



## **Ingeniería Industrial Logística**

**7mo Semestre**

**Proyecto: Propuesta de mejora para una empresa embotelladora de cítricos**

### **Alumnos:**

**Ileana Ordóñez Martínez**

**Roberto Ortega Herrera**

**Roger Pérez Romero**

**Alejandro González Zanella**

**Daniela Herrera Iza**

**Maicor Rosales Corobo**

**Andrés Roche Góngora**

**Mérida, Yuc. 14 de noviembre del 2023**

## ÍNDICE

<b>1. Resumen:</b> .....	<b>2</b>
--------------------------	----------

**1. Resumen:**

**2. Introducción:**

**3. Descripción del escenario actual:**

**4. Ingeniería de manufactura:**

## 5. Contenidos específicos de materia:

### 5.1. Análisis de sistemas de producción II

#### *Descripción del proceso general y específicos*

El proceso general tiene como objetivo la elaboración de limonada embotellada, empezando desde la recepción de materia prima hasta el etiquetado de las botellas listas para su almacenamiento y distribución.

Recepción y almacenamiento de materia prima: La recepción y almacenamiento de materia prima es una etapa fundamental en cualquier proceso productivo. Y es mediante este proceso por el cual se recibe y verifica la calidad de la materia prima, así como su almacenamiento de manera adecuada, en este caso en un cuarto frío para su máxima y correcta conservación.

Lavado de botellas, jarras y utensilios en general: El lavado de botellas, jarras y utensilios en general es una tarea importante para mantener la higiene, seguridad e inocuidad en todo el proceso.

Inspección, lavado y exprimido del limón: En esta etapa es donde se logra extraer el producto necesario de la materia prima, es decir, el zumo de limón.

Servido de agua y pesaje del azúcar: Cada lote de limonada está estandarizado y medido de principio a fin, cada lote contendrá el mismo nivel de azúcar, agua y zumo, logrando así un producto homogéneo en todo momento.

Mezcla de agua, azúcar y zumo de limón: Se mezcla finalmente todos los ingredientes de la limonada.

Verter la mezcla en garrafón: En esta parte del proceso, se almacena la mezcla realizada en un contenedor más grande, en este caso, un garrafón de 20 L, el cual será utilizado en el sistema de llenado de la banda transportadora.

Colocación, llenado y cerrado de botella: Estos 3 procesos son la parte final de la elaboración de la limonada, se inicia poniendo las botellas de 500 ml previamente lavadas en la banda transportadora, la cual se encargará de llenarlas de manera automática para posteriormente ser tapadas, etiquetadas y almacenadas.

## Layout



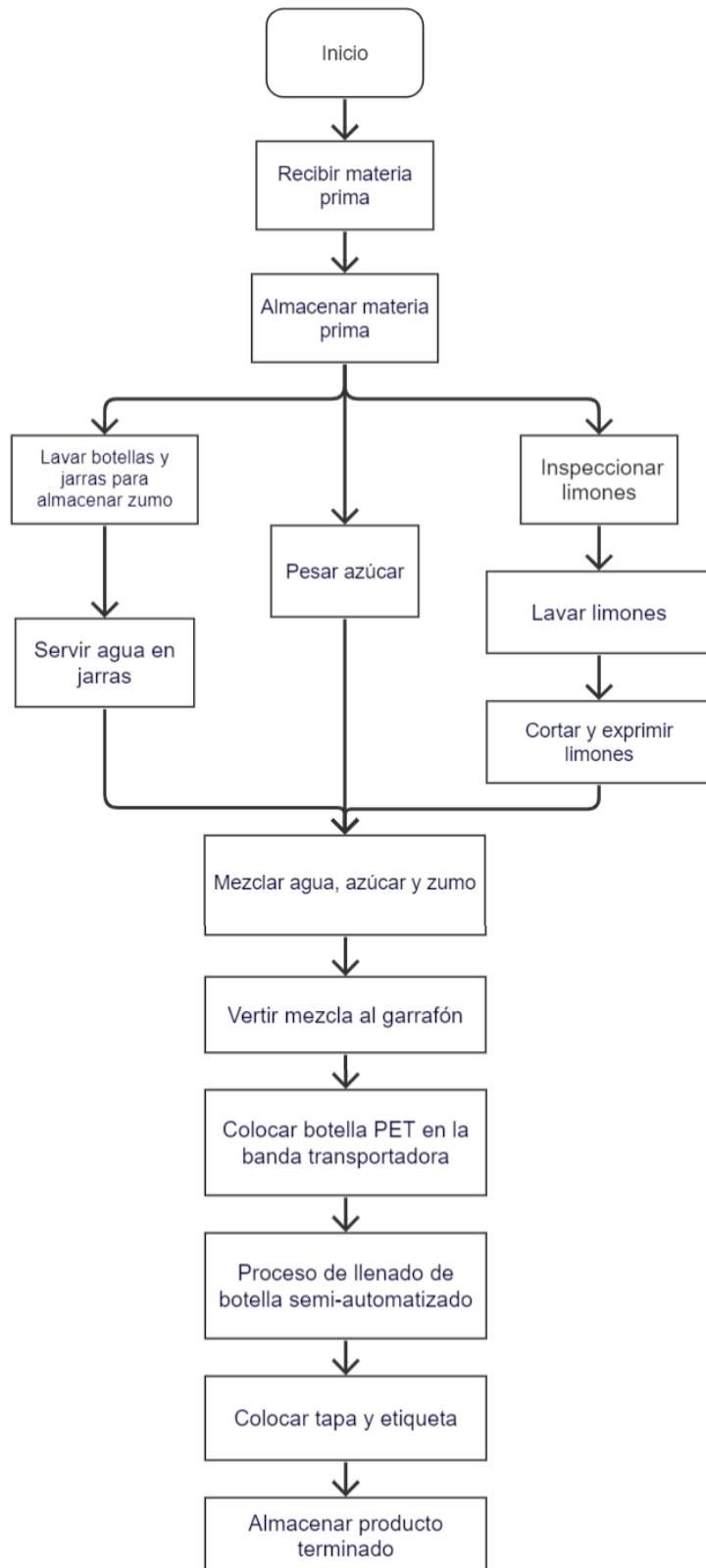
## Entradas

- Limones
- Agua
- Azúcar
- Envases PET de 500 ml
- Etiquetas

## Salidas

- Limonada embotellada

## Diagrama de flujo de operación



## 5.2 Manufactura esbelta

### 5.2.1 Estandarización

#### 5.2.1.1 Tiempo de ciclo del operador

RESULTADO DEL EQUILIBRADO											
CÉLULA	REFERENCIA	PROCESO		UNID. DÍA	TURNOS	H-TURNO	TAKT	Av & Camb	TCP	REALIZADO POR	FECHA
C-F1	Familia F1			835	1	7	38.08	10%	34.28	A.G.	13/11/2023
Nº	MÁQUINA PUESTO	DESCRIPCIÓN del PROCESO	CONTENIDO DEL TRABAJO					EQUILIBRADO			
			ANDAR	TIEMPO MANUAL PARAL.	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO (S) FRECUENCIAL	TCO OPERARIO 1	TCO OPERARIO 2	TCO OPERARIO 3	TCO OPERARIO 4	TCO OPERARIO 5
1	Proceso B	Lavado de jarras	2	0	11	0	13				
2	Proceso C	Inspección y lavado de limones	0	0	20	0		20			
3	Proceso D	Servido de agua en jarras	2	0	11	0	13				
4	Proceso E	Pesaje de azúcar	2	0	10	0			12		
5	Proceso F	Cortado y exprimido de limón	2	0	20	0			22		
6	Proceso G	Mezcla de agua, azúcar y zumo	2	0	20	0				22	
7	Proceso H	Vertido de mezcla al garrafón	2	0	10	0				12	
8	Proceso I	Colocación de botella pet en la banda	2	0	6	0					8
9	Proceso J	Llenado de botella	2	0	2	0					4
10	Proceso K	Colocación de tapa y etiqueta + Deposito en PT	4	0	18	0					22
TOTALES =			20	0	128		26	20	34	34	34
				148		Espera =	8	14	0	0	148
											TIEMPO CICLO CÉLULA (TCC) = 34

\* El Operario 2 tiene 14 segundos de tiempo de espera, siendo este el que puede llevar las botellas desinfectadas al área de llenado para agilizar el proceso y evitar desperdiciar tiempo.

El tiempo de ciclo de la célula será de 34 segundos, logrando así cumplir con el TCP para producir la demanda diaria.

#### 5.2.1.2 Propuesta para eliminar los desperdicios Lean

Lean manufacturing resalta ocho áreas de desperdicio generadas por las operaciones de fabricación:

- Defectos
- Sobreproducción
- Espera
- Talento desaprovechado
- Transporte
- Inventario
- Movimiento
- Sobreprocesamiento

Es por esto que se tienen las siguientes propuestas para eliminar algunos de estos desperdicios.

#### Defectos

Llenado de botella semiautomatizado: Utilizar sensores para evitar que las botellas se llenan en exceso o se derrame el líquido.

Colocación de tapas mediante una máquina automatizada tapadora de botellas que evite que se dañen o se coloquen incorrectamente.

Utilizar máquina etiquetadora para evitar que estas se coloquen incorrectamente.

### **Sobreproducción**

La demanda debe monitorearse de cerca para detectar cambios y ajustar la producción de ser necesario.

Implementar un sistema de just-in-time para producir solamente lo necesario, entregándolo en el tiempo adecuado.

### **Espera**

Utilizar los tiempos de espera de los operarios para que realicen otra actividad que agregue valor al proceso.

### **Movimientos**

Las ayudas visuales pueden ayudar a los empleados a encontrar los materiales que necesitan y tenerlos a su alcance.

### **Talento desaprovechado**

Asignar cada proceso al operario que tenga un mejor rendimiento dentro de este y pueda cumplir con los tiempos asignados.

### **Transporte**

Implementar el uso de carritos donde se transporten las botellas y así evitar que el operador realice varias vueltas llevando el producto al almacén.

### **Inventario**

Contar con un plan de distribución para satisfacer la demanda diaria de manera que el producto terminado no pase más de un día en el almacén.

Realizar los pedidos de materia prima de acuerdo al plan de producción, para así evitar tener un inventario mayor al necesario.

### **Sobreprocesamiento**

Realizar un proceso estandarizado para el lavado de botellas, evitando lavarlas más de lo necesario, de igual manera tener las medidas exactas para la mezcla de zumo, de tal manera que no tenga que volver a pasar por el proceso debido a algún error.

### 1.3 Hoja de trabajo estándar

DIAGRAMA DE TRABAJO ESTÁNDAR						OPERARIO	TAKT	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA		REFERENCIA		3 de 5	38.08	34.28	A.G.	15/11/2023
		C-F1		Familia F1						
Nº	ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOM.				
1	Pesaje de azúcar	10								
2	Desplazarse al proceso F			2						
3	Cortado y exprimido de limón	20								
4	Desplazarse al proceso E			2						
5										
6										
Tiempo de Ciclo del Operario (TCO) =		30	0	4	0					
						34				

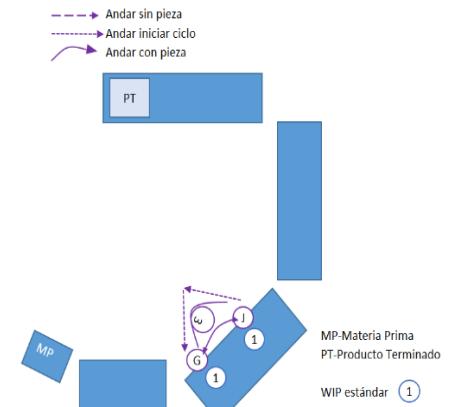


DIAGRAMA DE TRABAJO ESTÁNDAR						OPERARIO	TAKT	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA		REFERENCIA		4 de 5	38.08	34.28	A.G.	15/11/2023
		C-F1		Familia F1						
Nº	ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOM.				
1	Mezcla de agua, azúcar y zumo	20								
2	Desplazarse al proceso H			2						
3	Vertido de mezcla al garrafón	10								
4	Desplazarse al proceso g			2						
5										
6										
Tiempo de Ciclo del Operario (TCO) =		30	0	4	0					
						34				

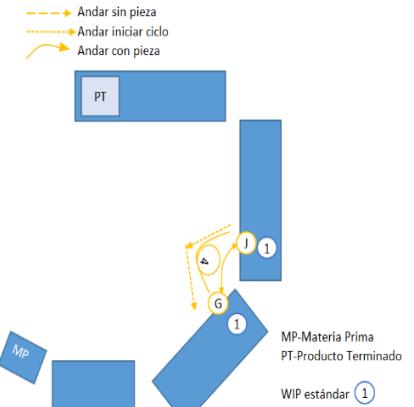
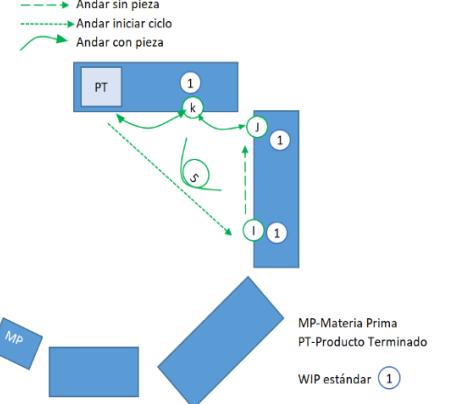


DIAGRAMA DE TRABAJO ESTÁNDAR						OPERARIO	TAKT	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA		REFERENCIA		5 de 5	38.08	34.28	A.G.	15/11/2023
		C-F1		Familia F1						
Nº	ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOM.				
1	Colocación de botella PET en la banda	6								
2	Desplazarse al proceso J			2						
3	Activar el llenado de botella	2								
4	Desplazarse al proceso K			2						
5	Colocación de tapa y etiqueta + Deposito en PT		18							
6	Regresar al Proceso I			4						
Tiempo de Ciclo del Operario (TCO) =		8	18	8	0					
						34				



## 1.4 Diagrama de trabajo estándar

DIAGRAMA DE TRABAJO ESTÁNDAR						OPERARIO	TAKT	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA		REFERENCIA		T. MANUAL	ANDAR	ESPERA	T.MÁQ.AUTO.	1 DIVISIÓN
		C-F1		Familia F1						
Nº	ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOM.				
1	Pesaje de azúcar	10					2	4	6	8
2	Desplazarse al proceso F			2			10	12	14	16
3	Cortado y exprimido de limón	20					18	20	22	24
4	Desplazarse al proceso E			2			20	22	24	26
5							26	28	30	32
6							32	34	36	38
		30	0	4	0		34	36	38	40
Tiempo de Ciclo del Operario (TCO) =		34					42	44	46	48

DIAGRAMA DE TRABAJO ESTÁNDAR						OPERARIO	TAKT	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA		REFERENCIA		T. MANUAL	ANDAR	ESPERA	T.MÁQ.AUTO.	1 DIVISIÓN
		C-F1		Familia F1						
Nº	ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOM.				
1	Mezcla de agua, azúcar y zumo	20					2	4	6	8
2	Desplazarse al proceso H			2			10	12	14	16
3	Vertido de mezcla al garrafón	10					18	20	22	24
4	Desplazarse al proceso g			2			20	22	24	26
5							26	28	30	32
6							32	34	36	38
		30	0	4	0		34	36	38	40
Tiempo de Ciclo del Operario (TCO) =		34					42	44	46	48

DIAGRAMA DE TRABAJO ESTÁNDAR						OPERARIO	TAKT	TCP	REALIZADO POR	FECHA
PROCESO		CÉLULA		REFERENCIA		T. MANUAL	ANDAR	ESPERA	T.MÁQ.AUTO.	1 DIVISIÓN
		C-F1		Familia F1						
Nº	ELEMENTOS DE TRABAJO	TIEMPO MANUAL SERIE	TIEMPO MANUAL PARAL	ANDAR	ESPERA	TIEMPO MAQ. AUTOM.				
1	Colocación de botella PET en la banda	6					2	4	6	8
2	Desplazarse al proceso J			2			10	12	14	16
3	Activar el llenado de botella	2				30	18	20	22	24
4	Desplazarse al proceso K			2			20	22	24	26
5	Colocación de tapa y etiqueta + Deposito en PT	18					26	28	30	32
6	Regresar al Proceso I			4			30	32	34	36
		8	18	8	0		32	34	36	38
Tiempo de Ciclo del Operario (TCO) =		34					40	42	44	46

## 1.5 Conclusiones del proceso de estandarización

Con la estandarización del proceso de fabricación de limonada se puede concluir lo siguiente:

**Aumento de la eficiencia:** La estandarización de los procesos ayuda a eliminar las ineficiencias y los desperdicios, lo que puede traducirse en una reducción de los retrasos y un aumento de la productividad.

**Mayor calidad:** los procesos se llevan a cabo de forma correcta, lo que puede contribuir a mejorar la calidad de la limonada, al tenerlas cantidades medidas.

**Comprensión de los procesos:** ayuda a mejorar la comprensión de los procesos por parte de los empleados, lo que puede facilitar su ejecución y su mejora continua.

**Facilidad de supervisión en los procesos:** facilita la identificación de problemas y la adopción de medidas correctivas.

**Documentación de los procesos:** esto puede facilitar su comprensión y su transmisión a nuevos empleados que ingresen a la empresa.

## 2.TPM

### 2.1 Propuesta de mejora de elementos de TPM

El Mantenimiento Total Productivo se relaciona con el cimiento de estabilidad de la Casa Lean. El objetivo de este método de gestión es maximizar la eficiencia global de los equipos productivos, que se refleja en el indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness), así como optimizar todo el costo durante la vida útil del equipo (LCC, Life Cycle Cost).

Para cumplir las bases de esta metodología en la estación de embotellamiento; se busca conseguir un mantenimiento autónomo, llevado a cabo por el empleado encargado de la operación; mantenimiento planificado, llevado a cabo por el personal de mantenimiento; prevención de mantenimiento, desarrollada en la fase de diseño de nuevo equipo e implantación de capacitaciones y entrenamientos para mejorar las capacidades y condiciones de producción.

En el mantenimiento autónomo el mismo empleado lubrica, limpia, inspecciona y ajusta todo el equipo consistente en la estructura de banda transportadora, bomba, dispensador de líquido, etc.; es en esta fase en la que el trabajador detecta las anomalías y, en caso de haberlas, las reportaría al personal de mantenimiento. La rutina LILA sería la siguiente:

\*Limpiar: Mantener la banda y las áreas circundantes limpias. Eliminar cualquier material acumulado en la banda y en los rodillos para evitar la contaminación y el desgaste prematuro. Esta acción se debe realizar al final de cada jornada.

\*Inspección: Se verifica la tensión de la banda, que los rodillos no estén desgastados y que ninguna pieza esté desgastada. Este paso es vital que sea hecho diariamente, y antes de poner en marcha la producción.

\*Lubricación: El empleado de la estación debe aceitar los rodillos una vez a la semana, esto sería al final de la jornada del último día de trabajo de la semana.

\*Ajustar: Si se detecta que la banda está desalineada, corregir el defecto. Solo se realizará en las ocasiones que sea necesario.

En el mantenimiento planificado, serán las instancias en las que un operador más especializado en las partes técnicas de la estación. Con eventualidad, la prevención del mantenimiento podría ser posible con un mayor nivel de investigación e inversión en nuevas piezas que requieran menos interferencias de mantenimiento o averías.

Conseguir el menor nivel de interrupciones en el proceso por efectos de mantenimiento, limpieza y averías proporcionaría un proceso casi libre de interrupciones, esto es importante, pues al tratarse de producción de bebidas, el contacto físico humano es algo que debería limitarse.

## 2.2 Takt time

CÁLCULO DEL TAKT TIME	
Célula	C-F1
Referencia	AL1
Proceso	
Demanda anual (unidades)	250500
Días laborales-año	300
Demanda diaria (unidades)	835
Nº Turnos	1
Horas de Calendario-turno (h)	10
Paradas Planificadas-turno (h)	1.166666667
Tiempo Planificado-turno (h)	8.833333333
Tiempo Planificado diario (s)	31800
Takt Time (s)	38.08383234
Paradas no Planificadas (%)	
4% Averías	10%
6%Cambios de referencia	
Tiempo de Ciclo Planificado (s)	34.2754491

### **5.3 Transporte y distribución**

#### **5.3.1 Metodología para la recepción, preparación y flujo de los pedidos**

#### **5.3.2 Medición de tiempos de preparación y optimización de los tiempos en almacenaje**

#### **5.3.3 Designación de método de almacenamiento y condiciones óptimas del producto**

Se tiene establecido un método de Primeras Entradas Primeras Salidas (PEPS) para el manejo del almacén. Las compras de materia prima, que se harán semanalmente, se deben registrar con concepto de entrada y las cantidades utilizadas a lo largo de la semana, como salidas. La materia prima se utilizará en el orden en el que haya llegado, esto quiere decir que si llegase a sobrar material de la semana anterior, esa sería la primera salida del siguiente periodo.

Para efectos de este proyecto, un sistema de Primeras Entradas Primeras Salidas muestra una ventaja sobre los inventarios por promedio o Últimas Entradas Primeras Salidas, pues estos en algún momento utilizarían materia prima más antigua y esta se combinaría con el resto de la producción. Al tratarse de venta de bebidas con materia prima perecedera, resultaría inaceptable no aprovechar todos los insumos antes de estropearse.

En cuanto a las condiciones óptimas del producto e insumos, el limón tarda entre dos y tres semanas en iniciar su proceso de descomposición en un ambiente ideal, esto es: temperatura de 10-12°C y una humedad de aproximadamente 95%. Si la temperatura es menor, esta fruta se seca más rápido, y si el ambiente es muy caluroso, manchas y moho pueden aparecer. El resto de la materia prima puede estar a temperatura ambiente, siempre y cuando se mantenga alejada del sol.

Se considera que la mejor temperatura de sabor para beber jugo es 8°C-10°C,. Por debajo de esta temperatura, no se puede saborear el sabor dulce y arenoso.

#### **Medición y mejoramiento de la productividad**

Con el objetivo de continuar con las estandarizaciones anteriormente mencionadas y promover una cultura de mejora continua en la empresa, a continuación se

menciona la recomendación de implementar Indicadores Clave de Rendimiento (KPIs), y mencionar que es esencial establecer una base sólida previamente, en ese sentido, un Manual de Calidad detallado que describa los procesos y procedimientos de cada departamento proporciona el contexto necesario para comprender la salud operativa de la empresa.

En esta sección, se explican las KPIs recomendadas que, en sinergia con el Manual de Calidad establecido, no solo ayudarán a evaluar el desempeño actual, sino que también brindarán una guía valiosa para impulsar el crecimiento, la eficiencia y la excelencia operativa en cada área de la organización.

### **Calidad del producto**

Al considerar la calidad como un KPI interno, se considera la estructura misma de las operaciones para identificar, analizar y mejorar continuamente cada etapa del proceso. Desde la implementación de controles rigurosos hasta la optimización de flujos de trabajo, este enfoque ofrece una visión profunda de la capacidad para mantener estándares superiores de fabricación, por ello se recomienda considerar 2 KPI's:

#### ***Índice de calidad del producto***

Cómo parámetros se pueden considerar los siguientes:

- Número de productos conformes
- Número de productos defectuosos

Con ambos parámetros se puede efectuar un seguimiento, el número de productos conformes sirve como un indicador directo de la eficacia de los procesos, reflejando la consistencia y precisión con la que se llevan a cabo las operaciones. Por otro lado, el número de productos defectuosos actúa como una alerta temprana, proporcionando datos cruciales para identificar puntos de fallo en la cadena de producción y facilitando la toma de medidas correctivas de manera proactiva.

Indispensable establecer según el producto los parámetros para denominarle como conforme o defectuoso.

Se calcula con la relación de productos conformes entre productos producidos en el periodo que se determine.

### ***Índice de calidad en la recepción de materias primas***

Se calcula comparando la cantidad de materias primas que se encuentran en buen estado y cumplen con los estándares de calidad establecidos, con el total de materias primas recibidas, para ello previamente se deben establecer las requisiciones de calidad para la materia prima que se recepciona.

La implementación de este indicador proporciona una base objetiva para evaluar el desempeño de los proveedores en términos de consistencia, fiabilidad y cumplimiento de los estándares de calidad acordados.

Para tener un control de estos indicadores se sugiere establecer registros periódicos según la necesidad (por día, mes, año) para poder establecer comparaciones cíclicas y por tanto detectar fallos o mejoras mientras se establece un histórico de los dos indicadores mencionados.

### **Control de Inventario**

El KPI utilizado es el de rotación de inventario, este es un indicador de rendimiento que mide la velocidad con la que se repone el stock en un periodo determinado de tiempo. En otras palabras, muestra cuántas veces ha pasado un artículo por todo el proceso de negocio, es decir, la venta, la entrega y el cobro del pedido.

Sus parámetros son:

- Tiempo promedio de almacenamiento:

El tiempo promedio de almacenamiento es el tiempo que un producto permanece en el inventario de una empresa.

Se calcula dividiendo el número total de unidades en el inventario por el número total de unidades vendidas.

Este es un indicador importante de la eficiencia de la gestión de inventario de una empresa. Un tiempo promedio de almacenamiento bajo indica que la empresa está vendiendo sus productos rápidamente y tiene la cantidad adecuada de inventario en stock. Por el contrario, un tiempo promedio de

almacenamiento alto indica que la empresa tiene demasiado inventario o que no está vendiendo sus productos lo suficientemente rápido.

- Niveles óptimos de inventario:

Son aquellos que permiten satisfacer la demanda de los clientes o la producción sin incurrir en costos innecesarios de almacenamiento o faltantes de stock.

El objetivo de los niveles óptimos de inventario es encontrar un equilibrio entre la satisfacción de la demanda y los costos asociados al almacenamiento.

Si los niveles de inventario son demasiado bajos, se corre el riesgo de tener faltantes de stock; por otro lado, si los niveles de inventario son demasiado altos, se incurre en costos innecesarios de almacenamiento.

Para determinar los niveles óptimos de inventario, se deben considerar los siguientes factores:

- Demanda, que es la cantidad de productos que se necesitan para satisfacer la demanda de los clientes o la producción.
- Tiempo de reposición, que es el tiempo que tarda en llegar un nuevo pedido.
- Costo de almacenamiento.
- Costo de faltante: El costo de no tener disponible un producto o materia prima cuando se necesita.

Una vez que se han considerado estos factores, se pueden utilizar diferentes métodos para calcular los niveles óptimos de inventario:

- Punto de reorden: Este método establece un nivel de inventario mínimo a partir del cual se realiza un nuevo pedido.
- Método ABC: Este método clasifica los productos o materias primas en función de su importancia, y asigna diferentes niveles de inventario a cada categoría.
- Método de la varianza: Este método utiliza un modelo estadístico para predecir la demanda futura de productos o materias primas.

- Costo del inventario:

Es el costo total que incurre una empresa al mantener inventario. Incluye los costos de adquirir, almacenar y gestionar el inventario:

- Los costos de adquisición o pedido, son los costos asociados a la compra de inventario, como el costo del producto, los gastos de transporte y los costos de procesamiento de pedidos.
- Los costos de almacenamiento son los costos asociados a mantener el inventario en un almacén, como el alquiler del espacio de almacenamiento, los costos de mano de obra, los costos de energía y los costos de seguros.
- Los costos de gestión son los costos asociados a la administración del inventario, como los costos de procesamiento de órdenes de compra, los costos de inventario obsoleto y los costos de inventario perdido o dañado.
- Punto de reabastecimiento de materia prima:

Este es el nivel de inventario de una materia prima que indica la necesidad de realizar un pedido de reposición. Este nivel se calcula teniendo en cuenta la demanda de la materia prima, el tiempo de entrega del proveedor y los costos de almacenamiento.

Su objetivo claro es garantizar que la empresa tenga suficiente materia prima para satisfacer la demanda de los clientes o la producción.

Se utiliza la siguiente fórmula:

$$PR = ((\text{Demanda media} * \text{Tiempo de entrega del proveedor}) + \text{Margen de seguridad})$$

Donde:

- Demanda media: Cantidad de materia prima que se necesita cada período de tiempo.
- Tiempo de entrega del proveedor: Es el tiempo que tarda el proveedor en entregar un nuevo pedido.
- Margen de seguridad: Es la cantidad de materia prima adicional que se agrega al punto de reabastecimiento para compensar las fluctuaciones de la demanda o los retrasos en la entrega del proveedor.

- **Recomendaciones:**

- Utilizar sistemas de gestión de inventario para evitar excesos faltantes:

Un sistema de gestión de inventario o SGI por sus siglas, es primordial en cualquier empresa, debido a que ayuda al seguimiento de sus existencias, la emisión de pedidos y la recepción de los mismos.

Se recomienda ampliamente utilizar uno, puede llevarse a cabo “manualmente en un excel” lo cual sería prácticamente gratis, sin embargo, en un futuro también se puede invertir en un software específico de SGI para mayor eficiencia.

- Establecer políticas de rotación de inventario

Las políticas de rotación de inventario son un conjunto de reglas y procedimientos que se utilizan para controlar la velocidad con la que se vende y se renueva el inventario. Estas políticas tienen como objetivo garantizar que la empresa tenga suficiente inventario para satisfacer la demanda de los clientes, pero sin tener demasiado inventario, lo que podría generar costos innecesarios.

Es muy importante establecer estos parámetros para poder lograr una correcta aplicación y control del SGI.

- **Preguntas de análisis:**

- ¿Cómo se determinan los niveles óptimos de inventario?

A partir de la demanda de un producto, el coste de realizar un pedido y el gasto de almacenamiento podemos determinar el volumen óptimo de pedido. La fórmula matemática es la siguiente:

$$Q = \sqrt{\frac{2 \times K \times D}{G}}$$

En donde:

Q= cantidad óptima de pedido

D= demanda anual de la materia prima en cuestión

K= coste de realizar cada pedido

G= coste de almacenamiento de una unidad en el almacén en una cantidad de tiempo determinado

Está de más decir que es muy importante recopilar los datos de manera correcta y frecuente para un mejor resultado.

- ¿Existen políticas para evitar el almacenamiento prolongado?

Sí, de hecho, los SGI, las políticas de inventario y los puntos de pedido óptimos son algunas herramientas que pueden evitar el almacenamiento prolongado, lo que puede reducir costos de inventario de manera significativa.

Y todas estas políticas y mejoras desencadenan de un buen control de inventario, por lo que es de suma importancia su implementación en cualquier empresa.

- **Paso a paso de medición:**

- Calcule el tiempo promedio de almacenamiento:

El tiempo en un almacén es muy importante y representa gran porcentaje de los costos logísticos de una empresa, por lo que conocer el tiempo que pasa cada producto en el almacén es muy importante para una mejor toma de decisiones y visualización de lo que está costando tenerlo ahí.

Y se calcula de manera muy sencilla, simplemente se suma el tiempo que cada producto pasa en el almacén, es decir, hasta que es vendido o transportado, y se divide entre el número de productos considerados.

“(A+B)/2 = Tiempo promedio de almacenamiento.

- Ajustar los niveles de inventario según la demanda:

Ajustar los niveles de inventario según la demanda es una tarea fundamental para cualquier empresa que quiera tener un buen control de su stock. Un nivel de inventario adecuado permite satisfacer la demanda de los clientes sin tener que incurrir en costes excesivos de almacenamiento.

Y algunos factores a considerar pueden ser:

- La demanda actual y esperada
- El tiempo de reposición
- Los costes de inventario

Conociendo estos factores, se pueden usar alguna o varias de las siguientes técnicas para ajustar el nivel de inventario según la demanda:

- Punto de pedido óptimo
- Reabastecimiento continuo
- Metodología JIT
  - Monitoreo de la rotación de inventario:

La rotación de inventario es una métrica que mide la frecuencia con la que se vende o consume un producto. Se calcula dividiendo el costo de las ventas por el costo promedio del inventario.

Y es de suma importancia porque puede ayudar a las empresas a mejorar su eficiencia y rentabilidad. Una rotación de inventario alta indica que los productos se venden o consumen rápidamente, lo que puede reducir los costes de almacenamiento y aumentar los ingresos.

Igualmente, como en todos los casos, al medirse, puede mejorarse, cambiarse e incluso eliminarse, el objetivo es tener información para tomar decisiones.

## **Costos de Producción**

Los costos de producción son más que nada la cantidad que le cuesta a la empresa producir el producto/servicio. De otra manera es básicamente el monto que invierte la empresa para poder construir o realizar una unidad del producto en particular.

Al utilizar el costo de producción como KPI, es para poder reducir los costos; es esencial para poder determinar la rentabilidad del precio de venta del producto/servicio. Ya que si los costos de producción son altos, la empresa puede perder dinero o tener que poner precios elevados para poder abastecer los costos, de esa manera puede afectar la competitividad.

### ***Costo por unidad***

Como parámetros se puede considerar lo siguiente:

- Costos directos/indirectos
- Eficiencia en el uso de materias primas

Con el parámetro de los costos directos/indirectos se puede tener una idea de los costos que son proporcionales a la producción, como la materia prima; o los que son independientes de la producción, como los impuestos que paga el lugar.

En cuanto a la eficiencia del uso de materias primas es para poder tener un estimado y se puede medir cuántos productos se pueden fabricar en un tiempo determinado, se debe de economizar los recursos al máximo para poder maximizar la eficiencia de los factores o recursos disponibles.

### ***Índice de fluctuaciones de precios del producto***

Que son las variaciones en los precios y que además son indicadores financieros de una empresa en un determinado periodo de tiempo. De esta manera cuando la materia prima es baja su demanda será alta por lo que el precio aumenta. Por el contrario, cuando la oferta es alta y la demanda es baja o casi nula, el precio disminuye, por esta razón es que el precio de las materias primas fluctúa constantemente y la empresa debe saber que tanto es lo que sube y baja en cuanto a precios y así poder a hacer un promedio de lo que tendrá de materia prima y saber

cuánto le va a ganar o perder y tener una estimación de y poder hacer una holgura de precios.

**preguntarle a feliciano sobre la inflación no subyacente, precios sombra**

### **Mantenimiento de equipos**

El indicador clave de este punto es el MBTF (Mean Time Between Failures), que corresponde al tiempo medio de buen funcionamiento entre paradas no planificadas (averías).

Parámetros:

- Frecuencia y duración de mantenimientos preventivos.

Antes de establecer una rutina de esta naturaleza, se debe definir la frecuencia, que corresponde a la regularidad en cantidad de veces en un intervalo de tiempo y la duración, que es el tiempo estándar que debe tomar el mantenimiento planificado.

Generalmente, para averías y cambios de referencia se maneja un 4% y 6%, respectivamente, por tanto, para un turno de 8 horas, 0.667 horas (40 min) de descansos y mantenimiento autónomo sería lo óptimo para designar a la duración de paradas planificadas.

Recomendaciones:

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo.

Se tiene una propuesta de mantenimiento autónomo con el esquema LILA:

\*Lubricar: lubricar y mantener niveles de aceite.

\*Limpiar: suciedad, virutas, manchas de aceite, contaminación, etc.

\*Inspeccionar: pérdida de aprietas, correas, filtros, fugas, vibraciones, calor excesivo, olores, ruidos, etc.

\*Ajustar: apretar uniones flojas, ajustar sensores, etc.

- Monitorear la frecuencia y duración de los mantenimientos:

Al ser el mismo empleado de la operación el que hará el mantenimiento de la máquina que usa todos los días de su trabajo, este también será el encargado de llevar registro y control.

Preguntas de Análisis:

- ¿Cómo se programan y ejecutan los mantenimientos preventivos?

Se estableció que los puntos de limpiar e inspeccionar deben realizarse diariamente, lubricar una vez a la semana y ajustar solamente cuando sea necesario.

- ¿Cuál es la frecuencia y duración de los mantenimientos correctivos?

En caso de ser necesarios durante un turno, estos deben realizarse en el rango del 4% del tiempo de la jornada de 8 horas, esto es, 19.2 minutos, la frecuencia dependerá del número de paradas que el sistema requiera.

Se tiene la siguiente fórmula para hallar el MTBF:

$$\text{MTBF} = \sum \text{Sin averías} / \text{nº paradas}$$

Paso a Paso de Medición:

- Registre la frecuencia y duración de los mantenimientos preventivos.

Esto puede lograrse con una señalética en el área de trabajo, indicando que la limpieza e inspección de la banda deben hacerse diariamente, lubricación una vez por semana y ajustes cuando sea necesario.

- Monitoree el tiempo medio entre fallas (MTBF).

Una herramienta de medición podría ser un excel donde se tenga una tabla que contenga las fechas y horas de mantenimiento preventivo, así como una opción que permita validar las celdas que correspondan a los mantenimientos ya cumplidos.

## Automatización

### Línea de empotellado

**Fuentes:**

*Lim N - Cuidados Poscosecha.* (s. f.).

<https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Poscosecha-Limon.html>

*Almacenamiento y seguridad.* (s. f.). Almacenamiento y seguridad.

<https://www.ingeniorisaralda.com/es/almacenamiento-y-seguridad-PG55>

Procool. (2021, 8 febrero). *Temperatura óptima para vino, cerveza, café y bebidas.*

Procool. <https://procoolmfg.com/es/temperatura-optima-para-bebidas/>