tamaño muestral depende de la precisión deseada, del nivel de confianza y de la variabilidad esperada en los datos. Sin embargo, cuando no se dispone de registros históricos ni estudios previos en la línea productiva, como fue el caso en la planta de quesos de DIACO, se opta por un enfoque práctico basado en literatura clásica (Barnes, 1997; Niebel & Freivalds, 2009), que recomienda recolectar un mínimo de 30 observaciones por subproceso para obtener una base estadísticamente representativa. Esta cantidad permite aplicar con solidez estimaciones como media, desviación estándar y coeficiente de variación, y calcular tiempos estándar confiables sin subestimar la dispersión natural del proceso.

Además, se priorizó la medición en tareas claramente repetitivas y con deficiencias observadas, como rebanado, embolsado o etiquetado manual, siguiendo los criterios de selección recomendados: repetitividad, homogeneidad, duración razonable, y posibilidad de cronometraje sin interrupciones (Salvendy, 2012).

4.4 Método de evaluación del desempeño: Westinghouse

Para obtener el tiempo normal (TN) a partir del tiempo promedio observado (\bar{x}) es necesario ajustar por el desempeño del trabajador mediante un factor de rendimiento. En este estudio se aplicó el método Westinghouse, uno de los más detallados y recomendados por la literatura técnica (Barnes, 1997; Niebel & Freivalds, 2009). Este método califica el rendimiento según cuatro factores:

- **Habilidad (Skill):** destreza técnica del operario.
- **Esfuerzo (Effort):** grado de intensidad y ritmo aplicado.
- **Condiciones (Conditions):** entorno físico que afecta la tarea.
- **Consistencia (Consistency):** estabilidad del ritmo durante el ciclo.

Cada factor se evalúa con una escala que puede ir desde -3 (muy deficiente) hasta +3 (excelente), y se convierte a un porcentaje de ajuste (p. ej., +10%, -5%). La suma de estos ajustes genera el factor de desempeño global, que se aplica así:

$$T_N = \bar{x} \times (1 + F_d)$$

El método Westinghouse es ampliamente valorado por su enfoque cualitativo–cuantitativo, permitiendo observar condiciones reales del piso sin depender únicamente del cronómetro (Niebel & Freivalds, 2009).

4.5 Importancia de la estructuración previa al cronometraje

Una condición indispensable para obtener mediciones confiables es garantizar que el método esté estandarizado antes de iniciar el cronometraje. Como afirman Juran & Godfrey (1999), toda medición debe realizarse sobre un método definido, repetible y estable. La falta de estandarización puede inducir errores graves, tanto en la toma como en la interpretación de tiempos.

Las consideraciones clave tomadas en este estudio antes de medir fueron:

- Definir el método preferido (secuencia correcta de trabajo).
- Segregar tareas por operario, para evitar duplicidad de funciones.
- Estabilizar las condiciones (equipos listos, insumos completos).
- Realizar corridas piloto y validarlas con los operarios.
- Documentar los inicios y fines de cada ciclo por subproceso.
- Supervisar con el mismo observador cada bloque de medición, para asegurar consistencia en la evaluación del desempeño.

Estas acciones garantizaron que los datos recolectados reflejaran tiempos estables y auditables, alineados con la realidad operativa de DIACO.

4.6 Herramientas aplicadas

4.6.1 Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)

El Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) es una herramienta gráfica que representa el flujo de actividades de un proceso, diferenciando claramente las operaciones principales (círculo) de las inspecciones (cuadrado) (Barnes, 1997). Permite:

- Visualizar la secuencia lógica del proceso.
- Identificar duplicaciones, retrabajos y mudas.
- Servir de guía para análisis posteriores, como el estudio de tiempos.

En este proyecto, el DOP se utilizó para documentar todos los puntos clave del proceso desde el ingreso del insumo hasta el empaque final, permitiendo focalizar los subprocessos de mayor frecuencia.

4.6.2 Observación estructurada

La observación estructurada es una técnica cualitativa que permite detectar deficiencias, inconsistencias y oportunidades antes de la toma de datos. A diferencia de una observación libre, la estructurada sigue un formato definido (Salvendy, 2012), en el que el observador:

- Registra eventos con un formato uniforme (p. ej., minuta de tareas).
- Clasifica tipos de movimientos (útiles, innecesarios, repetitivos).
- Anota factores contextuales (condiciones, interferencias, cambios de ritmo).

Este enfoque ayudó a identificar cuellos de botella en tareas como el etiquetado manual o la colocación de separadores plásticos, que, aunque visualmente simples, representaban retardos significativos. Estas tareas fueron priorizadas en la fase de medición.

4.7 Parámetros estadísticos y fórmulas aplicadas

En un estudio de tiempos, los parámetros estadísticos permiten transformar observaciones individuales en indicadores de control y decisión. Proveen una base cuantitativa para

detectar variabilidad, comparar procesos y calcular tiempos estándar confiables. A continuación, se detallan los principales indicadores empleados:

5.7.1 Tiempo Promedio.

Representa el valor medio de los tiempos observados:

$$\bar{x} = (\sum x_i) / n$$

Donde:

- x_i = tiempo individual de cada muestra
- n = número total de observaciones

Permite representar el tiempo típico que toma la operación sin ajustes.

4.7.2 Desviación Estándar (s).

Mide la dispersión de los datos respecto al promedio:

$$s = \sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2) / (n - 1)}$$

Una desviación baja indica proceso estable; alta dispersión puede señalar problemas operativos.

4.7.3 Coeficiente de Variación (CV%).

Permite comparar la dispersión relativa entre subprocessos:

$$CV = (s / \bar{x}) \times 100\%$$

Un CV > 10% indica alta variabilidad; valores < 5% denotan buena estabilidad.

4.7.4 Tiempo Normal (TN).

Es el tiempo ajustado al ritmo del operario:

$$TN = \bar{x} \times (1 + Fd)$$

Donde

- Fd es el factor de desempeño (Westinghouse).

4.7.5 Suplementos.

Los suplementos son incrementos aplicados al tiempo normal para cubrir aspectos que no dependen del trabajador:

- Fatiga física/mental
- Necesidades personales
- Demoras inevitables o técnicas

Según Niebel & Freivalds (2009), se recomienda aplicar los valores de la tabla referencial siguiente:

<i>Tipo de suplemento</i>	<i>Rango típico (%)</i>
<i>Fatiga física ligera</i>	2 – 5
<i>Necesidades personales</i>	4 – 6
<i>Retrasos inevitables</i>	3 – 5
<i>Operaciones difíciles</i>	hasta 10

4.7.6 Tiempo Estándar (TE).

Es el tiempo que incluye suplementos:

$$TE = TN \times (1 + A)$$

Donde:

- TE es el tiempo estándar final,
- A es la suma de los suplementos expresada en decimal (por ejemplo, 0.12 para 12%).

4.8 Visualización de resultados y gráficos aplicados

La representación gráfica de los resultados en un estudio de tiempos no solo permite una comprensión más rápida de los datos, sino que también facilita la toma de decisiones visuales en piso. En este estudio se seleccionaron los siguientes gráficos por su capacidad analítica y claridad visual

- **Gráfico de Pareto:** Permite visualizar la distribución de tiempos por subproceso, ordenando de mayor a menor contribución. Fundamento en el principio 80/20. (Juran & Godfrey, 1999).
- **Gráfico tipo semáforo:** Clasifica visualmente los tiempos estándar por subproceso según rangos (Verde <45 s, Amarillo 45–55 s, Rojo >55 s). (Salvendy, 2012).
- **Gráfico de Coeficiente de Variación (CV%):** Muestra la variabilidad relativa de los subprocesos. (Niebel & Freivalds, 2009).
- **Dashboard estadístico por proceso:** Consolida las métricas clave (tiempo promedio, semáforo, Pareto, CV%) en un solo panel. (Barnes, 1997).
- **Gráfico comparativo consolidado:** Compara visualmente tiempos promedio por proceso para priorizar mejoras globales.

METODOLOGÍA

La metodología aplicada en el presente estudio fue diseñada con un enfoque sistemático, progresivo y replicable, con el objetivo de analizar el desempeño real de los procesos productivos y establecer parámetros técnicos que sirvieran como base para la estandarización operativa y la mejora continua. Su desarrollo se estructuró desde un nivel general, orientado al diagnóstico organizacional del área, hasta un nivel específico de aplicación operativa, permitiendo documentar de manera clara el cómo y el porqué de cada etapa del estudio.

5.1 Análisis estructural inicial del área productiva (nivel empresarial)

Como punto de partida, se realizó un análisis general del área productiva con el apoyo de un diagrama de causa y efecto, el cual permitió identificar de manera estructurada los factores que incidían negativamente en el desempeño del proceso antes de ejecutar el estudio. Este análisis se abordó desde una perspectiva organizacional, considerando aspectos relacionados con métodos de trabajo, mano de obra, medición, planificación y control de procesos.

Según Niebel y Freivalds (2014), los estudios de tiempos requieren condiciones controladas y un flujo continuo para reflejar el comportamiento real de la operación; sin embargo, el diagnóstico evidenció interrupciones constantes, desbalance de tareas, sobrecarga de roles y retrasos en el arranque de la jornada, factores que afectaban la validez de cualquier medición.

Como parte de la estructuración inicial del área productiva a nivel empresarial, se elaboró el cuadro de descripción general de los puestos de trabajo, con el propósito de documentar el estado real en el que se encontraba el área previa a la aplicación del estudio de tiempos

5.2 Descripción general de equipos y herramientas

Como parte de la estructuración inicial del área productiva a nivel empresarial, se elaboró el cuadro de descripción general de equipos y herramienta con el objetivo de analizar el estado técnico y funcional de los recursos utilizados en las operaciones del área DELI antes de la aplicación del estudio de tiempos. Ajustes administrativos y organizacionales previos a la medición

Derivado del análisis de causa y efecto, se implementaron acciones de reorganización a nivel operativo y administrativo, orientadas a reducir la variabilidad externa y garantizar condiciones adecuadas para la ejecución del estudio de tiempos. Estas acciones incluyeron la delimitación del área de trabajo, la definición clara de responsabilidades operativas, la organización del flujo de materiales y la verificación de la disponibilidad de insumos necesarios para la operación.

5.3 Revisión del flujo del proceso y diagrama de operaciones del proceso (DOP)

Una vez establecidas las condiciones iniciales del área, se procedió a la revisión del flujo de proceso y a la elaboración del diagrama de operaciones del proceso (DOP). Esta herramienta permitió identificar la secuencia de actividades, los puntos críticos de la operación y las interacciones entre las distintas etapas del proceso productos.

Esta fase fue fundamentada para comprender la lógica operativa del proceso y detectar oportunidades de mejora preliminares, además de servir como base para la posterior desagregación del proceso en subprocesos medibles.

5.4 Observación estructurada del proceso

Posteriormente, se realizó una observación estructurada en campo, enfocada en la identificación de tareas repetitivas, tiempos improductivos, variabilidad en la ejecución y

posibles cuellos de botella. La observación permitió contrastar el flujo teórico del proceso con su ejecución real, evidenciando diferencia entre el método establecido y la práctica operativa.

La observación estructurada fue clave para seleccionar el proceso de rebanado como caso ejemplificativo del estudio, debido a su alta carga manual y a su representatividad dentro del área productiva.

5.5 Definición y delimitación de subprocesos

Con base en la información obtenida en las etapas anteriores, el proceso de rebanado fue desagregado en subprocesos, agrupando las actividades operativas en unidades funcionales con límites claramente definidos. Esta descomposición permitió identificar con precisión el inicio y fin de cada subproceso, facilitando una medición más exacta y un análisis detallado del desempeño individual de cada etapa.

La correcta definición de subprocesos es de vital importancia, ya que constituye la base para la obtención de datos confiables y para la identificación de aquellas actividades con mayor impacto en el tiempo total del proceso.

5.6 Recolección de datos mediante estudios de tiempos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante cronometraje manual utilizando la técnica de vuelta a cero, registrando múltiples observaciones por cada subproceso definido. Esta técnica permitió capturar la variabilidad natural de las operaciones manuales y obtener una muestra representativa del desempeño real del proceso.

Durante esta etapa, se procuró mantener condiciones operativas constantes, evitando interrupciones o cambios en el método de trabajo que pudieran afectar la consistencia de los registros.

5.7 Evaluación del desempeño del operario

Paralelamente a la medición de tiempos, se realizó la evaluación del desempeño del operario aplicando el método Westinghouse, considerando factores de habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia. Esta evaluación permitió ajustar los tiempos observados y obtener tiempos normales que reflejan un ritmo de trabajo estándar

La inclusión de esta etapa es fundamental para evitar sesgos asociados al desempeño individual y asegurar que los resultados del estudio sean técnicamente válidos y comparables.

5.8 Análisis estadístico y determinación de tiempos estándar

Finalmente, los datos recolectados fueron sometidos a un análisis estadístico que incluyó el cálculo de promedios, desviación estándar, coeficiente de variación, tiempo normal y tiempo estándar. Este análisis permitió evaluar la estabilidad del proceso, identificar subprocesos con alta variabilidad y establecer parámetros técnicos para la estandarización operativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados en este capítulo son consecuencia directa de la aplicación sistemática de la metodología descrita en el capítulo anterior. Cada resultado obtenido se sustenta en una estructuración previa del área productiva, la delimitación formal de procesos y subprocesos mediante Diagramas de Operaciones del Proceso (DOP), la toma de tiempo bajo condiciones controladas y la aplicación del método de calificación Westinghouse. Posteriormente, los datos fueron sometidos a análisis estadístico con el fin de evaluar la variabilidad, estabilidad y desempeño operativo de cada subproceso, garantizando la coherencia técnica entre el diseño metodológico y la interpretación de los resultados.

6.1 Resultados generales de la estructuración del proceso productivo

Como resultado de la fase de estructuración inicial del área productiva a nivel empresarial, se logró establecer una base metodológica homogénea para la ejecución del estudio de tiempos y movimientos en los distintos procesos que conforman la línea de producción evaluada (ver cuadro 1). Este levantamiento permitió identificar las funciones desempeñadas por cada integrante del área, su nivel de experiencia, así como las principales fortalezas y oportunidades de mejora asociadas a cada puesto.

Cuadro 1. Descripción general de los puestos de trabajo en el área DELI

Puesto	Experiencia	Funciones	Fortalezas	Oportunidades de mejora
Operario A (Experto)	10 años	Rebanado y porcionado	Alta precisión y dominio técnico; buen desempeño bajo presión;	Ritmo variable según supervisión; movimientos innecesarios; pausas

			compromiso con inocuidad	prolongadas; barreras de comunicación (condición auditiva y del habla)
Operario B (Intermedio)	2 años	Rebanado; porcionado para rallado; carga/descarga; traslado de producto final	Iniciativa; enfoque a metas; soporte constante al supervisor	Comunicación limitada; desorganización por apresuramiento; ritmo dependiente del resto del equipo
	2 meses	Empacado, sellado, pesado, etiquetado	Disposición a colaborar; apertura a indicaciones	Bajo dominio técnico; lentitud; dificultades de comprensión; percepción del equipo de que provoca atrasos
Supervisor	1 año	Calidad e inocuidad; planificación operativa; cierre de órdenes; apoyo en campo	Compromiso; resolución en presión; conocimiento técnico	Sobrecarga operativa que desplaza funciones de supervisión; fatiga; comunicación limitada por exceso de tareas
Coordinador	6 meses	Plan de producción;	Accesible; servicio y	Conocimiento incompleto del

gestión de insumos; coordinación general	apertura al diálogo	área; programas con inconsistencias; alta dependencia del supervisor; baja proactividad para cerrar brechas
---	------------------------	--

El análisis de los puestos de trabajo proporcionó una visión diagnóstica del funcionamiento operativo del área, evidenciando diferencias en el dominio técnico, variabilidad en la ejecución de tareas y oportunidades de mejora relacionadas con el ritmo de trabajo, la comunicación y la organización de las actividades. Esta información fundamental para comprender cómo el factor humano influía en el desempeño del proceso y para contextualizar posteriormente los resultados del estudio de tiempos.

Asimismo, el cuadro permitió establecer una base de referencia organizacional que facilitó la identificación de condiciones iniciales del área, sirviendo como apoyo para la toma de decisiones en la definición de subprocesos, la observación estructurada y la interpretación de los resultados obtenidos.

Este análisis permitió identificar no solo la disponibilidad de los equipos, sino también su condición operativa, nivel de utilización y principales limitaciones que incidía en el desempeño del proceso (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción general de equipos y herramientas en el área Deli

Equipo / Herramienta	Cantidad	Uso principal	Estado	Observaciones relevantes
Rebanadoras industriales	2	Cortes delgados y uniformes	Uso constante, con deficiencias	Perilla dura; sin mantenimiento preventivo

Básculas digitales	3 (2 pequeñas, 1 grande)	Pesaje de porciones	En funcionamiento	Las pequeñas se retrasan cuando se usan en simultáneo
Selladora de pedal (manual)	1	Sellado sin vacío	Fallas frecuentes	Área de sellado pequeña; requiere doble acción en empaques grandes
Ralladora semi-industrial	1	Rallado de producto	Óptima	Equipo nuevo; sin ruidos
Guillotina manual	1	Porcionado de queso	Única unidad	Dependencia de operario; limita productividad
Cortadora de cubos manual	1	Corte a medida estándar	Única unidad	Dependencia de operario; limita productividad
Pulverizadora semi-industrial	1	Reducción a polvo	Deficiente	Se sobrecalienta; requiere asistencia técnica externa
Cuchillos y medialunas	Varios	Corte, porcionado, desempaque	Buen estado	Afilado interno por operarios
Selladoras al vacío	2 (1 doble campana, 1 automática)	Sellado al vacío	Inestables	Doble campana: esfuerzo físico y fugas; sencilla: funcional pero antigua (ruido continuo)

Detector de metales	1	Control de cuerpos extraños	Fallas frecuentes	Sin técnico ni mantenimiento preventivo
Mesas de acero inoxidable	4 (2 medianas, 1 grande, 1 pequeña)	Soporte de operaciones	Buen estado	Distribuidas por zonas (rebanado, rallado, pulverizado)
Javas de proceso y de terminado	9 (4 proceso, 5 terminado)	Traslado de producto	Saturación en picos	Falta de espacio; requiere sellado continuo

La información recopilada evidenció la existencia de equipos con uso constante y deficiencias asociadas a mantenimiento, limitaciones de capacidad, dependencia directa del operario y fallas recurrentes en determinadas etapas del proceso. Estos factores considerados como elementos influyentes en la variabilidad de los tiempos y en la productividad del área, aportando una visión integral del entorno técnico en el desarrollo de las operaciones.

Puntos aplicados para mejora:

- La eliminación del puesto de coordinador y la definición clara de funciones entre gerente, supervisor y operarios corrigieron la duplicidad de tareas y agilizaron la comunicación. Este cambio fortaleció el rol del supervisor como enlace directo entre la gerencia y la operación, reduciendo tiempos de decisión y aumentando la coherencia organizativa. Como señalan Salvendy (2001) y Barnes (1980), la claridad jerárquica y la estandarización de responsabilidades son condiciones necesarias para mantener la estabilidad operativa y reducir el desperdicio administrativo (ver Figura 3).

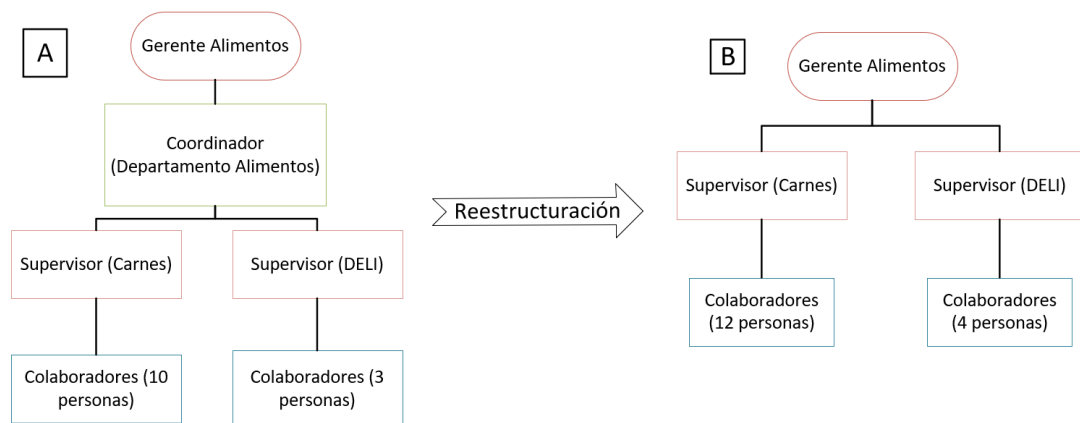


Figura 3. Organigrama comparativo del departamento de alimentos antes (A) y después (B) de la reestructuración.

- La incorporación de un operario adicional en la línea de producción permitió equilibrar la carga entre rebanado y empaque, eliminando los cuellos de botella detectados en el diagnóstico inicial. Paralelamente, se implementó un plan de capacitación transversal que promovió la polivalencia de los trabajadores. Este enfoque redujo la dependencia de perfiles únicos y mejoró la continuidad de las operaciones, tal como destacan Niebel y Freivalds (2014), quienes asocian la formación técnica con una menor variabilidad en el desempeño y una mayor estabilidad en los tiempos estándar.
- El rediseño del sistema de abastecimiento fue clave para minimizar los retrasos en el inicio de la jornada (ver Figura 4). Se implementó un procedimiento de preparación anticipada de materia prima e insumos secos, de modo que todos los materiales estuvieran listos antes del arranque de producción. De acuerdo con la OIT (2000), la planificación logística previa es un factor determinante para el aprovechamiento del tiempo productivo y la disminución de fatiga laboral

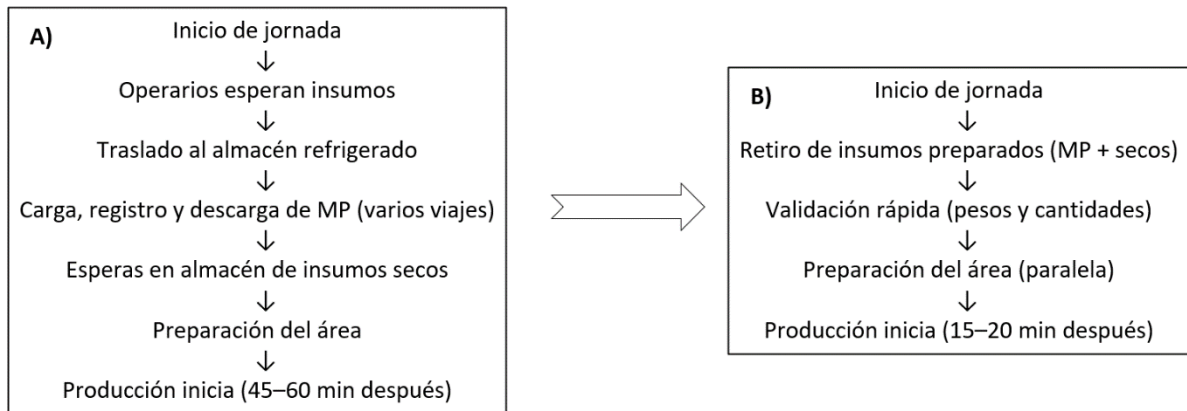


Figura 4. Flujo del arranque de producción antes (A) y después (B) de la reestructuración logística

- Finalmente, la asignación de técnicos exclusivos al área de alimentos (ver figura 5) permitió reducir los tiempos de respuesta ante fallas y asegurar la disponibilidad continua de equipos críticos como rebanadoras, selladoras y básculas. Este cambio eliminó los paros no programados y fortaleció la confiabilidad de la línea, cumpliendo el principio de mantenimiento preventivo descrito por Salvendy (2001).

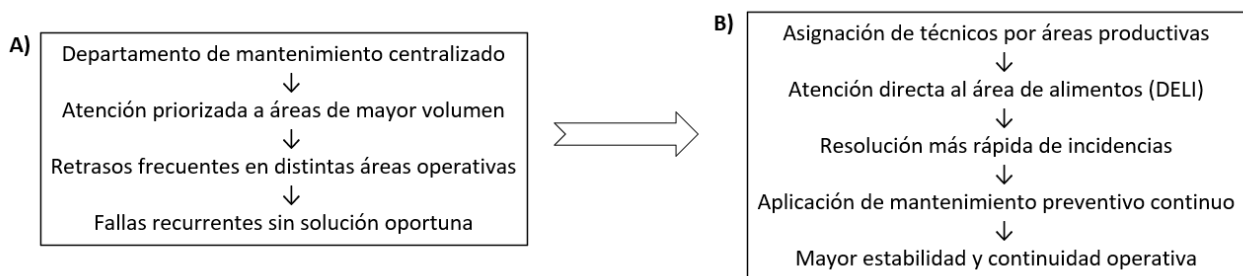


Figura 5. Comparativo de la gestión de mantenimiento antes (A) y después (B) de la reestructuración.

La importancia de esta etapa radica en que permitió establecer un entorno estable y repetible, evitando que factores ajenos al método de trabajo influyeran en los resultados del estudio. De esta manera, la medición se realizó sobre un proceso controlado, lo que fortalece la validez y confiabilidad de los datos obtenidos.

Esta estructuración incluyó la descripción general de puestos de trabajo, la identificación y caracterización de equipos y herramientas, así como la delimitación clara de los procesos y subprocesos operativos.

La correcta definición de estos elementos permitió estandarizar las condiciones de observación, minimizar sesgos durante la toma de tiempos y asegurar la comparabilidad de los resultados entre procesos de rebanado, porcionado y palito de cangrejo. Asimismo, facilitó la identificación de actividades críticas, cuellos de botella y variabilidad operativa asociada tanto el factor humano como al uso de equipos.

6.2 Resultados de la descomposición y análisis de procesos

A partir de la estructuración inicial, cada proceso productivo fue desglosado mediante la elaboración del Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP), herramienta que permitió visualizar de manera secuencial las operaciones, inspecciones y puntos de decisiones involucrados. Este desglose fue fundamental para delimitar los subprocesos repetitivos susceptibles de medición y análisis estadístico.

Según Salvendy (2001), dividir el trabajo en elementos básicos constituye un principio esencial en los estudios de tiempos, ya que permite aislar actividades críticas y obtener mediciones más representativas. De igual manera, Meyers y Stewart (2001) destacan que la correcta descomposición de las operaciones favorece la detección de ineficiencias ocultas y el diseño de mejoras específicas en la línea productiva.

Aunque el estudio abarcó múltiples procesos, para efectos de ejemplificación metodológica se presenta el desarrollo detallado aplicado al proceso de Rebanado, dado que este evidenció altos niveles de variabilidad y tiempos estándar elevados en comparación con otros procesos de la línea.

6.3 Ejemplo aplicado: Proceso de Rebanado

6.3.1 Antecedentes y elaboración del Diagrama de Operaciones del Proceso

Como antecedente visual, se desarrolló un esquema completo que desglosa todo el proceso de Rebanado de manera secuencial y clara, permitiendo identificar cada operación, inspección y punto de decisión (ver figura 5). Este esquema sirvió como base para la elaboración del Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP), facilitando la detección de subprocesos repetitivos y críticos. La representación visual permitió, además, apoyar la aplicación sistemática del DOP, asegurando que la medición de tiempos y la posterior estandarización de actividades se realizaran de manera precisa y coherente con la metodología establecida.

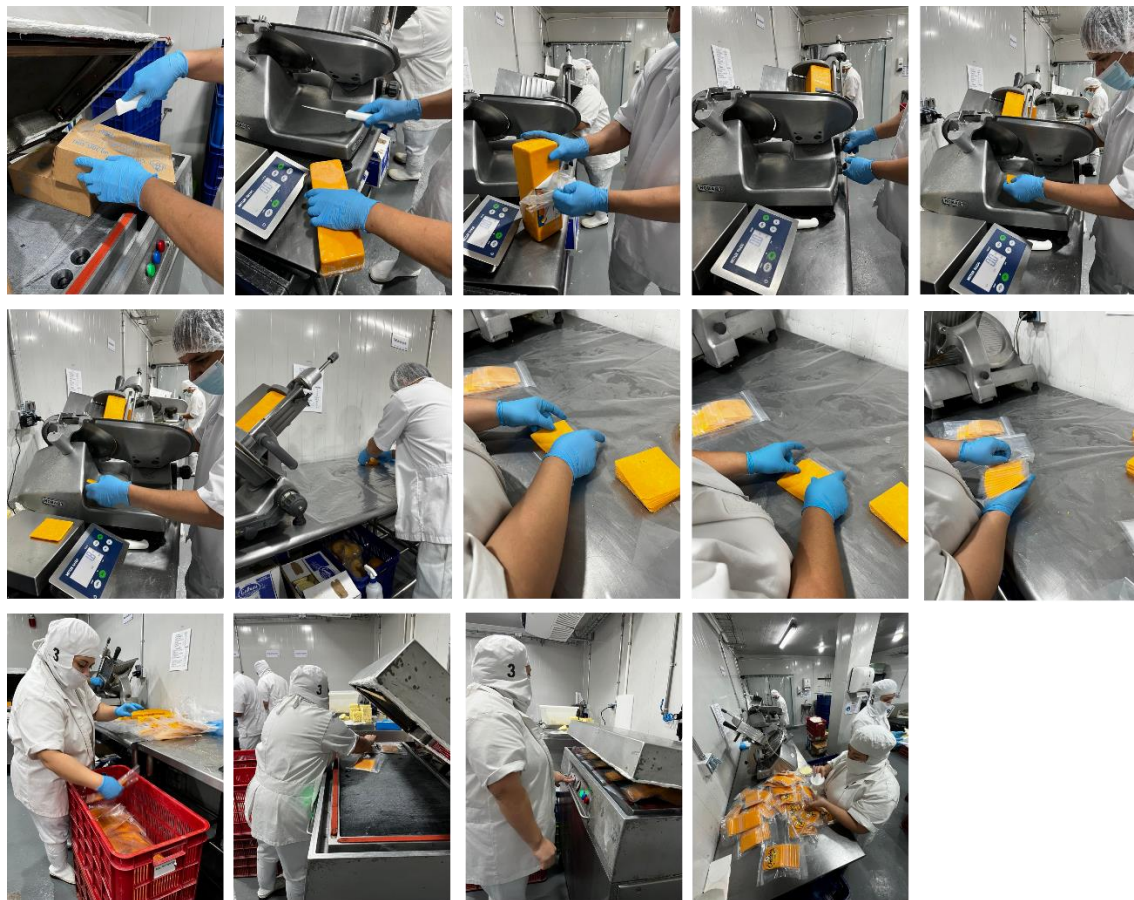


Figura 6. Ejemplificación de esquema visual del proceso de rebanado

El DOP del proceso de Rebanado permitió identificar de forma estructurada las operaciones principales, desde la preparación del producto hasta su sellado y etiquetado (ver figura 7).

A partir de este análisis se delimitaron los siguientes subprocesos:

- Rebanado
- Empaquetado
- Sellado y etiquetado

Esta delimitación evitó la medición de actividades no repetitivas o externas al proceso, garantizando que los tiempos registrados correspondieran exclusivamente a tareas estandarizables. Los Diagramas de Operaciones del Proceso (DOP) utilizados para esta delimitación se incluyen en los anexos A-1 al A-7 del presente estudio, proporcionando una referencia detallada de cada subproceso del área de estudio.

6.3.1 Toma de tiempos y aplicación del método Westinghouse

Para cada proceso se realizaron mediciones cronometradas bajo condiciones normales de operación (ver en Anexo A-8 al anexo A-10). Posteriormente, se aplicó el método de calificación Westinghouse, evaluando de manera sistemática cuatro factores clave: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia del operario. Cada factor fue calificado según la escala estándar del método, tal como se muestra en el cuadro

Cuadro 3. Referencia del método Westinghouse Electric Company

Tipo de operación	Error permitido	Nivel de confianza	N° recomendado de ciclos
Alta repetitividad (baja variación)	+/- 5%	95%	20- 25
Repetitividad moderada	+/- 5%	95%	35- 50
Baja repetitividad (alta variación)	+/- 5%	95%	60- 100+

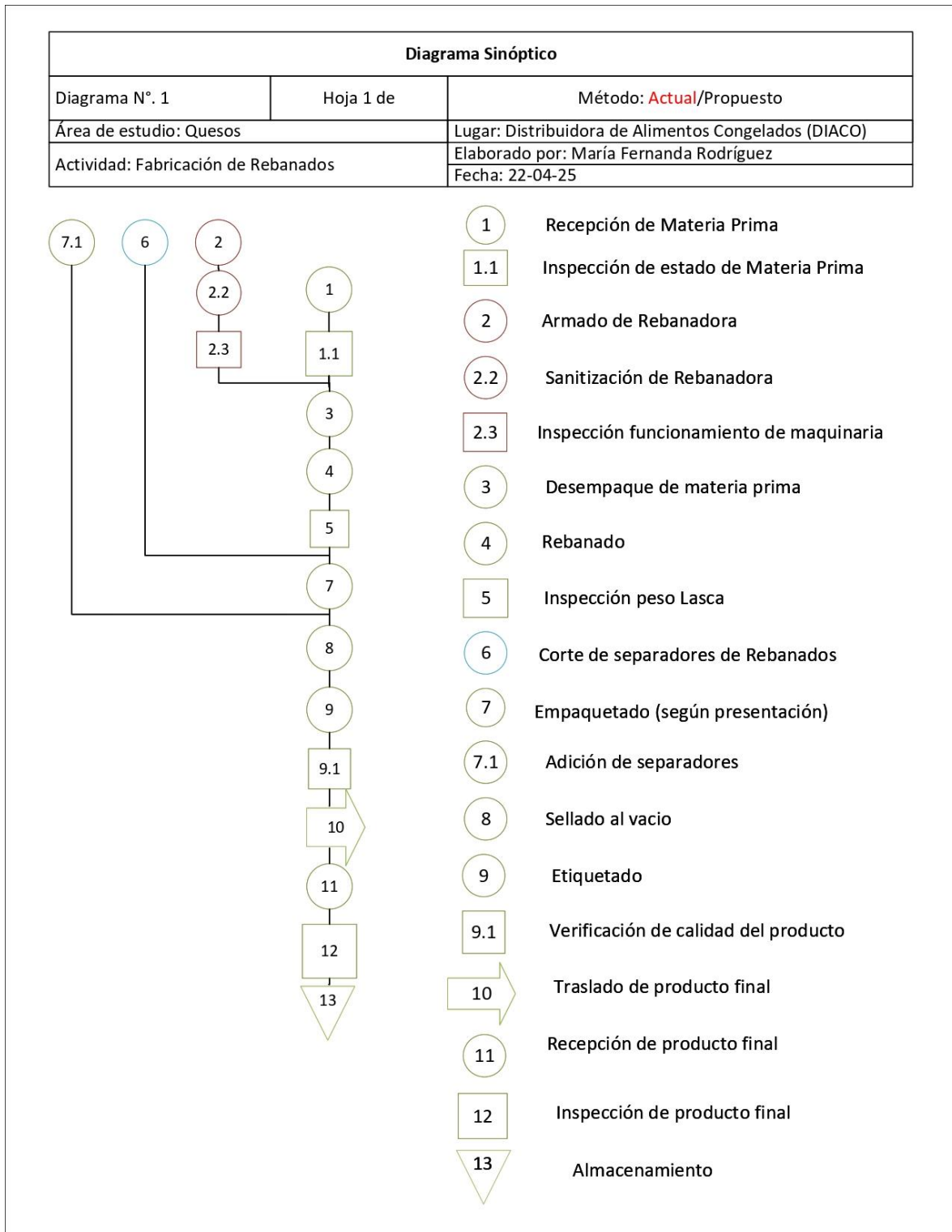


Figura 7. Diagrama de Operaciones / Rebanados

Esta delimitación evitó la medición de actividades no repetitivas o externas al proceso, garantizando que los tiempos registrados correspondieran exclusivamente a tareas estandarizables. Los Diagramas de Operaciones del Proceso (DOP) utilizados para esta delimitación se incluyen en los anexos A-1 al A-7 del presente estudio, proporcionando una referencia detallada de cada subproceso del área de estudio.

6.3.2 Toma de tiempos y aplicación del método Westinghouse

Para cada proceso se realizaron mediciones cronometradas bajo condiciones normales de operación (ver en Anexo A-8 al anexo A-10). Posteriormente, se aplicó el método de calificación Westinghouse, evaluando de manera sistemática cuatro factores clave: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia del operario. Cada factor fue calificado según la escala estándar del método, tal como se muestra en el cuadro

Cuadro 4. Referencia del método Westinghouse Electric Company

Tipo de operación	Error permitido	Nivel de confianza	N° recomendado de ciclos
Alta repetitividad (baja variación)	+/- 5%	95%	20- 25
Repetitividad moderada	+/- 5%	95%	35- 50
Baja repetitividad (alta variación)	+/- 5%	95%	60- 100+

Según Niebel y Freivalds (2014), el método de Westinghouse constituye una referencia clásica en la determinación de tamaños muestrales, especialmente en procesos industriales donde se busca reducir la dispersión de los resultados y garantizar repetibilidad. Asimismo, Barnes (1980) subraya que el número mínimo de observaciones no debe ser inferior a 20 ciclos, pues debajo de este umbral se incrementa el riesgo de obtener tiempos sesgados.

El uso de este método permitió ajustar el tiempo observado (T_o) y obtener el Tiempo Normal (T_n), reflejando un desempeño representativo y técnicamente válido. Posteriormente, se incorporaron los suplementos correspondientes por fatiga, necesidades personales y demoras inevitables, obteniendo así el Tiempo Estándar (T_s). A continuación, se presenta el cuadro de suplementos utilizado, que puede ser citado como referencia para la determinación de tiempos estándar (Ver cuadro 4):

Cuadro 5. Cuadro de suplementos aplicados

Tipo	Condición observada en DIACO	Valor técnico recomendado	Decimal
Fatiga (F)	Trabajo de pie, repetitivo, con manipulación de productos fríos y movimientos cortos.	6%	0.06
Necesidades personales (N)	Condiciones normales, pausas breves cada hora.	5%	0.05
Demoras inevitables (D)	Cambios de empaque, recarga de material, revisión del sellado.	4%	0.04
TOTAL (S)		15%	0.15

Se aplicaron suplementos totales equivalentes al 15% sobre el tiempo normal, determinados a partir de las condiciones observadas en el área de producción. Este valor incluye un 6% por fatiga (debido a la postura prolongada y manipulación de producto frío), un 5% por necesidades personales y un 4% por demoras inevitables relacionadas con recarga de material y ajustes de empaque.

Los valores se definieron conforme a las recomendaciones de Niebel & Freivalds (2009) y Barnes (1980) para trabajos de tipo repetitivo en ambiente controlado.

Este cuadro permite aplicar de manera sistemática los suplementos a los tiempos normales, garantizando la consistencia y replicabilidad del cálculo del Tiempo Estándar.

6.4 Procedimiento de registro

El procedimiento de registro se estructuró en pasos secuenciales, con el objetivo de garantizar uniformidad en la captura de los tiempos y minimizar la variabilidad de los datos.

6.4.1 Pasos aplicados en el área deli:

1. Preparación de hojas estandarizadas, diseñadas para documentar número de ciclo, tiempo observado y observaciones sobre condiciones de trabajo.
2. Uso de cronómetro digital en modalidad vuelta a cero, asegurando precisión y evitando acumulación de errores en la medición.
3. Definición de criterios de inicio y final de cada operación, con el fin de reducir interpretaciones subjetivas durante el registro.
4. Registro inmediato de tiempos y observaciones al finalizar cada ciclo, manteniendo consistencia en la información recolectada.
5. Clasificación de operaciones por tipo de producto (rallados, rebanados, porcionados y mariscos), para reflejar la diversidad de procesos de la línea.}
6. Validación de los registros al cierre de la jornada, verificando la coherencia de los datos y descartando observaciones atípicas.

Este procedimiento permitió obtener información confiable y homogénea, alineada con los principios metodológicos de los estudios de tiempos. De acuerdo con Barnes (1980) y Meyers & Stewart (2001), la estandarización de los registros constituye un requisito indispensable para asegurar consistencia, reproducibilidad y comparabilidad en los análisis posteriores.

6.5 Resultados estadísticos de los procesos del área

Una vez obtenidos los tiempos observados y ajustados mediante el método Westinghouse, se procedió a la aplicación de herramientas estadísticas descriptivas con el objetivo de evaluar el comportamiento real de cada subproceso, su estabilidad operativa y su impacto en la eficiencia global de la línea productiva.

Para cada subproceso se calcularon los siguientes indicadores:

- **Tiempo Promedio (To):** representa el tiempo medio observado durante la ejecución de la tarea, constituyendo la base del análisis.
- **Tiempo Normal (Tn):** obtenido tras aplicar el factor de calificación Westinghouse, ajustando el desempeño del operario a un ritmo estándar.
- **Tiempo Estándar (Ts):** resultado de la incorporación de suplementos por fatiga, necesidades personales y demoras inevitables, reflejando el tiempo real requerido para planificar la producción.
- **Coefficiente de Variación (CV%):** indicador clave para evaluar la dispersión de los datos y la estabilidad del subproceso.

El coeficiente de Variación (CV%) permitió clasificar objetivamente los subprocesos según su comportamiento operativo. Valores elevados de CV% evidencian una alta dispersión entre las mediciones, asociada generalmente a dependencia del factor humano, deficiencias en la estandarización del método de trabajo o limitaciones en equipos y herramientas. Por el contrario, valores bajos indican procesos repetitivos, controlados y con mayor predictibilidad.

Este análisis estadístico no solo permitió cuantificar el desempeño de cada subproceso, sino también establecer criterios técnicos para su priorización dentro de la estrategia de mejora continua (ver anexo A-11 al anexo A-13).

6.5.1 Ejemplo interpretativo del análisis estadístico: Proceso de Rebanado

El análisis estadístico de los subprocesos del Rebanado evidenció los siguientes resultados (ver cuadro 5):

- Los valores de Tiempo Estándar oscilaron entre 47.21 s y 53.44 s, reflejando una carga operativa significativa.
- El Coeficiente de Variación (CV%) se mantuvo por encima de los rangos óptimos establecidos, clasificando estos subprocesos como de alta variabilidad.
- La dispersión observada indica inconsistencias en la ejecución manual, dependencia del ritmo del operario y posibles deficiencias en la estandarización del método de trabajo.

Cuadro 6. Datos Estadísticos Rebanados

	Rebanado	Empaquetado	Sellado/Etiquetado
Promedio (To)	43.22	51.61	48.92
Desviación estándar (σ)	2.69	3.02	3.04
Mínimo	39.46	46.84	43.71
Máximo	48.11	56.38	53.26
Rango	8.65	9.54	9.55
CV%	6.21	5.86	6.21
Tiempo normal (Tn)	41.06	43.86	46.47
Tiempo Estándar (Ts)	47.21	50.44	53.44
Rendimiento (R)	95	85	95

Tomando como ejemplo el proceso de Rebanado, se evidenció que sus subprocesos presentaron tiempos estándar elevados y coeficientes de variación superiores a los rangos considerados óptimos, lo que permitió clasificarlos como subprocesos de alta variabilidad.

En particular, el subproceso de Sellado y Etiquetado mostró un incremento significativo entre el Tiempo Normal y el Tiempo Estándar, lo que indica una alta incidencia de suplementos asociados a pausas operativas, ajustes manuales y dependencia del ritmo del operario. Este comportamiento confirma que, aun cuando el desempeño individual pueda ser adecuado, la falta de estandarización y las condiciones del entorno influyen directamente en la eficiencia del proceso (ver Cuadro 6).

Cuadro 7. Comparativo de subprocesos DIACO 2025

Proceso	Subproceso	Promedio (To)	Tiempo Normal (Tn)	Tiempo Estándar (Ts)	CV%	Observación
Rebanados	Rebanado	43.22	41.06	47.21	6.21	⚠ Variabilidad alta
Rebanados	Empaquetado	51.61	43.86	50.44	5.86	⚠ Variabilidad alta
Rebanados	Sellado/ Etiquetado	48.92	46.47	53.44	6.21	⚠ Variabilidad alta
Porciones	Porcionado Unidad	62.34	59.22	68.11	5.24	⚠ Cuello de botella
Porciones	Embolsado	59.93	56.93	65.47	6.02	⚠ Variabilidad alta
Porciones	Etiquetado/Sellado	55.52	52.75	60.66	5.78	⚠ Variabilidad alta
Palito de Cangrejo	Desempaque	51.76	49.17	56.55	2.95	✓ Estable
Palito de Cangrejo	Colocación de Cintillo	53.58	50.91	58.54	3.03	✓ Estable
Palito de Cangrejo	Embolsado palito	56.01	53.21	61.19	2.30	✓ Estable
Palito de Cangrejo	Colocación y Sellado	56.01	53.21	61.19	2.30	✓ Estable

La interpretación de estos resultados permitió identificar que el proceso de Rebanado requiere acciones de mejora orientadas a:

- estandarización del método de trabajo,
- optimización del layout,
- evaluación del estado y capacidad de los equipos,
- y fortalecimiento de la capacitación operativa.

Estos resultados justifican la necesidad de priorizar acciones de mejora sobre este proceso, y se complementan con los hallazgos de los demás procesos detallados en los anexos, permitiendo una visión integral de la eficiencia de toda la línea productiva.

El análisis comparativo evidenció que:

- El proceso de Porcionado, específicamente el subproceso de Porcionado por Unidad, presentó el mayor Tiempo Estándar, siendo identificado como un cuello de botella, debido a su alta carga operativa y dependencia directa del operario.
- Los subprocesos del Rebanado mostraron alta variabilidad, reflejada en valores elevados de CV%, lo que confirma la necesidad de intervención prioritaria.
- El proceso de Palito de Cangrejo presentó tiempos más homogéneos y coeficientes de variación bajos, clasificándose como un proceso estable y controlado.

Este enfoque comparativo permitió jerarquizar objetivamente los procesos, facilitando la toma de decisiones basada en datos y evitando criterios subjetivos. Asimismo, proporciona una herramienta de referencia para futuros estudios de tiempos y movimientos, permitiendo comparar el desempeño antes y después de la implementación de mejoras.

6.6 Beneficios del análisis estadístico aplicado

La aplicación del análisis estadístico detallado aportó los siguientes beneficios al estudio:

- Identificación objetiva de procesos críticos y cuellos de botella.
- Evaluación del impacto del factor humano y del estado de los equipos en la variabilidad operativa.
- Base técnica para la planificación de la producción y asignación de recursos.
- Soporte metodológico para la replicabilidad del estudio en otros procesos y períodos.

Estos resultados confirman que el análisis estadístico no debe interpretarse únicamente como una etapa descriptiva, sino como una herramienta estratégica para la optimización de la eficiencia productiva y la mejora continua.

6.7 Análisis integrado de resultados estadísticos por proceso

Con el objetivo de consolidar e interpretar los resultados obtenidos del estudio de tiempos y movimientos, se desarrolló un análisis integrado que combina la distribución del Tiempo Estándar (Ts), el comportamiento de la variabilidad operativa y la comparación del desempeño promedio entre procesos. Para ello, se emplearon herramientas gráficas que permiten una interpretación clara, objetiva y alineada con los criterios establecidos en la metodología.

6.7.1 Análisis de Gráfico de Pareto

El Gráfico de Pareto del Tiempo Estándar permitió identificar los subprocessos que concentran el mayor impacto sobre el tiempo total de la línea productiva. Los resultados evidencian que un número reducido de subprocessos acumula aproximadamente el 80% del Tiempo Estándar total, confirmando la aplicabilidad del principio de Pareto en el análisis de la eficiencia operativa (ver figura 8).

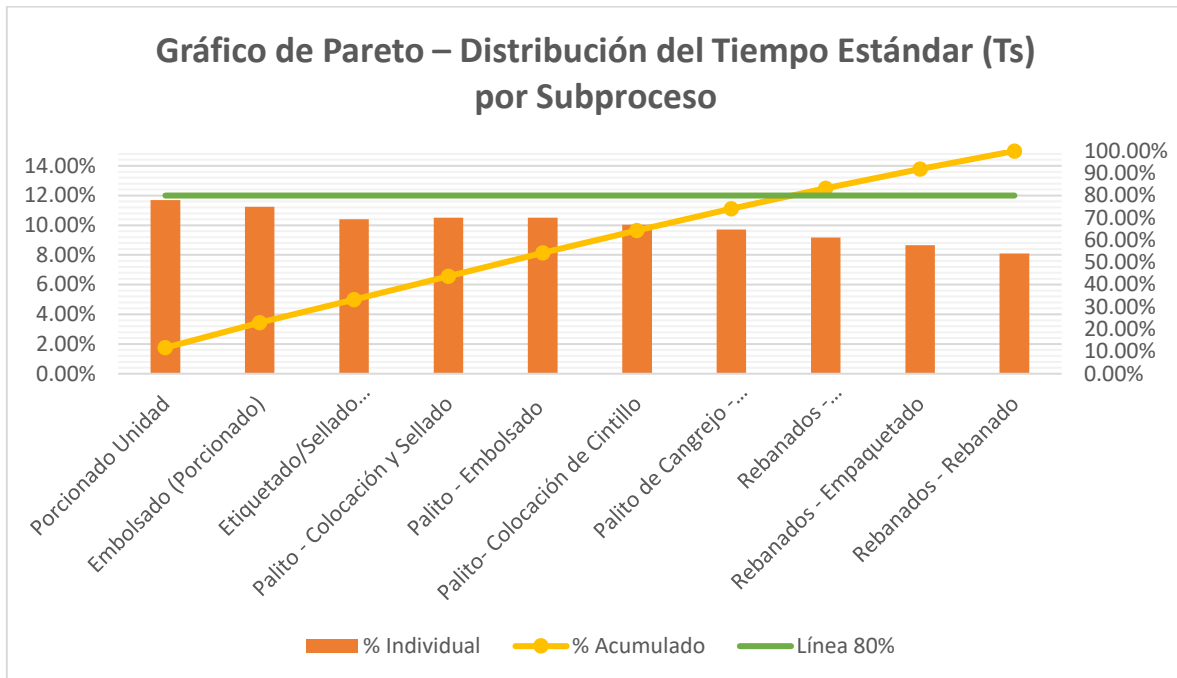


Figura 8. Distribución del Tiempo Estándar (Ts) por subproceso

La identificación de estos subprocesos críticos permitió enfocar los esfuerzos del estudio en aquellas actividades con mayor impacto sobre la productividad, optimizando el uso de recursos y asegurando que las propuestas de mejora se fundamenten en evidencia cuantitativa.

6.7.2 Análisis Comparativo de los Tiempos Estándar Promedio por Proceso

El análisis comparativo de los Tiempos Estándar promedio por proceso permitió evaluar la carga operativa relativa de cada uno de los procesos estudiados. Los resultados muestran que el proceso de Porciones presenta el mayor Tiempo Estándar promedio, lo que evidencia una mayor demanda de tiempo y esfuerzo operativo dentro de la línea productiva (ver figura 9).

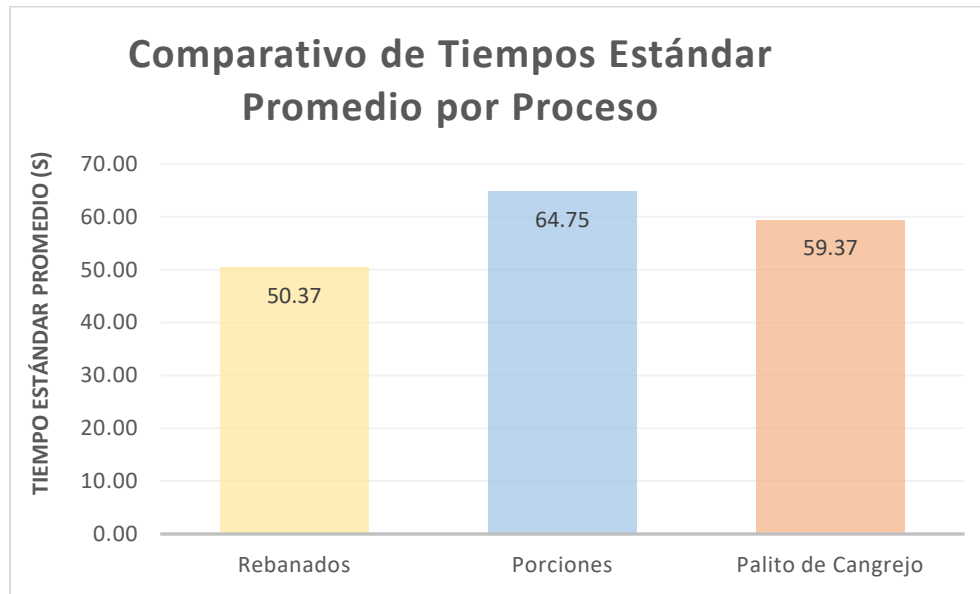


Figura 9. Comparativo de Tiempo Estándar promedio por proceso

El proceso de Palito de Cangrejo se posiciona en un nivel intermedio de tiempo estándar, reflejando una carga operativa moderada y un desempeño relativamente equilibrado. Por otro lado, el proceso de Rebanados registra el menor Tiempo Estándar promedio, lo que sugiere una menor carga de tiempo en comparación con los otros procesos analizados.

No obstante, es importante señalar que un menor Tiempo Estándar promedio no implica necesariamente un mejor desempeño global, ya que este indicador debe analizarse juntamente con la variabilidad del proceso para obtener una visión integral de su comportamiento operativo.

6.7.3 Análisis del Coeficiente de Variación (CV%) por Proceso

El análisis del Coeficiente de Variación permitió evaluar la estabilidad y consistencia de los procesos estudiados. Los resultados indican que los procesos de Rebanados y Porciones presentan los valores más elevados de CV%, lo que evidencia una mayor variabilidad en los tiempos de ejecución y una menor estandarización del método de trabajo.

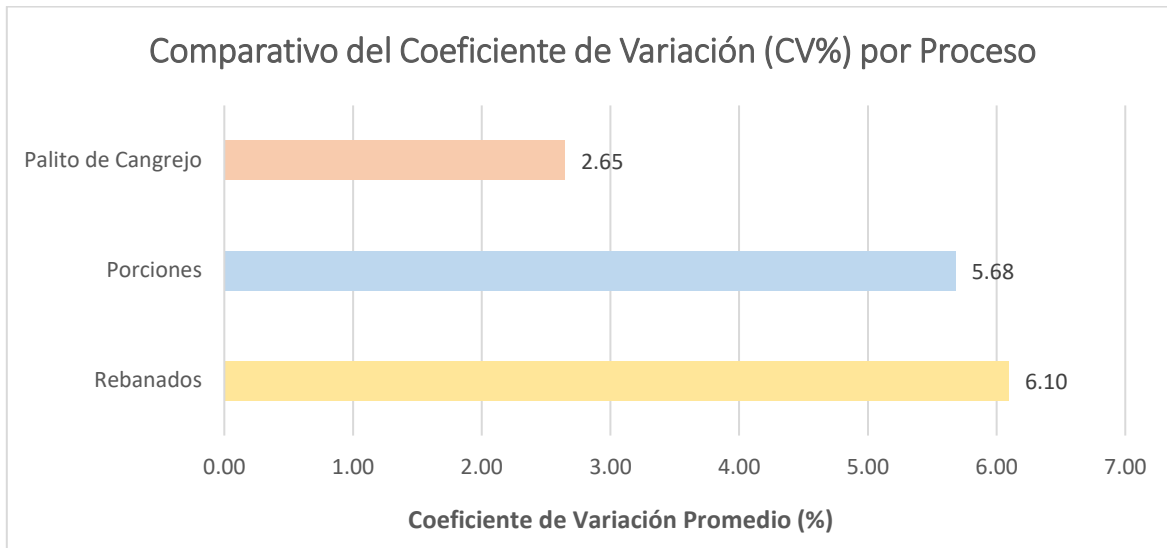


Figura 10. Comparativo del Coeficiente de Variación (CV%) por Proceso

Esta alta variabilidad sugiere una fuerte dependencia del factor humano, así como posibles diferencias en la técnica operativa, ritmo de trabajo o condiciones de ejecución entre las observaciones. En contraste, el proceso de Palito de Cangrejo presenta un Coeficiente de Variación bajo, lo que refleja una ejecución más homogénea, estable y controlada.

El CV% se consolida, así como un indicador clave para complementar el análisis del Tiempo Estándar, permitiendo identificar procesos que, aun cuando presenten menores tiempos promedio, requieren atención debido a su falta de consistencia operativa.

6.8 Discusión general

La integración de los resultados obtenidos a partir del análisis del Tiempo Estándar, el Gráfico de Pareto y el Coeficiente de Variación permitió evaluar de manera integral el desempeño de los procesos productivos, considerando tanto la carga operativa como la estabilidad del método de trabajo.

Los resultados confirman que los mayores impactos sobre la eficiencia de la línea se concentran en un número reducido de subprocessos, principalmente aquellos con alta

intervención manual. Asimismo, se evidenció que los procesos con mayores Tiempos Estándar no siempre presentan un comportamiento estable, lo que refuerza la necesidad de analizar simultáneamente el tiempo promedio y la variabilidad.

En este contexto, el análisis conjunto de los indicadores permitió identificar procesos críticos con potencial de mejora, sustentar técnicamente la priorización de subprocesos y validar la metodología aplicada en el estudio. Estos resultados constituyen una base objetiva para la formulación de estrategias orientadas a la optimización de recursos, la estandarización de operaciones y la mejora continua del desempeño productivo.

6.9 Evaluación de movimientos

Si bien el estudio desarrollado se enfocó principalmente en la toma de tiempos mediante cronometraje continuo y valoración de desempeño, también se abordaron elementos propios del estudio de movimientos durante el proceso de observación estructurada. Aunque no se aplicaron herramientas clásicas como el análisis de micro movimientos (therblig), diagramas bimanuales o estudio con cámara lenta, la observación directa de la ejecución permitió identificar y eliminar movimientos innecesarios, reprocesos y actividades que entorpecían la secuencia productiva.

Durante la recopilación de tiempos, se documentaron de forma paralela acciones que afectaban la eficiencia de cada subproceso, como:

- Movimientos innecesarios de desplazamiento del operario hacia otras estaciones.
- Falta de delimitación física del área de trabajo, lo cual generaba interferencias con otros procesos o personas.
- Repeticiones improductivas de tareas, como volver a abrir empaques mal posicionados o realizar doble sellado.

Estas observaciones sirvieron como insumo para reorganizar secuencias operativas y proponer ajustes físicos en el layout, lo cual forma parte intrínseca del análisis de movimientos.

Ejemplo aplicado:

- En el subproceso Rebanado – Empaquetado, inicialmente se identificó que el operario realizaba una rotación corporal completa para tomar el material separador de otra estación. Esta acción representaba un movimiento innecesario. Tras una breve intervención, se colocaron los materiales a una distancia ergonómicamente accesible, reduciendo la duración del subproceso.

Además, se procedió a:

- Eliminar subprocesos redundantes que no agregaban valor.
- Establecer criterios para evitar sobre procesamiento (por ejemplo, control visual para evitar doble verificación de sellado).

Según Barnes (1980), el análisis de movimientos puede realizarse de manera cualitativa mediante la identificación de ineficiencias visuales, sin necesidad de recurrir siempre a métodos simbólicos, lo cual es particularmente útil en estudios exploratorios de campo.

CONCLUSIONES

- El análisis de Pareto confirmó que una proporción reducida de subprocessos concentra la mayor carga del tiempo estándar total, evidenciando que la ineficiencia global de la línea productiva está asociada principalmente a actividades manuales críticas y no al proceso completo en su totalidad.
- La comparación de tiempo estándar promedio reveló que el proceso de Porciones es el más demandante en términos de tiempo, mientras que Rebanados, aunque presenta menores tiempos promedio, muestra una alta variabilidad, lo que indica deficiencias en la estandarización operativa.
- El análisis del coeficiente de variación demostró que la estabilidad del proceso no depende únicamente del tiempo promedio, ya que procesos con mayores tiempos pueden ser más controlados, como Palito de Cangrejo, evidenciando que la variabilidad es un indicador clave para la priorización de mejoras.

RECOMENDACIONES

- Priorizar acciones de mejora en los subprocesos identificados como críticos en el análisis de Pareto, enfocándose en aquellos con mayor contribución al Tiempo Estándar total.
- Implementar la estandarización de métodos de trabajo en los procesos de Porciones y Rebanados, con el fin de reducir la variabilidad evidenciada por los altos valores de Coeficiente de Variación.
- Evaluar la viabilidad de incorporar herramientas de apoyo, mejoras ergonómicas o automatización parcial en los subprocesos de mayor carga manual para optimizar tiempos y reducir la fatiga operativa.
- Fortalecer la capacitación del personal en técnicas operativas estandarizadas, asegurando una ejecución más uniforme y consistente de las actividades productivas.
- Establecer un sistema periódico de medición y seguimiento de tiempos estándar y variabilidad, que permita evaluar la efectividad de las mejoras implementadas y sostener un enfoque de mejora continua.
- Utilizar los resultados del presente estudio como línea base para futuras evaluaciones de productividad y toma de decisiones a nivel operativo y gerencial.

BIBLIOGRAFÍA

Barnes, R. (2000). *Estudios de trabajo: medición del trabajo y diseño de métodos*. Ed. Limusa.

<https://books.google.com/books?id=5XW4AAAACAAJ>

Chiavenato, I. (2006). *Introducción a la teoría general de la administración*. McGraw-Hill.

<https://books.google.com/books?id=3GLHAAAACAAJ>

Fernández, F., & Alonso, J. (2010). *Metodología de la investigación aplicada a la ingeniería*.

Alfaomega. <https://books.google.com/books?id=bYxKAAAACAAJ>

Idrovo, C. (2014). *Aplicación de estudio de tiempos en una empresa de alimentos*.

Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec>

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). (2013). *Estudios de tiempos y movimientos. Métodos y herramientas de análisis*. Buenos Aires, Argentina.

<https://www.inti.gob.ar>

Maynard, H. B. (1993). *Manual de ingeniería de métodos*. McGraw Hill.

<https://books.google.com/books?id=q9UoAAAAYAAJ>

Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial y de Métodos*. McGraw Hill.

<https://books.google.com/books?id=Q5E8PgAACAAJ>

Rojas, L. A. (2018). *Análisis y mejora de procesos productivos mediante el estudio de tiempos y movimientos*. Universidad Técnica de Ambato.

<https://repositorio.uta.edu.ec>

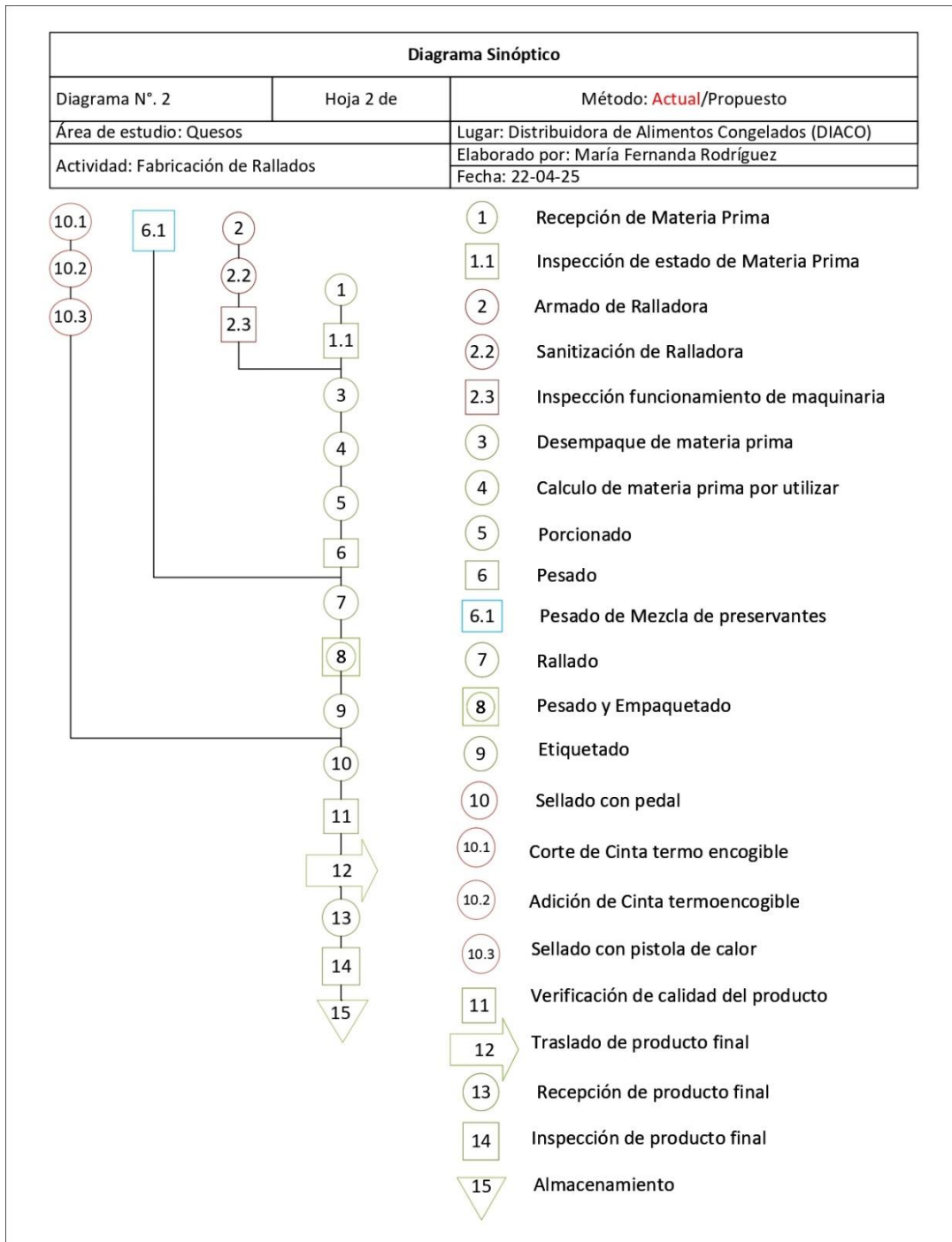
Salvendy, G. (2001). *Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management* (3.^a ed.). Wiley-Interscience.

https://sebokwiki.org/wiki/Handbook_of_Industrial_Engineering,_Technology_and_Operations_Management

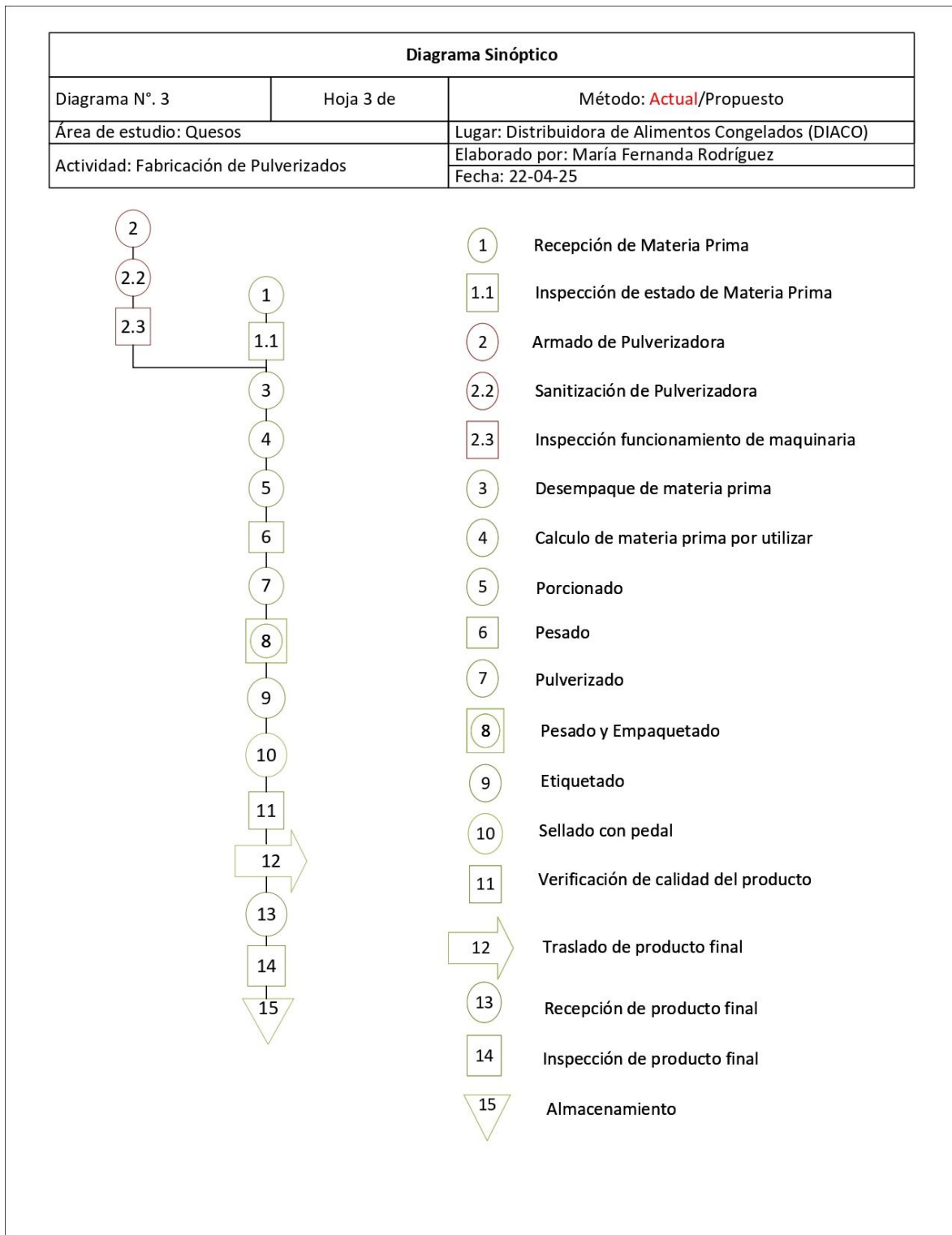
Westinghouse Electric Corporation. (1977). *Estándares de rendimiento en manufactura y tiempo*. Technical Publication. <https://archive.org>

ANEXOS

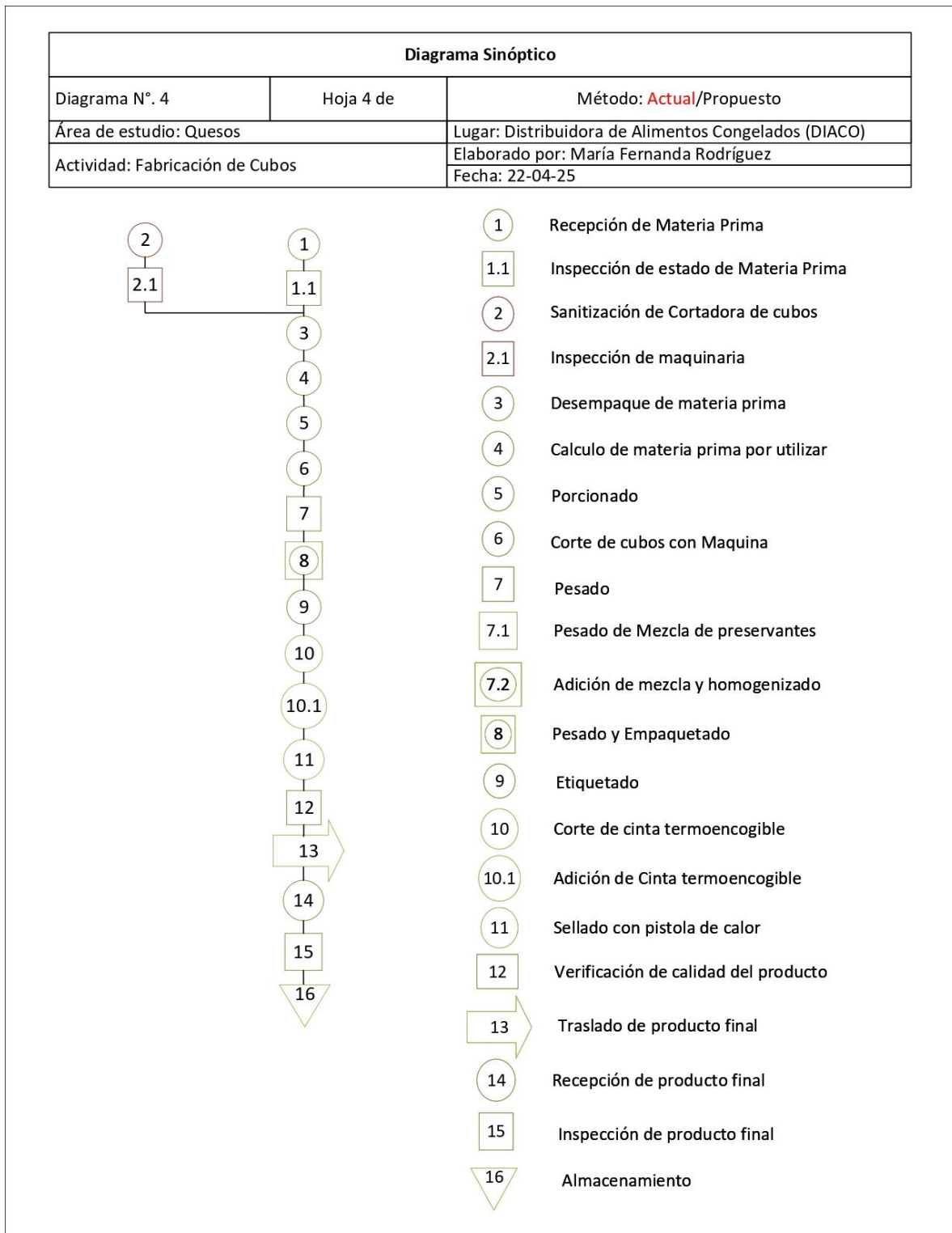
Anexo A- 1. Diagrama de Operaciones/Rallado



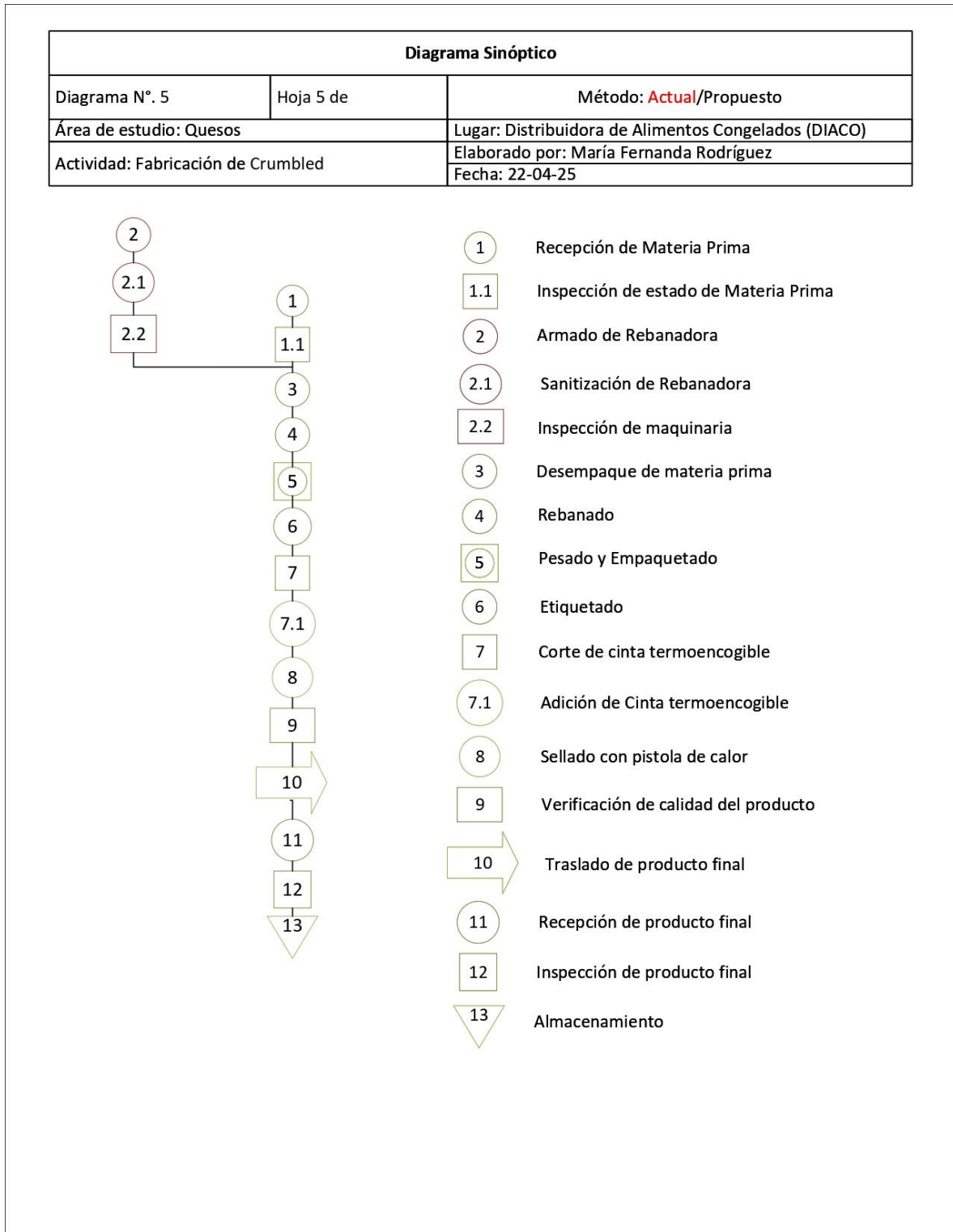
Anexo A- 2. Diagrama de Operaciones / Pulverizados



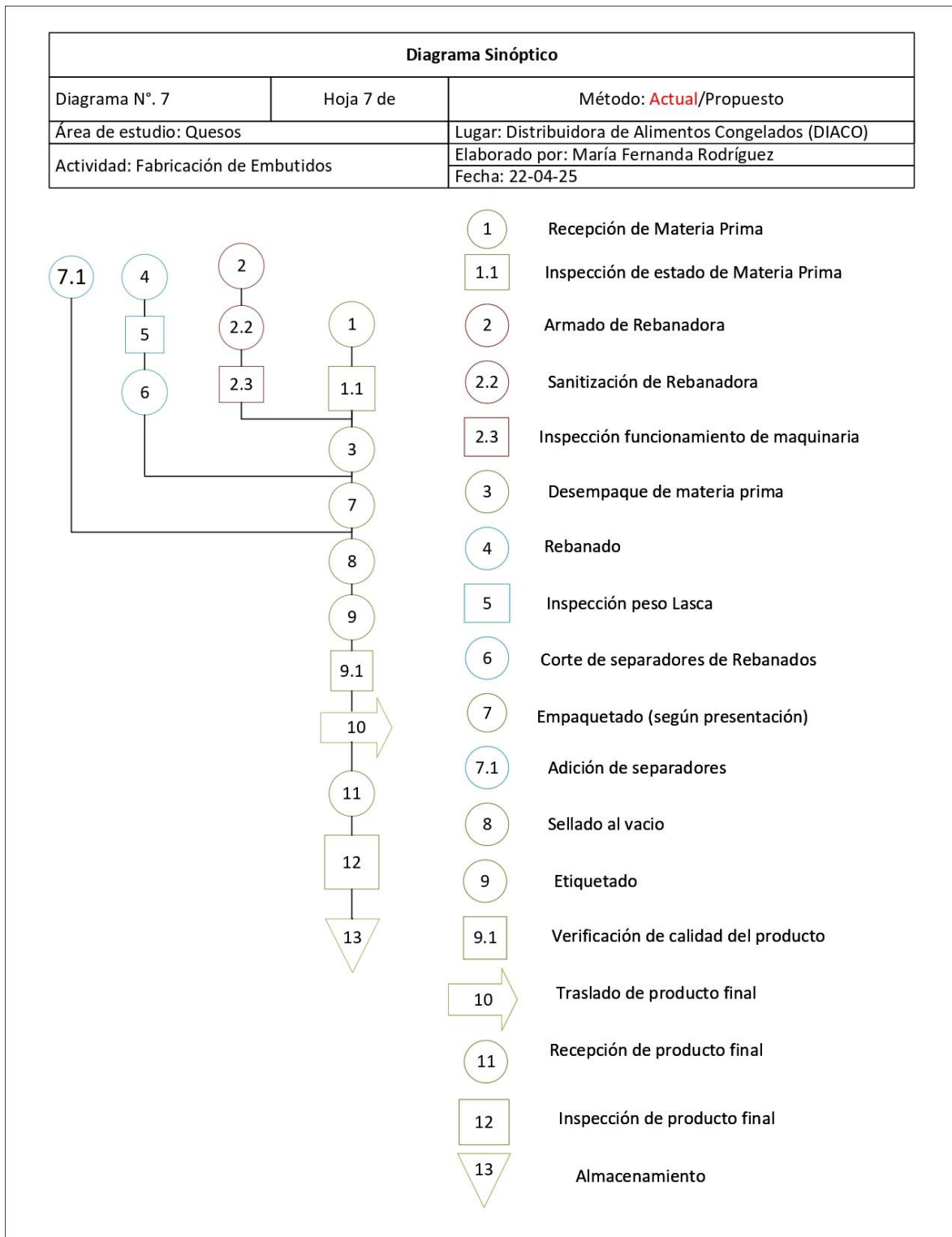
Anexo A- 3. Diagrama de Operaciones / Cubos



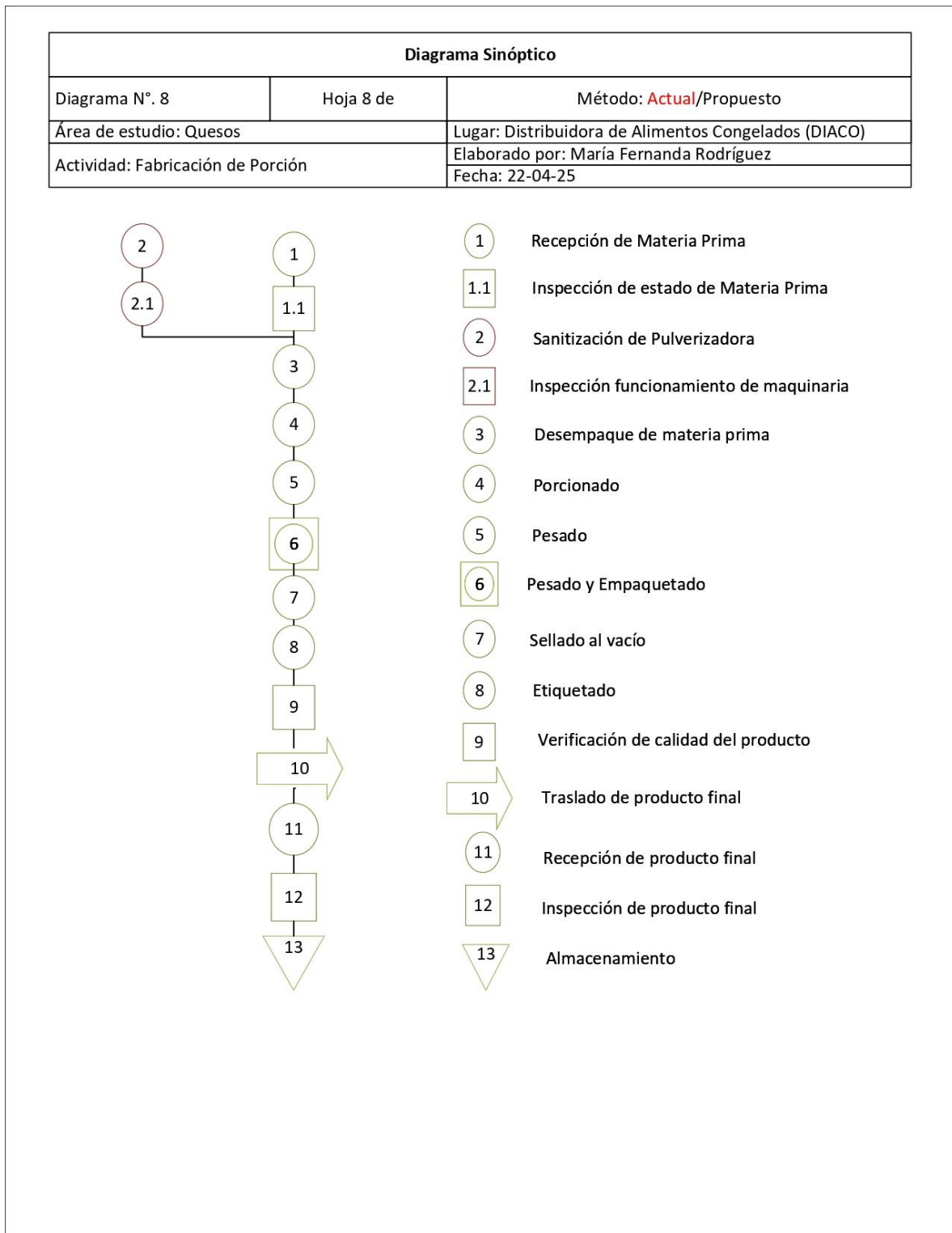
Anexo A- 4. Diagrama de Operaciones / Crumbled



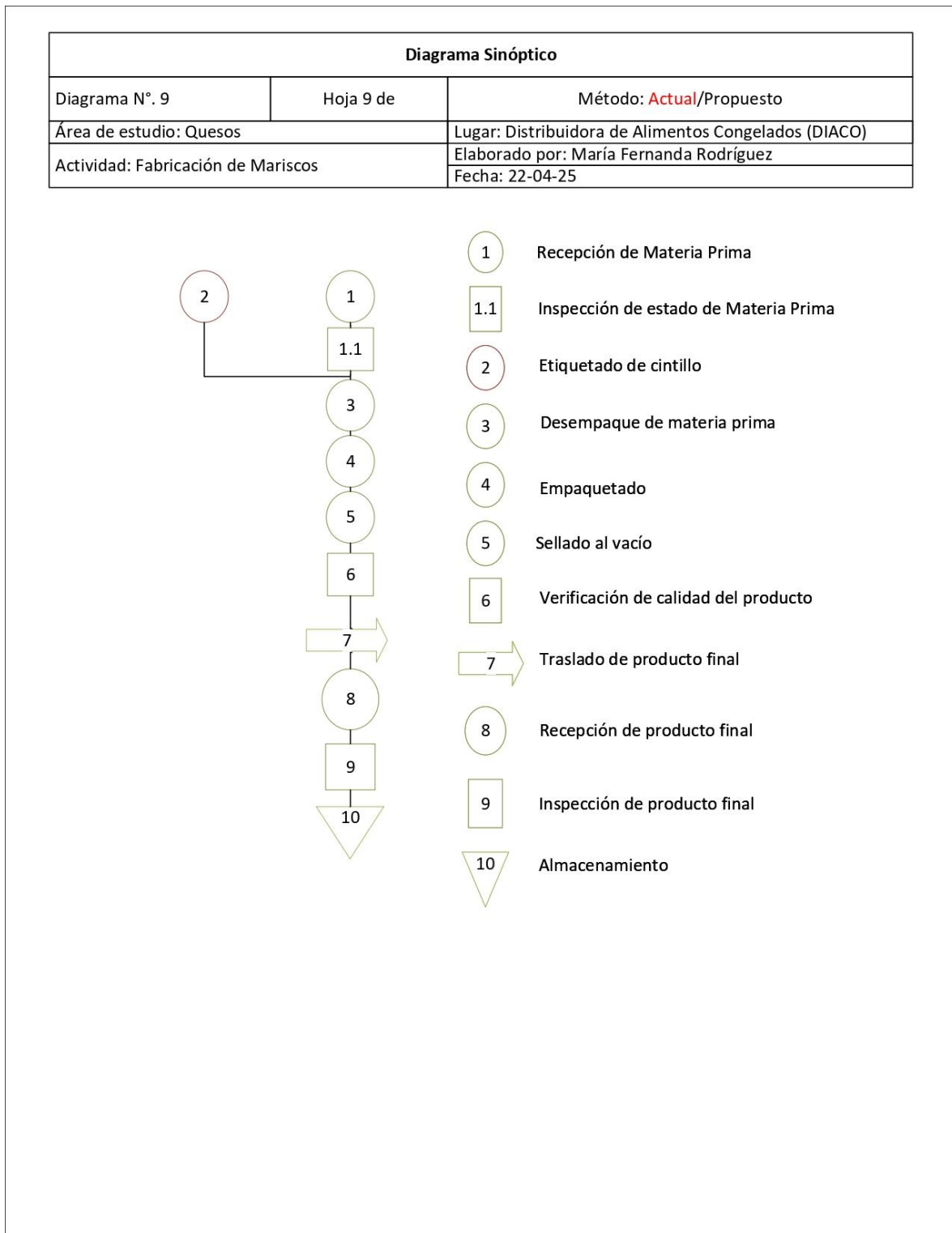
Anexo A- 5. Diagrama de Operaciones / Embutidos



Anexo A- 6. Diagrama de Operaciones / Porción



Anexo A- 7. Diagrama de Operaciones / Porción



Anexo A- 8. Muestras tomadas en el proceso de rebanado

# Muestra	Rebanado	Empaquetado	Sellado/Etiquetado
1	44.28	50.43	43.77
2	45.4	48.35	52.25
3	43.62	56.38	51.15
4	42.85	47.43	45.84
5	41.6	48.74	43.71
6	47.91	56.37	48.47
7	46.49	54.45	49.67
8	48.05	52.96	43.9
9	45	51.61	53.22
10	43.68	48.85	49.94
11	40.64	50.54	51.01
12	41.41	53.21	46.1
13	39.5	54.11	49.81
14	39.73	55.7	48.39
15	40.88	52.12	48.05
16	39.7	47.26	47.5
17	39.46	55.25	48.27
18	45.74	47.23	53.08
19	41.8	48.49	47.5

20	43.29	55.05	53.08
21	41.21	48.87	45.87
22	42.61	52.73	51.13
23	40.38	53.57	47.75
24	44.22	49.11	53.26
25	44.47	46.84	44.36
26	45.97	52.19	52.72
27	41.67	53.28	51.48
28	46.21	52.66	50.83
29	48.11	49.17	49.53
30	40.62	55.22	45.84

Anexo A- 9. Muestras tomadas en el proceso de Porcionado

# Muestra	Porcionado	Unidad	Embolsado	Etiquetado/Sellado
1		62.53	61.55	57.29
2		63.45	65.62	50.61
3		56.77	61.7	57.99
4		63.14	65.26	59.05
5		57.96	57.69	55.47
6		58.64	62.81	57.2
7		64.16	57.2	52.18
8		66.37	59.95	51.54
9		63.16	65.22	53.25

10	67.54	56.56	50.41
11	58.12	61.09	60.03
12	62.82	64.61	56.46
13	64.76	64.59	60.18
14	58.08	53.81	53.27
15	64.64	56.08	50.83
16	63.9	58.71	56.4
17	65.25	62.4	51.35
18	67.56	58.58	53.24
19	61.44	57.26	60.62
20	56.75	61.27	57.01
21	62.62	53.91	57.24
22	61.94	54.78	60.53
23	62.16	58.12	53.83
24	67.92	54.56	55.87
25	59.69	58.56	58.68
26	59.62	58.82	54.57
27	60.63	62.47	56.28
28	60.11	58.19	54.97
29	61.27	61.49	51.07
30	67.26	65	58.24

Anexo A- 10. Muestras tomadas en el proceso de Palito de Cangrejo

# Muestra	Desempaque	Colocación de Cintillo	Embolsado	Colocación y Sellado
1	44.89	53.07	53.04	56.48
2	47.13	50.26	52.14	58.10
3	45.67	50.21	54.90	54.57
4	46.56	50.68	56.10	57.17
5	47.10	50.36	52.14	56.10
6	47.25	54.18	51.90	53.97
7	44.49	49.84	51.79	53.31
8	48.29	52.68	53.23	55.64
9	45.24	50.13	52.21	58.53
10	46.73	50.92	55.25	56.29
11	47.56	53.12	51.16	57.32
12	44.54	51.59	54.34	57.00
13	44.88	52.59	54.43	55.30
14	48.15	49.47	52.82	55.43
15	44.91	51.34	53.28	57.07
16	44.91	50.50	52.63	54.89
17	47.41	52.92	53.31	54.54
18	47.48	50.86	51.25	55.53
19	46.95	51.28	54.61	55.63
20	45.01	52.80	52.65	56.57
21	45.04	52.33	56.11	57.16

22	47.26	51.09	55.89	57.63
23	46.24	51.98	53.41	54.68
24	48.10	49.70	56.19	56.08
25	47.19	54.20	54.75	57.07
26	48.13	54.20	55.10	55.63
27	43.97	52.56	53.73	55.12
28	45.59	53.76	56.02	56.30
29	44.84	54.30	50.96	57.19
30	44.24	49.90	52.20	54.01

Anexo A- 11. Datos estadísticos Palito de Cangrejo

	Desempaqu e	Colocación de Cintillo	Embolsad o	Colocación y Sellado
Promedio (To)	51.76	53.58	56.01	56.01
Desviación estándar (σ)	1.53	1.62	1.29	1.29
Mínimo	49.47	50.96	53.31	53.31
Máximo	54.3	56.19	58.53	58.53
Rango	4.83	5.23	5.22	2.30
CV%	2.95	3.03	2.30	2.30
Tiempo normal (Tn)	49.17	50.91	53.21	53.21
Tiempo Estándar (Ts)	56.55	58.54	61.19	61.19
Rendimiento (R)	95	95	95	95

Anexo A- 12. Datos Estadísticos Porciones

	Porcionado Unidad	Embolsado	Etiquetado/Sellado
Promedio (To)	62.34	59.93	55.52
Desviación estándar (σ)	3.27	3.61	3.21
Mínimo	56.75	53.81	50.41
Máximo	67.92	65.62	60.62
Rango	11.17	11.81	10.21
CV%	5.24	6.02	5.78
Tiempo normal (Tn)	59.22	56.93	52.75
Tiempo Estándar (Ts)	68.11	65.47	60.66
Rendimiento (R)	95	95	95

Anexo A- 13. Datos Estadísticos Rebanado

	Rebanado	Empaquetado	Sellado/Etiquetado
Promedio (To)	43.22	51.61	48.92
Desviación estándar (σ)	2.69	3.02	3.04
Mínimo	39.46	46.84	43.71
Máximo	48.11	56.38	53.26
Rango	8.65	9.54	9.55
CV%	6.21	5.86	6.21
Tiempo normal (Tn)	41.06	43.86	46.47
Tiempo Estándar (Ts)	47.21	50.44	53.44

Rendimiento (R)	95	85	95
-------------------------	----	----	----

Anexo A- 14. Datos Estadísticos Rebanado

	Rebanado	Empaquetado	Sellado/Etiquetado
Promedio (To)	43.22	51.61	48.92
Desviación estándar (σ)	2.69	3.02	3.04
Mínimo	39.46	46.84	43.71
Máximo	48.11	56.38	53.26
Rango	8.65	9.54	9.55
CV%	6.21	5.86	6.21
Tiempo normal (Tn)	41.06	43.86	46.47
Tiempo Estándar (Ts)	47.21	50.44	53.44
Rendimiento (R)	95	85	95